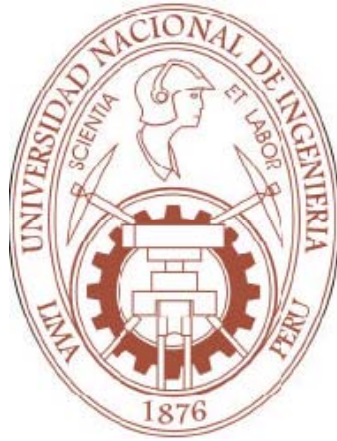


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA
SECCIÓN DE POSGRADO



MÉTODO DEL ANÁLISIS JERÁRQUICO DE PROCESOS EN
LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN DE UN
BOTADERO DE DESMONTE DE UNA OPERACIÓN MINERA
CASO: PROYECTO CERRO CORONA
SOCIEDAD MINERA LA CIMA S.A.

TESIS

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN:

MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE

PRESENTADO POR:

ING. JAVIER HERNÁN RODRÍGUEZ VILLEGAS

LIMA – PERÚ

2010

DEDICATORIA

A mi esposa, por su amor, comprensión y apoyo
para la conclusión de esta Tesis.

A mi padre, quien siempre me incentivó a seguir
adelante en mi desarrollo profesional

A mi madre y hermanos, por su tolerancia y ayuda
durante mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores, por sus enseñanzas y guía
durante mis estudios de Posgrado.

A mis Asesores, por los consejos brindados para
el desarrollo de la Tesis.

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I | |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.1. Planteamiento y Definición del Problema | 2 |
| 1.2. Hipótesis | 3 |
| 1.3. Variables | 3 |
| 1.4. Objetivos | 4 |
| 1.5. Justificación | 4 |
| 1.6. Contribuciones y limitaciones | 4 |
| 1.7. Metodología | 5 |
| CAPÍTULO II | |
| MARCO TEÓRICO DEL MÉTODO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO | 6 |
| 2.1. Definición | 6 |
| 2.2. Métodos de Decisión Multicriterio | 6 |
| 2.2.1. Ponderación Lineal (Scoring) | 8 |
| 2.2.2. Utilidad Multiatributo | 8 |
| 2.2.3. Relación de Superación | 8 |
| 2.2.4. Proceso de Análisis Jerárquico | 9 |
| 2.3. Etapas del Método de Análisis Jerárquico de Procesos | 10 |
| 2.4. Estructuración del Modelo Jerárquico | 11 |
| 2.4.1. Identificación del problema | 11 |
| 2.4.2. Definición del objetivo | 11 |
| 2.4.3. Identificación de Criterios | 11 |
| 2.4.4. Identificación de alternativas | 12 |
| 2.4.5. Árbol de jerarquías | 12 |
| 2.5. Priorización de los elementos del Modelo Jerárquico | 13 |
| 2.5.1. Evaluación del modelo | 13 |
| 2.5.2. Establecimiento de prioridades | 14 |
| 2.5.3. Emisión de juicios y evaluaciones | 14 |

| | | |
|-------|----------------------------------|----|
| 2.5.4 | Asignación de pesos | 14 |
| 2.6. | Matriz de comparaciones pareadas | 15 |
| 2.7. | Síntesis | 17 |
| 2.8. | Matriz de prioridades | 17 |
| 2.9. | Consistencia | 18 |
| 2.10. | Análisis de sensibilidad | 21 |

CAPÍTULO III

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 22

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | Generalidades | 22 |
| 3.2 | Descripción de la etapa de construcción | 23 |
| 3.3 | Descripción de la etapa de operación | 24 |
| 3.4 | Explotación del yacimiento Cerro Corona | 25 |
| 3.5 | Disposición de desmonte y óxido mineralizado | 26 |
| 3.6 | Procesamiento y beneficio del mineral | 29 |
| 3.7 | Manejo de concentrados | 29 |
| 3.8 | Disposición de relaves | 30 |
| 3.9 | Instalaciones auxiliares | 30 |
| 3.9.1 | Botaderos de suelo orgánico | 30 |
| 3.9.2 | Cantera | 30 |
| 3.9.3 | Vías de acceso | 31 |
| 3.9.4 | Campamento | 31 |
| 3.9.5 | Oficinas | 32 |
| 3.9.6 | Laboratorio metalúrgico | 32 |
| 3.9.7 | Transporte de concentrados | 32 |

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DEL PROYECTO 34

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 4.1 | Área de Influencia | 34 |
| 4.2 | Ambiente físico | 34 |
| 4.2.1 | Ubicación y acceso | 34 |
| 4.2.2 | Fisiografía y topografía | 36 |
| 4.2.3 | Clima y meteorología | 36 |
| 4.2.4 | Calidad del aire | 37 |
| 4.2.5 | Ruido y vibración | 38 |
| 4.2.6 | Geología | 38 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.2.7 | Sismicidad | 39 |
| 4.2.8 | Suelos | 39 |
| 4.2.9 | Hidrología | 40 |
| | a) Subcuenca de Tingo/ Maygasbamba | 41 |
| | b) Subcuenca de Hualgayoc-Arascorgue | 41 |
| | c) Calidad de agua superficial | 42 |
| 4.2.10 | Hidrogeología | 43 |
| | a) Calidad de agua subterránea | 43 |
| 4.3 | Ambiente biológico | 44 |
| 4.3.1 | Zonas de vida | 44 |
| 4.3.2 | Flora y vegetación | 45 |
| | a) Vegetación ribereña o asociada a zonas húmedas | 45 |
| | b) Vegetación asociada a roquedal | 46 |
| | c) Formación de pastizal bajo y pajonal disperso | 47 |
| | d) Formación de matorral bajo | 47 |
| 4.3.3 | Fauna terrestre | 48 |
| 4.3.4 | Vida acuática | 48 |
| 4.4 | Ambiente socioeconómico | 49 |
| 4.4.1 | Área de influencia directa | 49 |
| 4.4.2 | Área de influencia indirecta | 50 |
| 4.4.3 | Ambiente de interés humano | 51 |

CAPÍTULO V

CARACTERIZACIÓN DEL DESMONTE 52

| | | |
|-----|---|----|
| 5.1 | Generalidades | 52 |
| 5.2 | Características del desmonte según la geología del yacimiento mineral | 53 |
| 5.3 | Métodos de caracterización de desmontes | 53 |
| | 5.3.1 Balance ácido-base estático | 54 |
| | 5.3.2 Pruebas de celdas de humedad | 54 |
| | 5.3.3 Distribución de azufre | 54 |
| 5.4 | Estudios realizados de caracterización de desmontes | 55 |
| 5.5 | Análisis de resultados | 59 |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO VI | |
| APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO | 61 |
| 6.1 Identificación del Problema | 61 |
| 6.2 Definición del Objetivo | 61 |
| 6.3 Identificación de las Alternativas | 61 |
| 6.4 Definición de los Criterios de Evaluación | 63 |
| 6.5 Árbol de Jerarquías | 70 |
| 6.6 Establecimiento de Prioridades | 81 |
| 6.7 Determinación de la Prioridad de las Alternativas | 82 |
| 6.8 Resultados | 121 |
| 6.9 Análisis de Sensibilidad | 121 |
| 6.10 Breve Descripción Ambiental de la alternativa elegida | 123 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 127 |
| GLOSARIO | 128 |
| BIBLIOGRAFÍA | 130 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página | |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Árbol de Jerarquías | 12 |
| Figura 2 | Potencial Ácido vs Potencial Neutralización | 58 |
| Figura 3 | Potencial Ácido vs Potencial Neutralización | 59 |
| Figura 4 | Árbol de Jerarquías para selección de alternativas de botaderos | 80 |

ÍNDICE DE MAPAS

| | Página | |
|--------|--------------------|----|
| Mapa 1 | Área de Influencia | 35 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página | |
|----------|---|-----|
| Tabla 1 | Escala de preferencias del método de Análisis Jerárquico, aplicables a criterios y/o alternativas | 15 |
| Tabla 2 | Valores de los índices aleatorios de consistencia de A (IA) | 21 |
| Tabla 3 | Datos sobre Conteo Ácido-Base, Laboratorios Core, 1995 | 56 |
| Tabla 4 | Datos sobre Conteo Ácido-Base, Lakefield Research, 1996 | 57 |
| Tabla 5 | Ubicación del Botaderos | 62 |
| Tabla 6 | Descripción de las alternativas de botadero de desmonte por cada criterio. | 71 |
| Tabla 7 | Criterios de selección de alternativas de botadero | 79 |
| Tabla 8 | Matrices de Alternativas – Criterio | 85 |
| Tabla 9 | Matriz de Criterios Primarios | 93 |
| Tabla 10 | Matrices de Criterios Secundarios | 94 |
| Tabla 11 | Matrices de Criterios Terciarios | 95 |
| Tabla 12 | Matrices de Comparación por Pares de cada alternativa para cada uno de los criterios empleados | 97 |
| Tabla 13 | Matrices de Comparación por Pares de los Criterios Primarios | 111 |
| Tabla 14 | Matrices de Comparación por Pares de los Criterios Secundarios | 112 |
| Tabla 15 | Matrices de Comparación por Pares de los Criterios Terciarios | 114 |
| Tabla 16 | Matriz de Prioridades de Alternativas | 118 |

| | | |
|----------|--|-----|
| Tabla 17 | Vector Prioridad de Criterios | 119 |
| Tabla 18 | Vector Prioridad Global Alternativas | 121 |
| Tabla 19 | Matriz de Criterios Primarios (Análisis de Sensibilidad | 122 |
| Tabla 20 | Matriz de Comparación por Pares - Criterios Primarios (Análisis de Sensibilidad) | 122 |
| Tabla 21 | Vector Prioridad Global Alternativas (Análisis de Sensibilidad) | 122 |

RESUMEN

El presente trabajo comprende la aplicación del método de Análisis Jerárquico en la selección de sitios o áreas de emplazamiento de botaderos de desmonte para la mina Cerro Corona, perteneciente a la Sociedad Minera La Cima S.A.

Previo al desarrollo del caso práctico, se procedió a la descripción de los aspectos teóricos del Análisis Jerárquico y su metodología de cálculo. A fin de contar con los elementos de juicio necesarios para llevar a cabo la selección, se describieron las actividades del Proyecto Minero Cerro Corona y especialmente del botadero de desmonte, dando a conocer los aspectos técnicos relacionados a su construcción y operación. De igual forma, se procedió a la descripción del entorno ambiental donde se emplazan las alternativas de botadero, siendo éstas Tingo 1, Tingo 2, Hualgayoc 1 y Hualgayoc 2.

Finalmente, en función a una serie de criterios físicos, biológicos, socioeconómicos, culturales, técnicos y económicos se procedió a la determinación de las prioridades de las alternativas de botadero, la consistencia de cada una de las comparaciones realizadas y el vector prioridad global respectivo, concluyéndose que la mejor alternativa la constituye el Botadero Tingo 1.

ABSTRACT

This paper describes the application of the Analysis Hierarchical method to the dump sites or areas selection for the Cerro Corona mine, property of Sociedad Minera La Cima S.A.

Before developing the practical case, the Hierarchical Analysis theoretical aspects and its calculation methodology were described. In order to have enough criteria to make the selection, the Cerro Corona Mining Project activities were described, particularly the waste dump activities, explaining the technical aspects related to their construction and operation. Additionally, the environment of the alternative dump sites was described. These are Tingo 1, Tingo 2, Hualgayoc 1 and Hualgayoc 2.

Finally, based on a series of physical, biological, socioeconomic, cultural, technical and economic criteria the priority of the dumpsite alternatives was determined, as well as the consistency of each of the comparisons performed and the respective global priority vector. It was concluded that the best alternative is Dump Site Tingo 1.

INTRODUCCIÓN

Dentro del proceso de diseño de los diferentes componentes de una operación minera tales como la planta de tratamiento, canchas de relaves, botaderos de desmonte e instalaciones auxiliares, se tiene que el análisis de alternativas constituye un paso importante en la evaluación del sitio o ubicación de dichos componentes.

La selección de alternativas de sitio debe ser considerada dentro del Estudio de Impacto Ambiental de los proyectos mineros, de tal manera que el impacto socio ambiental que pueda generarse en una determinada ubicación para un componente dado sea el menor posible frente a las otras alternativas propuestas. De igual manera, factores como el económico (costos de construcción y operación) y técnicos deben ser tomados en cuenta.

De esta manera, ante la necesidad de contar con metodologías adecuadas y de fácil entendimiento, se plantea la aplicación del método denominado Análisis Jerárquico, mediante el cual un problema se estructura en base a un modelo jerárquico, en el que se definen el objetivo a alcanzar, los criterios de evaluación, las alternativas a ser evaluadas; asimismo, se efectúan comparaciones pareadas entre los diversos elementos (alternativas y criterios) a fin de determinar la predominancia de uno sobre los otros, estableciéndose finalmente un ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados. La validez de cada uno de los pesos asignados a cada elemento es verificada mediante la determinación de la razón de Consistencia, consiguiendo así que el resultado obtenido sea el más confiable posible.

Para efectos de aplicar el método de Análisis Jerárquico en lo referido a la selección de sitios (alternativas) para la ubicación de los componentes de una operación minera, se ha tomado como caso a la mina Cerro Corona perteneciente a la Sociedad Minera La Cima S.A., siendo el componente a evaluarse el botadero de desmonte. Debe entenderse que esta evaluación se realiza en la fase de proyecto, por lo que al estar a la fecha esta mina en operación, la aplicación del método es sólo demostrativa.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento y definición del problema

La toma de decisiones en la selección de un proceso, producto, tecnología o cualquier otro aspecto entre un grupo de alternativas se basa principalmente en la definición y evaluación una serie de criterios, así como en el conocimiento, experiencia e información (estadísticas, ejemplos de casos similares, estudios específicos, etc.) que sustente los juicios a establecer.

Sin embargo, muchas veces los grupos decisores tienden a dar juicios muy subjetivos e incluso contradictorios que nos impiden elegir la alternativa más adecuada, con la consiguiente insatisfacción de los resultados obtenidos al implementar la alternativa elegida. El problema se agrava aún más, cuando no se dispone de un método que permita la verificación de la consistencia de las preferencias asignadas a un grupo de alternativas.

Por otro lado, debido a la naturaleza holística de un problema dado, se necesita que éste sea dividido en pequeñas partes, en las cuales los diferentes grupos de expertos determinarán cómo cada una afecta al problema total. Un problema grande y complejo puede ser descompuesto en un número de problemas pequeños cuyas soluciones pueden ser combinadas para obtener una respuesta global. Si este proceso es satisfactorio, se puede entonces reconstruir la pregunta o problema inicial y revisar las soluciones propuestas. Una desventaja a menudo crucial es que muchos métodos tradicionales de toma de decisiones requieren de expertos especializados para diseñar la estructura apropiada y entonces encajarla en el problema a resolver.

De esta manera, el enfoque en la toma de decisiones debe tener las siguientes características (5):

- Ser simple y de fácil construcción.
- Ser adaptable a grupos e individuos,
- Ser natural a nuestra intuición y pensamientos,
- Fomentar el compromiso y consenso,

- No requerir una especialización excesiva para dominarla y darla a conocer.

1.2 Hipótesis

La aplicación del método del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés: Analytic Hierarchy Process) permite obtener resultados más confiables en los procesos de selección de alternativas de sitios para los componentes de una operación minera.

1.3 Variables

Las variables independientes consideradas son las siguientes:

- Número de alternativas
- Número de criterios primarios
- Número de criterios secundarios
- Número de criterios terciarios
- Peso de las alternativas por cada criterio terciario
- Peso de los criterios primarios
- Peso de los criterios secundarios
- Peso de los criterios terciarios

Las variables dependientes son las siguientes:

- Matriz normalizada
- Vector prioridad de cada alternativa
- Vector prioridad de cada criterio primario
- Vector prioridad de cada criterio secundario
- Vector prioridad de cada criterio terciario
- Suma ponderada
- λ_{\max}
- Índice de Consistencia
- Razón de Consistencia
- Vector Prioridad Global

1.4 Objetivos

El presente estudio tiene por objetivo proponer el uso del método de Análisis Jerárquico en los procesos de selección de sitios para los componentes de un proyecto minero, tales como botaderos de desmonte, canchas de relave, planta concentradora, entre otros. Para el presente caso, se ha considerado tomar como ejemplo la selección de un área para disponer el desmonte (botadero de desmonte) a ser generado por el proyecto Cerro Corona de la Sociedad Minera La Cima S.A.¹, tal que ésta permita satisfacer criterios ambientales (físico, biológicos), socio-económicos, culturales, técnicos y económicos.

De esta manera, se da a conocer una herramienta útil y confiable que gracias a su sustento estrictamente matemático contribuye dar soluciones adecuadas a los problemas de selección que impliquen múltiples criterios para la toma de decisiones.

1.5 Justificación

El presente trabajo se justifica por la necesidad de contar con un método adecuado - para la selección de alternativas de sitio - con el debido sustento matemático, de fácil entendimiento y aplicación, que permita estructurar un problema para su correcta solución, y que principalmente, ayude a depurar aquellos juicios (asignación de preferencias) que no sean consistentes, logrando así elegir la alternativa más idónea según los criterios considerados.

De igual forma, se tiene que el método de Análisis Jerárquico ha sido ampliamente utilizado en el sector empresarial tanto a para la planificación estratégica, selección de proveedores, personal (calificación y promoción), tecnologías, procesos, productos o servicios, localización de instalaciones, rutas de transporte, etc.

1.6 Contribuciones y limitaciones

Como contribución principal tenemos la de dar a conocer un método que nos permite comprobar la certeza de los valores asignados a las prioridades de las alternativas, logrando así una mayor confiabilidad de los resultados.

¹ Como se indicó, el proyecto Cerro Corona de la Sociedad Minera La Cima S.A. se encuentra actualmente operación, resultando el ejemplo de aplicación solo demostrativo.

Como limitación tenemos que el desarrollo del caso práctico por el método AHP se ha realizado en base al Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto La Cima (3), habiendo sido las alternativas y los elementos de juicio establecidos por los autores del EIA, no siendo parte del presente escrito la definición de los mismos.

1.7 Metodología

La metodología empleada para el desarrollo de la presente Tesis es la siguiente:

- Como caso de aplicación se ha tomado el proyecto Cerro Corona de la Sociedad Minera La Cima S.A.
- De los diferentes componentes del Proyecto Minero, se ha considerado la selección de un sitio para la disposición del desmonte (botadero) a ser generado durante la explotación del proyecto.
- Las alternativas evaluadas son las consideradas en el EIA del citado proyecto.
- La información que fue evaluada y sobre la cual se aplicaron los diferentes criterios de selección fue tomada del EIA.
- Se consideraron como criterios principales los siguientes: aspectos físico, aspectos biológicos, aspectos socioeconómicos, aspectos culturales, aspectos técnicos y aspectos económicos. Estos criterios se subdividieron en criterios secundarios y terciarios.
- Se estructuró (Árbol de Jerarquías) y desarrolló el problema (determinación de Matrices de Prioridades) conforme lo propuesto por el método AHP.
- Se determinó la Consistencia de los pesos o importancias asignadas a los criterios y alternativas.
- Finalmente, la mejor alternativa es aquella que tiene el mayor valor dentro de la Matriz de Prioridad Global de Alternativas calculada.
- Debido a que el método AHP exige la utilización de software que permita realizar los múltiples cálculos requeridos, se ha considerado conveniente usar una hoja de cálculo electrónica (Microsoft Excel) debido a su fácil uso y amplia difusión.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO DEL MÉTODO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO

2.1 Definición

El Proceso Analítico Jerárquico (Analytical Hierachy Process, AHP) fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty a fines de los años 70's y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico.

El método de AHP permite organizar la información del problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar las variaciones presentes por los cambios realizados en cada nivel de jerarquía y sintetizar. De esta manera, el método AHP se utiliza para emitir un juicio comparativo entre proyectos o medidas heterogéneas.

2.2 Métodos de Decisión Multicriterio

Un problema de decisión puede considerarse como un problema multicriterio si existen al menos dos criterios en conflicto y al menos dos alternativas de solución (4). En un problema de decisión multicriterio se trata de identificar la mejor o las mejores soluciones considerando simultáneamente múltiples criterios en competencia. A continuación se muestra un ejemplo de un problema en el cual se tienen tres alternativas A_i , tres criterios de decisión C_j y los P_{ij} que corresponden a las calificaciones de cada criterio j según la alternativa i .

$$\begin{array}{l}
 \text{Alternativa 1} \\
 \text{Alternativa 2} \\
 \text{Alternativa 3}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{Criterio 1} \\
 \text{Criterio 2} \\
 \text{Criterio 3}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 P_{1,1} \quad P_{1,2} \quad P_{1,3} \\
 P_{2,1} \quad P_{2,2} \quad P_{2,3} \\
 P_{3,1} \quad P_{3,2} \quad P_{3,3}
 \end{array}
 \quad (1)$$

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio utilizan conceptos, aproximaciones, modelos y métodos, para auxiliar a los que toman decisiones a describir, evaluar, ordenar, jerarquizar, seleccionar o rechazar alternativas (que pueden ser objetos o acciones), en base a una evaluación de acuerdo a varios criterios.

Los métodos de solución de este tipo de problemas se basan en:

- Un conjunto de alternativas, generalmente finito (soluciones factibles que cumplen con las restricciones posibles o previsibles); se asume que cada una de ellas está perfectamente identificada, aunque no son necesariamente conocidas en forma exacta y completa todas sus consecuencias cuantitativas y cualitativas;
- Un conjunto de criterios de evaluación (atributos, objetivos) que permiten evaluar cada una de las alternativas (analizar sus consecuencias);
- Un conjunto de pesos (o ponderaciones o jerarquías) asignados por el agente decisor y que reflejan la importancia (preferencia) relativa de cada criterio;
- Una matriz de decisión o de impactos que resume la evaluación de cada alternativa conforme cada criterio; una valoración (precisa o subjetiva) de cada una de las soluciones en relación a cada uno de los criterios; la escala de medida de las evaluaciones puede ser cuantitativa o cualitativa, y las medidas pueden expresarse en escalas cardinal (razón o intervalo), ordinal, nominal, y probabilística;
- Un método de agregación de preferencias en una síntesis global; ordenación, clasificación, partición o jerarquización de dichos juicios para determinar la solución que globalmente recibe las mejores evaluaciones;

Puede incluir un proceso de toma de decisión en el cual se lleva a cabo una negociación consensual entre los actores o interesados (analista, experto, decisor y usuario).

En general, los resultados de los análisis multicriterio dependen mucho de las evaluaciones realizadas, normalizaciones, escalas y de la selección de los pesos.

Se tienen una serie de métodos de evaluación y decisión multicriterio como son: Ponderación Lineal (Scoring), Utilidad Multiatributo, Relación de Superación y el Análisis Jerárquico, siendo las ventajas y desventajas descritas a continuación.

2.2.1 Ponderación Lineal (Scoring)

Es un método que permite abordar situaciones de incertidumbre o con pocos niveles de información. En dicho método se construye una función de valor para cada una de las alternativas. El método de Ponderación Lineal supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad. Es un método completamente compensatorio, y puede resultar dependiente - y manipulable – de la asignación de pesos a los criterios o de la escala de medida de las evaluaciones. Es un método fácil y utilizado ampliamente (6).

2.2.2 Utilidad Multiatributo

Para cada atributo se determina la correspondiente función de utilizada (parcial), y luego se agregan en una función de utilidad multiatributo de forma aditiva o multiplicativa. Al determinarse la utilidad de cada una de las alternativas se consigue una ordenación completa del conjunto finito de alternativas. El método de utilidad multiatributo supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad, utiliza “escalas de intervalo”, y acepta el principio de “preservación de orden”. La condición de independencia preferencial mutua entre los atributos suele aceptarse casi axiomáticamente, e implícitamente es cuestionable y no refleja la estructura de preferencias del agente decisor. El rigor y rigidez de los supuestos teóricos de este método usualmente controvertidos y difíciles de contrastar en la práctica, lo que obliga a relajarlos, requiere un elevado nivel de información del agente decisor para la construcción de funciones de utilidad multiatributo, aunque permiten abordar fluidamente cuestiones de incertidumbre y riesgo (6).

2.2.3 Relación de Superación

Estos métodos utilizan como mecanismo básico el de las comparaciones binarias de alternativas, es decir comparación dos a dos de las alternativas, criterio por criterio.

De esta forma, puede construirse un coeficiente de concordancia asociado a cada par de alternativas. Existen dos métodos de la escuela francesa: ELECTRE y PROMETHEE.

Del método ELECTRE (Elimination et Choix Traduisant la Réalité) ya existen varias versiones que usan pseudocriterios y la teoría de conjuntos difusos. Al menos en sus

primeras versiones, brinda un tratamiento al problema de la eventual no transitividad de las preferencias introduciendo la relación de sobreclasificación; sin embargo, no se obtienen mayores indicaciones acerca de los *trade off* (relaciones inversas) entre los criterios, es decir que el aspecto de ponderación de los criterios no queda resuelto satisfactoriamente (1). Por otro lado, este método requiere de software o lenguajes de programación para facilitar las corridas de iteraciones necesarias, a diferencia del AHP que puede desarrollarse con programas simples como hojas de cálculo (Excel).

El método El método PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) se ha aplicado, con predicción para problemas de ubicación (6).

2.2.4 Proceso de Análisis Jerárquico

El fundamento de este método descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios datos por el grupo decisor, logrando medir como contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende.

Algunas de las ventajas que presenta el método AHP frente a otros métodos de decisión multicriterio son (4):

- Presenta un sustento matemático.
- Permite descomponer una situación compleja y no estructurada en sus componentes y analizar el problema por partes.
- Clasifica estas partes o variables según un orden jerárquico.
- Ofrece una estructura eficaz, para la toma de decisiones en grupo, imponiendo una disciplina a los mecanismos de razonamiento del grupo (2).
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común.
- Atribuye valores numéricos a juicios subjetivos, respecto de la importancia relativa de cada variable.
- Permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos.
- Permite verificar el índice de consistencia (consistencia de los valores asignados) y hacer correcciones si es necesario.

- Permite medir hasta que punto un responsable de la toma de decisiones comprende las relaciones que existen entre diversos factores y para ello se preocupa por detectar la incoherencia constatada entre las apreciaciones de los individuos.
- Genera una síntesis y da la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad.
- Es de fácil aplicación y permite que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

Por otra parte, este método ofrece una estructura eficaz para la toma de decisiones en grupo, imponiendo una disciplina a los mecanismos de razonamiento del grupo.

Las principales desventajas del método AHP son las siguientes (2):

- Tediosas sesiones de comparaciones binarias (pareadas) a las que se somete el grupo decisor.
- Peligrosa influencia contraintuitiva de las escalas de medida.
- Indeseables efectos de reversión de orden que pueden producirse.

2.3 Etapas del método de Análisis Jerárquico

El método AHP se desarrolla en las siguientes etapas o pasos (4):

- a. Estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas).
- b. Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- c. Comparaciones pareadas entre los elementos.
- d. Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados (de la “mejor a la “peor”)
- e. Síntesis.
- f. Análisis de Sensibilidad.

2.4 Estructuración del modelo jerárquico

La estructuración del modelo consiste en ordenar jerárquicamente el problema a tratar, esto es, se debe identificar el problema, definir objetivos e identificar criterios y alternativas.

2.4.1 Identificación del problema

El problema es lo que se pretende resolver mediante alguna de las alternativas analizadas en el proceso.

2.4.2 Definición del objetivo

El objetivo o meta representa la respuesta que se pretende obtener a través del proceso.

2.4.3 Identificación de criterios

Se trata de la etapa central del análisis multicriterio. Las reglas básicas para establecer los criterios de juicio pueden resumirse de la siguiente forma:

- Los criterios deben definirse antes de realizar el análisis, a partir de reglas que todos los participantes (decisores) conozcan y acepten.
- Deben contemplar todos los puntos de vista expresados por los miembros del grupo de decisión.
- No deben ser redundantes entre sí.
- Deben formar un conjunto coherente que conduzca a resultados plausibles e indiscutibles.

De igual forma, se tiene que los criterios pueden estar formados por subcriterios (criterios secundarios) vinculados a cada criterio, criterios terciarios vinculados a cada subcriterio, etc.

2.4.4 Identificación de alternativas

Las alternativas son las propuestas factibles dadas por el grupo decisor para poder alcanzar el objetivo general mediante la selección de alguna de ellas.

Según sean sus objetivos, el análisis multicriterio ayudará a comparar:

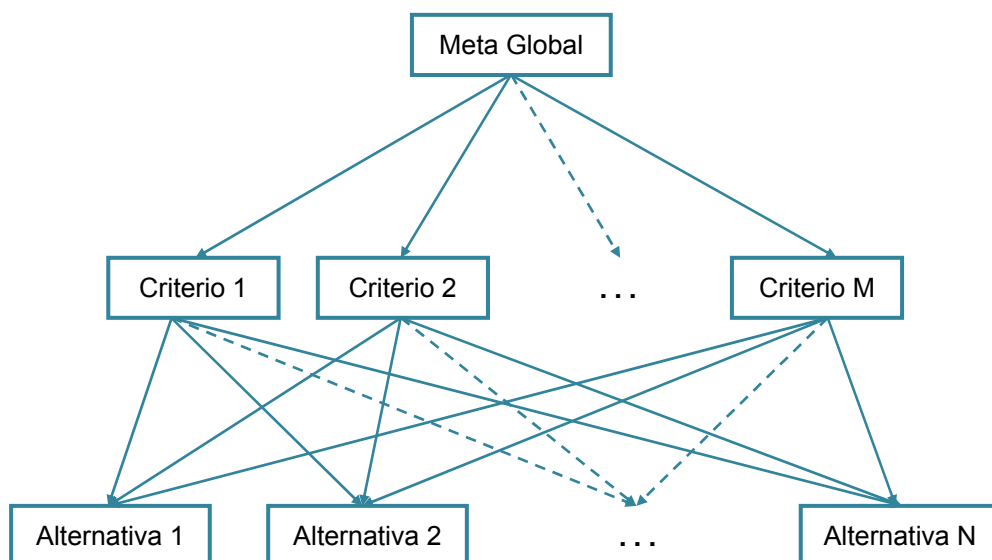
- Escenarios o soluciones potenciales en un ejercicio de planificación o de evaluación.
- Alternativas de un proyecto de infraestructura.
- Acciones ejecutadas en el marco de un programa.

De esta manera, se elaborará una lista de las acciones, escenarios o alternativas que se incluirán en el análisis.

2.4.5 Árbol de jerarquías

Identificados los elementos que intervienen en el proceso de toma de decisiones y los niveles en que estos elementos pueden ser agrupados de forma jerárquica, se procede a elaborar el Árbol de Jerarquías donde se muestran las interrelaciones de los diferentes componentes del problema que se pretende resolver.

Figura 1 – Árbol de Jerarquías



En el método AHP hay completa libertad para construir la jerarquía:

- En la parte superior del árbol se presenta el objetivo principal.
- En los niveles inferiores intervienen el conjunto de criterios, el conjunto de los diferentes grupos involucrados o los subcriterios relacionados con algún criterio específico.
- Finalmente, en el nivel de base se presentan las diferentes alternativas.

No existe restricción respecto a la cantidad de niveles ni al número de elementos de cada nivel. Lograr la construcción del árbol brinda claridad y entendimiento sobre los componentes del problema que se está analizando.

Es importante que la jerarquía sea construida por un grupo de personas (decisores), por lo que es indispensable llegar a un consenso tomando en consideración las opiniones de todos los involucrados.

Cuando se construye el árbol de jerarquías de arriba hacia abajo se inicia con la identificación de los criterios más globales (de lo más general a lo más particular), es decir, éstos serán el primer nivel en la definición del problema. Puede haber subcriterios si se requieren y deben mantener una relación jerárquica con el criterio del cual se desprenden.

La construcción de la jerarquía dependerá de la información disponible y del grupo decisor. Si en el problema están definidas las alternativas y sus características, la jerarquía puede ser de abajo hacia arriba. De lo contrario, se recomienda iniciar de arriba abajo (4).

2.5 Priorización de los elementos del Modelo Jerárquico

2.5.1 Evaluación del modelo

Los pasos a seguir para la evaluación de los componentes del modelo jerárquico son el establecimiento de prioridades y la emisión de juicios y evaluaciones.

2.5.2 Establecimiento de prioridades con el AHP

En el método AHP, quien toma las decisiones elige una preferencia o prioridad con respecto a cada alternativa de decisión de acuerdo a la contribución que tenga sobre cada criterio. Con la importancia relativa y las preferencias obtenidas, se resume la información y se proporciona la jerarquización de prioridades de las alternativas, en términos de la preferencia global, por medio del proceso llamado síntesis.

2.5.3 Emisión de juicios y evaluaciones

Los juicios son la base del método AHP. Éstos son establecidos por información científica y técnica, y por la experiencia y conocimientos del grupo decisor. Tomar en cuenta las opiniones de cada uno de los analistas y/o grupos de interés en la evaluación del modelo, por medio de las comparaciones pareadas que realiza cada uno de los involucrados, hace del AHP un método diferente a los demás. Las comparaciones pareadas permiten conocer sus preferencias respecto a los diferentes componentes del modelo (criterios, subcriterios y alternativas) en términos de su importancia, preferencia o probabilidad. La preferencia se cuantificará mediante un valor numérico (ver Tabla 1).

2.5.4 Asignación de pesos

El método AHP permite dar valores numéricos a las preferencias dadas por cada integrante del grupo decisor, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del árbol de jerarquías. Para estas comparaciones se utilizan escalas en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el T. Saaty, que va desde 1 hasta 9 (ver Tabla 1).

Como puede observarse de la Tabla 1, se trata de un procedimiento cualitativo, que exige lo mínimo al grupo decisor, puesto que generalmente se le plantean a aquél cuestiones de tipo ordinal (¿es ese criterio más importante que este?) y no de tipo cardinal (¿cuántas veces es más importante?).

Un juicio, peso o comparación es la representación numérica de la relación entre dos elementos que comparten una raíz común. El escenario de tales juicios puede ser representado en una matriz cuadrada en la cual los elementos son comparados

consigo mismos. Cada juicio representa el dominio de un elemento de las filas sobre un elemento en las columnas.

Para una estructura de n elementos en una matriz se necesita $n(n-1)/2$ comparaciones debido a que hay n 1's en la diagonal por los elementos comparados consigo mismos y de los juicios restantes, la mitad son recíprocos. Por lo tanto tenemos $(n^2 - n)/2$ juicios. En algunos problemas uno puede obtener solamente el mínimo de $n-1$ juicios.

Tabla 1. Escala de preferencias del método AHP, aplicables a criterios y/o alternativas

| Escala numérica | Escala Verbal | Explicación |
|--------------------|---|---|
| 1 | Ambos elementos son de igual importancia | Ambos elementos contribuyen de igual forma con la propiedad o a alcanzar un objetivo. |
| 3 | Moderada importancia de un elemento sobre el otro | La experiencia y el juicio favorecen ligeramente a un elemento sobre el otro. |
| 5 | Fuerte importancia de un elemento sobre el otro. | La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un elemento sobre el otro |
| 7 | Muy Fuerte importancia de un elemento sobre el otro. | Un elemento es muy fuertemente favorecido sobre el otro. |
| 9 | Extrema importancia de un elemento sobre el otro. | Un elemento es favorecido, por lo menos con un orden de magnitud de diferencia. |
| 2, 4, 6, 8 | Valores intermedio entre dos juicios adyacentes | Usados como valores de consenso entre dos juicios. |
| Incrementos de 0.1 | Valores intermedios en la graduación más fina de 0.1. | Usados para graduaciones más finas de los juicios. |

Fuente: SAATY, THOMAS L. How to make a Descision: The Analytic Hierarchy Process

2.6 Matriz de comparaciones pareadas

Es una matriz cuadrada que contiene comparaciones pareadas de alternativas o criterios, es decir compara los elementos de dos en dos. El enfoque matricial permite trabajar en este sentido, estableciendo el doble carácter de las relaciones de preferencia entre elementos: dominante y dominado.

Sea \mathbf{A} una matriz $n \times n$, donde $n \in \mathbb{Z}^+$ (enteros positivos). Sea $a_{i,j}$ el elemento (i, j) de \mathbf{A} , para $i = 1, 2, \dots, n$ y $j = 1, 2, \dots, n$, decimos que \mathbf{A} es una matriz de comparaciones pareadas de n alternativas, si $a_{i,j}$ es la medida de la preferencia de la alternativa en la fila i cuando se le compara con la alternativa de la columna j . Para los elementos de la diagonal principal, es decir cuando $i = j$, se tiene que el valor $a_{i,j}$ será necesariamente igual a 1, pues se está comparando la alternativa consigo misma, por lo que no puede haber otra cosa que equivalencia de preferencias.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ 1/a_{1,2} & 1 & \cdots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1,n} & 1/a_{2,n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

El método de AHP sustenta esto con los axiomas referidos a cada una de las condiciones siguientes (6):

- **Axioma 1.** Condición de juicios recíprocos. Si \mathbf{A} es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que:

$$a_{i,j} = \frac{1}{a_{j,i}} \quad (3)$$

De esta manera, los elementos debajo de la diagonal principal deben tener necesariamente una relación inversa respecto de las comparaciones hechas por encima de esta diagonal.

- **Axioma 2.** Condición de homogeneidad de los elementos. Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud o jerarquía.
- **Axioma 3.** Condición de estructura jerárquica o dependiente. Existe dependencia jerárquica en los elementos de dos niveles consecutivos.
- **Axioma 4.** Condición de expectativas de orden de rango. Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

2.7 Síntesis

Después de construir la matriz de comparaciones pareadas se puede calcular la prioridad de cada uno de los elementos que se comparan. A esta parte del método AHP se le conoce como “síntesis”. Para obtenerla se requiere el cálculo de valores y vectores característicos. Sin embargo, las prioridades sintetizadas pueden aproximarse mediante los siguientes pasos algebraicos (6):

- Sumar los valores en cada columna de la matriz de comparaciones pareadas.
- Dividir cada elemento de dicha matriz entre el total de su columna; a la matriz resultante se le denomina Matriz de Comparaciones Pareadas Normalizada.
- Calcular el promedio de los elementos de cada fila de las prioridades relativas de los elementos que se comparan, las cuales conformarán el Vector Prioridad.

La síntesis obtendrá prioridades generales y una ordenación de las alternativas.

2.8 Matriz de prioridades

Las prioridades son rangos numéricos medidos en una escala. Una escala es un “grupo de números positivos cuyas relaciones permanecen iguales si todas son multiplicadas por un número arbitrario”.

Las prioridades de cada criterio respecto a la meta global se presentan en el vector columna denominado Vector de Prioridades de los criterios, es decir,

$$\begin{array}{l} \text{Criterio 1} \\ \text{Criterio 2} \\ \dots \\ \text{Criterio } m \end{array} \begin{array}{c} \text{Meta} \\ \text{Global} \\ \left[\begin{array}{c} P'_1 \\ P'_2 \\ \dots \\ P'_m \end{array} \right] \end{array} \quad (4)$$

de este vector se desprende que m es el número de criterios y P'_i es la prioridad del criterio i con respecto a la meta global, para $i = 1, 2, \dots, m$.

La matriz de prioridades es aquella que resume las prioridades para cada alternativa en términos de cada criterio. Para m criterios y n alternativas tenemos:

$$\begin{array}{l}
 \text{Alternativa 1} \\
 \text{Alternativa 2} \\
 \dots \\
 \text{Alternativa } n
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{Criterio 1} \\
 \text{Criterio 2} \\
 \dots \\
 \text{Criterio } m
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 P_{1,1} \\
 P_{2,1} \\
 \vdots \\
 P_{n,1}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 P_{1,2} \\
 P_{2,2} \\
 \vdots \\
 P_{n,2}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \dots \\
 \dots \\
 \ddots \\
 \dots
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 P_{1,m} \\
 P_{2,m} \\
 \vdots \\
 P_{n,m}
 \end{array}
 \quad (5)$$

Donde $P_{i,j}$ es la prioridad de la alternativa i con respecto al criterio j , para $i = 1, 2, \dots, n$ y $j = 1, 2, \dots, m$.

La prioridad global para cada alternativa se obtiene del vector columna que resulta de multiplicar la matriz de prioridades con el vector de prioridades de los criterios.

$$\begin{bmatrix}
 P_{1,1} & P_{1,2} & \dots & P_{1,m} \\
 P_{2,1} & P_{2,2} & \dots & P_{2,m} \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 P_{n,1} & P_{n,2} & \dots & P_{n,m}
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 P'_1 \\
 P'_2 \\
 \vdots \\
 P'_m
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 P g_1 \\
 P g_2 \\
 \vdots \\
 P g_i
 \end{bmatrix}
 \quad (6)$$

donde $P g_i$ es la prioridad global (respecto a la meta global) de la alternativa i para $i = 1, 2, \dots, n$.

2.9 Consistencia

Para asegurar que la toma de decisión sea lo más objetiva posible, las preferencias hechas por el grupo decisor en el transcurso de las comparaciones pareadas, deben ser lo más consistentes posibles, es decir, que las variaciones entre ellas sean mínimas. Sin embargo, la consistencia perfecta es muy difícil de lograr, sobre todo si las alternativas son numerosas, por lo que, existirá un cierto grado de inconsistencia en casi cualquier conjunto de comparaciones pareadas.

La consistencia es importante, debido a que una baja consistencia puede ser un síntoma de la aleatoriedad de los juicios emitidos.

Cuando la asignación de juicios es inconsistente, el decisor podría no saber donde la inconsistencia es mayor. El método AHP puede mostrar uno por uno en un orden secuencial cuales juicios son los más inconsistentes:

- Si el grado de consistencia es aceptable, es decir cuando su valor no supera el 10%, se continúa con el proceso de decisión.
- Si el grado de consistencia es inaceptable, mayor al 10%, quien o quienes toman las decisiones deben reconsiderar y modificar sus preferencias sobre las comparaciones pareadas antes de continuar con el análisis.

Sea A una matriz cuadrada de comparaciones pareadas, ésta será consistente si:

$$a_{i,j} a_{j,k} = a_{i,k} \quad \text{para } i, j, k = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Es decir, se requiere que todas las columnas (y filas) de A sean linealmente dependientes. En particular, las columnas de cualquier matriz de comparaciones pareadas de 2×2 son linealmente dependientes y, por lo tanto una matriz cuadrada de 2×2 siempre será consistente.

Para determinar si el grado de consistencia es o no aceptable, se necesita obtener una medida cuantificable de la matriz de comparación A $n \times n$ (donde n es el número de alternativas a comparar). Si la matriz A es perfectamente consistente produce una matriz N $n \times n$ normalizada², de elementos w_{ij} (para $i, j = 1, 2, \dots, n$), donde todas las columnas son idénticas, es decir, $w_{1,2} = w_{1,3} = \dots = w_{1,n} = w_1$; $w_{2,1} = w_{2,3} = \dots = w_{2,n} = w_2$; $w_{n,1} = w_{n,2} = \dots = w_{n,n} = w_n$.

$$N = \begin{bmatrix} w_1 & w_1 & \cdots & w_1 \\ w_2 & w_2 & \cdots & w_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n & w_n & \cdots & w_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

² Se dice que una matriz es normal o está normalizada, si conmuta con su transpuesta. Las matrices simétricas, antisimétricas u ortogonales son necesariamente normales. Sea M una matriz, se dice que es normal si $MM^T = M^T M$

Entonces, la matriz de comparaciones pareadas correspondiente a A, se puede determinar a partir de N, dividiendo los elementos de la columna i entre w_i (proceso inverso de determinación de N a partir de A), es decir:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Ahora, multiplicando la matriz A obtenida a partir de N con el vector columna W, tenemos:

$$\begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ \vdots \\ nw_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (10)$$

Por lo tanto, A será consistente sí y sólo sí:

$$AW = nW \quad (11)$$

Donde W es un vector columna de pesos relativos w_i ($i = 1, 2, \dots, n$) y se aproxima con el promedio de los n elementos del fila en la matriz normalizada N. Ahora, nombrando a dicho promedio como " \bar{W} " se tiene que:

$$A\bar{W} = \lambda_{max} \bar{W} \quad (12)$$

donde $\lambda_{m\acute{a}x} \geq n$. Entre más cercana sea $\lambda_{m\acute{a}x}$ a n , más consistente será la matriz de comparaciones pareadas A. Como resultado, el método AHP calcula la razón de consistencia (RC) como el cociente entre el índice de consistencia de A (IC) y el índice de consistencia aleatorio (IA).

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (13)$$

IC se calcula como:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (14)$$

El valor de $\lambda_{m\acute{a}x}$ se calcula a partir de la ecuación siguiente:

$$\sum_{j=1}^n a_{i,j} \bar{w}_j = \lambda_{m\acute{a}x} \bar{w}_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

Y sabiendo que $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, tenemos:

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n a_{i,j} \bar{w}_j \right) = \lambda_{m\acute{a}x} \sum_{i=1}^n \bar{w}_i \quad (16)$$

Esto significa que el valor de $\lambda_{m\acute{a}x}$ se determina al calcular primero el vector columna A y después sumando sus elementos.

Como ya se mencionó, IA es el índice aleatorio de consistencia de A, es decir, el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada en forma aleatoria. Se puede mostrar que el IA depende del número de elementos que se comparan, y asume los valores mostrados en la Tabla 2 (5).

Tabla 2. Valores de los índices aleatorios de consistencia de A (IA)

| N° de elementos que se comparan | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Índice aleatorio de Consistencia (IA) | 0.52 | 0.89 | 1.11 | 1.25 | 1.32 | 1.40 | 1.45 | 1.49 |

Fuente: SAATY, THOMAS L. How to make a Descision: The Analytic Hierarchy Process

2.10 Análisis de sensibilidad

Una vez obtenido el resultado final, el método AHP permite llevar a cabo el análisis de sensibilidad. Este análisis permite analizar la variación del resultado (ordenación de las alternativas) cuando se altera (cambia) la importancia de los criterios. El análisis de sensibilidad debe responder a la pregunta: ¿qué pasa si...? facilitando el análisis en aquellos procesos dinámicos de toma de decisión donde se requiere volver a aplicar el método AHP (para revisar y ajustar el proceso) en un corto o mediano plazo debido a que su entorno está en un continuo cambio.

CAPITULO III

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO MINERO

3.1 Generalidades

Considerando que la evaluación de las alternativas de sitio para las diferentes instalaciones de una unidad minera se realiza en la etapa de proyecto, la descripción desarrollada a continuación correspondiente a dicha etapa, ha sido tomada del Estudio de Impacto Ambiental respectivo (3).

El Proyecto Cerro Corona, perteneciente a la Sociedad Minera La Cima S.A., consiste en la recuperación de cobre y oro a través de la explotación del yacimiento Cerro Corona, y el procesamiento de los minerales sulfurados a través de etapas de chancado, molienda y flotación, para producir un concentrado de cobre con cierto contenido de oro como producto final.

El Proyecto Cerro Corona se encuentra políticamente ubicado en el departamento de Cajamarca, provincia de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, Comunidad Campesina El Tingo, Anexo Predio La Jalca, Caseríos Coymolache y Pílancones. Geográficamente, se encuentra ubicado en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental de los Andes del Norte de Perú, hacia la vertiente continental atlántica, aproximadamente entre los 3 600 y los 4 000 m de altitud.

El depósito Cerro Corona se encuentra aproximadamente 10 km al oeste del poblado de Hualgayoc y 90 km al norte de la ciudad de Cajamarca.

El depósito está contenido en una unidad de diorita intrusiva porfírica cárstica que a su vez, está contenida en intercalaciones de estratos gruesos de caliza en roca madre.

Históricamente, en el área se ha minado a pequeña escala y se han dejado en el lugar socavones y pequeñas pilas de desmonte.

Los estudios de factibilidad desarrollados para el proyecto han considerado reservas explotables aproximadas de 90,3 MT de sulfuros con leyes de 0,52% de cobre y 0,98 g/T de oro. Se ha considerado una capacidad de procesamiento promedio en planta de 17 000 TPD. Además, se estima que se extraerán más de 7 MT

de óxido mineralizado con una ley de oro de 1,28 g/T y una ley de cobre de 0,06%, las mismas que serán acopiadas para un futuro procesamiento. La relación de desbroce (desmonte:mineral) para todo el proyecto será de 0,8:1.

El proyecto considera obras e instalaciones en dos cuencas, denominadas por el estudio de diseño como cuenca este (río Hualgayoc) y cuenca oeste (río Tingo), las cuales están separadas por un sistema de colinas altas en dirección N-S. En la cuenca este se ubica el yacimiento minero, y por lo tanto, el tajo abierto se localizará en esta cuenca; asimismo, se ubicarán dos depósitos de material orgánico, dos pozas de sedimentación, un taller de mantenimiento y las oficinas de mina. La cuenca oeste actualmente contiene tres depósitos de relaves de tamaño pequeño a mediano y la planta concentradora de la reciente operación de la Mina Carolina y en ella se ubicarán el depósito de relaves, el botadero de desmonte de mina, la pila de óxido mineralizado, la planta concentradora, la chancadora y su respectiva plataforma para el material ROM (Run of Mine), y cuatro botaderos de suelo orgánico. El área estimada del proyecto es de 570 ha.

La inversión estimada para este proyecto alcanza aproximadamente los US\$ 125 millones y su operación se ha evaluado económicamente entre 14 y 18 años dependiendo del ritmo de explotación y la ley de corte; sin embargo, el plan de minado actual, basado en un depósito de 90 MT, prevé una vida útil de 14,5 años para la mina.

A continuación se describen las etapas de construcción, de operación y de cierre del proyecto.

3.2 Descripción de la etapa de construcción del proyecto

La etapa de construcción involucra actividades de preparación de áreas e infraestructura necesarias para el inicio de las operaciones. Esta etapa considera trabajos de movimiento de tierras y construcción teniendo una duración aproximada de 18 meses. Las principales actividades de construcción corresponden a la preparación del tajo, la construcción de la planta concentradora, la preparación del área y construcción del dique de arranque del depósito de relaves, la preparación del área y construcción del botadero de desmonte, la construcción de la tubería de transporte de relaves desde la planta hasta el depósito de relaves y la construcción de la infraestructura auxiliar.

El requerimiento de personal variará durante el periodo de construcción, estimándose que en el periodo de punta los requerimientos de personal alcanzarán a aproximadamente 1 200 personas, con un promedio aproximado de 800 personas.

Las actividades de construcción consideradas son las siguientes:

- Construcción de las vías de acceso, cunetas y canales de derivación de aguas superficiales.
- Preparación del tajo abierto.
- Preparación de las áreas de acumulación de material orgánico.
- Preparación de la fundación del botadero de desmonte y pila de óxido mineralizado.
- Construcción de la primera fase de la presa de relaves.
- Construcción de la planta concentradora.
- Construcción de las instalaciones auxiliares.
- Construcción de la nueva tubería para reemplazar la tubería de Manuel Vásquez que atraviesa el área del proyecto.

3.3 Descripción de la etapa de operación del proyecto

La etapa de operación comprende las actividades de movimiento de materiales (mineral y desmonte) producto de las actividades mineras en el tajo Cerro Corona y el tratamiento del mineral en la planta concentradora mediante un circuito de flotación que producirá un concentrado de cobre con contenido de oro. Estas actividades también involucran la puesta en operación del depósito de relaves.

El Proyecto Cerro Corona considera las siguientes actividades de operación:

- Explotación del yacimiento Cerro Corona.
- Disposición de desmonte y óxido mineralizado.
- Procesamiento del mineral.
- Disposición de relaves.
- Manejo de concentrados.

Estas actividades se desarrollarán durante los 365 días del año y las 24 horas al día.

3.4 Explotación del yacimiento Cerro Corona

Durante la fase de operación, el ritmo de explotación del yacimiento Cerro Corona podría alcanzar una máxima producción de mineral de 6,2 MT/año y de extracción de desmonte de 13 MT/año. La relación desmonte: mineral de la vida de la mina se ha estimado en 0,8:1.

La explotación del tajo de la mina Cerro Corona se iniciará con la identificación de los sectores de extracción de desmonte o mineral, para luego proceder a la perforación de taladros y la voladura, utilizando como explosivos el nitrato de amonio y la dinamita.

Para cumplir con el Plan de Explotación Minera se realizarán en promedio 1 a 2 voladuras diariamente. Las voladuras se programarán a las 7:00 y 17:00 horas, para no interferir con otras actividades del proyecto y para minimizar las perturbaciones sobre las personas y el ambiente.

El mineral y/o desmonte que se obtenga de las voladuras en los frentes de trabajo, se cargará mediante palas mecánicas hidráulicas y/o cargadores frontales en camiones mineros convencionales de aproximadamente 100 a 150 T de capacidad, hacia el botadero de desmonte. La supresión del polvo de las voladuras se hará mediante el riego de la zona y constituirá la primera tarea que realizarán los equipos al ingresar a la zona del disparo.

En general, la pila de almacenamiento de óxido mineralizado ha sido planificada de manera similar a la del botadero de desmonte. Las fundaciones estarán libres de todo el suelo orgánico y material coluvial. Se instalarán drenajes para interceptar cualquier filtración o manantial. Tendrá canales de derivación sobre banquetas seleccionadas y con pendientes determinadas para eliminar la escorrentía de manera segura. Estos canales serán diseñados para soportar los flujos de períodos de 100 años/24 horas de largo plazo.

El concepto de desarrollo minero del tajo considera bancos de 10 m de altura y 10 m de ancho. La construcción del tajo considera ángulos inter-rampa entre 40° y 52,5° dependiendo del sector de la mina que se esté explotando. El ángulo de la cara del banco variará también de acuerdo con la roca en explotación, entre 45° y 75°. Los caminos de operación consideran una pendiente máxima de 10% y un ancho de 30 m.

Durante el desbroce y la operación, el agua del tajo será bombeada para mantener los taludes estables y secos. Esta agua será tratada, de ser necesario, y luego descargada en el río Tingo. Los caminos estarán dotados de cunetas laterales y de coronación para evacuar el agua de la precipitación.

El tajo Cerro Corona tendrá una superficie final aproximada de 46 ha y una profundidad final del orden de 340 m.

3.5 Disposición de desmonte y óxido mineralizado

Los materiales de baja ley que serán removidos durante el minado del tajo, serán depositados en el botadero de desmonte o colocados como relleno estructural en la presa de relaves.

En la etapa de operación del proyecto, la extracción del mineral requerirá la remoción de aproximadamente 72,2 MT de desmonte, incluidos 7,2 MT de óxido mineralizado desde el tajo. El desmonte consiste de los siguientes materiales:

- ✓ **Óxido mineralizado (7,2 MT):** a ser generado por corte de la capa superior del tajo, que ha sido altamente intemperizado e intensamente alterado. Este material ha sido caracterizado desde una roca de muy baja resistencia hasta un suelo, constituye una mezcla gravo arcillosa limosa de baja plasticidad.

El Óxido mineralizado será producido en grandes cantidades en el año 0 y posteriormente habrá poca producción hasta el año 4. Todo el material se transportará a la pila de óxido mineralizado para su posterior probable procesamiento.

- ✓ **Óxido No-Mineralizado (5,1 MT):** también será generado por la remoción de la capa superior del depósito. Este material será usado como relleno del núcleo en la presa de relaves y el material excedente será depositado en el botadero.

El Óxido No-Mineralizado será producido abundantemente en los años 0 (pre-producción) y 1 de la vida de la mina (4,3 MT) con cantidades pequeñas producidas en los años 2 al 4.

Un total de 3,4 MT serán usadas en la zona nuclear de la presa, con el resto (1,7 MT) colocado en la parte superior del botadero. La cantidad colocada en la presa puede ser incrementada en el diseño de detalle para ensanchar ligeramente el núcleo y reducir el volumen del espaldón aguas abajo.

- ✓ **Diorita intrusiva** (36,7 MT): roca porfírica de grano medio a grueso de las zonas supergénicas e hipogénicas del depósito que en algunas áreas se encuentra sustancialmente alterada conteniendo varios grados y tipos de materiales arcillosos. Este material ha sido caracterizado como potencialmente generador de ácido y constituye la mayor parte del desmonte generado por Cerro Corona.

La Diorita intrusiva será producida en grandes cantidades (sobre los 2 MT por año) durante los años 1 al 8 con un decrecimiento en la producción anual posterior. Aproximadamente 1,2 MT serán producidas en el año 0. La mayoría de las 36,7 MT producidas serán depositadas en el botadero (31,4 MT) pero aproximadamente 5,3 MT serán colocadas en el espaldón aguas arriba de la presa de relaves. De éstas, 2,6 MT serán colocadas en las dos primeras etapas de la presa, las cuales tienen el mayor volumen de espaldón aguas arriba.

- ✓ **Caliza** (23,1 MT): roca madre que se presenta en los cerros empinados y consiste de bancos carbonatados. Esta roca será interceptada por las paredes del tajo y también removida durante la explotación. La caliza será un material de alta resistencia compuesta por gravas, piedras, bolones y fragmentos de roca con finos no plásticos. Aproximadamente, la mitad de la producción de roca caliza será usada para la construcción del espaldón aguas abajo de la presa de relaves y la otra mitad será colocada en capas y zonas estratégicas en el botadero para soporte estructural y para mitigación de Drenaje Ácido de Roca y Lixiviación de Metales (DAR/LM).

La caliza será producida por la mina en grandes cantidades (sobre los 2 MT por año) durante los años del 2 al 6, y del total de 23,1 MT a ser producidas, aproximadamente 11,9 MT serán colocadas en el espaldón aguas abajo de la presa de relaves (que será incrementado con 3,3 MT de roca de la cantera). Las restantes 10,2 MT serán colocadas en áreas designadas en el botadero.

Con respecto a la estabilidad química, la mitigación del Drenaje Ácido de Roca y Lixiviación de Metales (DAR/LM) será un aspecto importante del botadero de desmonte. El DAR/LM será mitigado en parte colocando la parte inferior del botadero de desmonte por debajo del nivel final de los relaves, por lo que los desmontes ubicados en esta porción del depósito permanecerán sumergidos en el largo plazo. Sobre esta elevación en el botadero de desmonte, el DAR/LM será mitigado colocando suficiente roca caliza en las pilas de desmontes para amortiguar el impacto de las rocas potencialmente generadoras de ácido (PGA).

El botadero de desmonte se ha configurado para lograr una relación de 2:1 de desmontes intrusivos PGA a piedra caliza sobre la superficie final de los relaves y 2,8:1 general. Una prueba del potencial de DAR/LM de los desmontes intrusivos indican que una relación de mezcla de 4 ó 5:1 puede ser suficiente para neutralizar su potencial DAR.

El botadero de desmonte será progresivamente recuperado a lo largo de la vida de la mina nivelando y banquetando las superficies finales conforme éstas van estableciéndose. Las pilas del botadero serán configuradas de manera que permitan obtener taludes finales cuyas pendientes permitan los trabajos de revegetación. La configuración final de la pila de desmonte ha sido preparada asumiendo que el ángulo de reposo del material es de 2H:1V y que las pilas tendrán un talud general de 2,5H:1V utilizando bermas de retiro de 5 m en cada capa. La rehabilitación consistirá en realizar trabajos de corte y relleno para lograr pendientes generales de 2,5H:1V.

Se construirán canales de drenaje sobre banquetas seleccionadas y en ciertos puntos de los taludes para eliminar el agua superficial de manera segura. Los canales de drenaje conducirán el agua hasta el depósito de relaves donde se decantará de la pequeña cantidad de sedimentos acarreados por el agua.

El desmonte de diorita intrusiva tiene un alto potencial de generación de ácido y la mitigación del DAR/LM que podría producirse desde el botadero, será un aspecto importante para el cierre del mismo. Al cierre, se construirá una cubierta sobre el botadero de desmonte para limitar la infiltración y se incluirá una capa de material orgánico para reducir la migración de oxígeno. Adicionalmente, una capa de roca caliza será colocada en la parte superior del botadero con el fin de proporcionar capacidad adicional de neutralización para el agua que eventualmente pueda infiltrar a través del botadero.

3.6 Procesamiento y beneficio del mineral

El proyecto contempla operar una chancadora referida como un “mineral sizer”, la misma que se ubicará en la quebrada Las Gordas; hasta este sector llegarán los camiones provenientes del frente de explotación de la mina. Este equipo no funciona como un sistema de impacto, es un sistema que usa una acción de corte transversal para fracturar el material al tamaño apropiado. El diseño considera sistemas de supresión de polvo en los puntos de generación de partículas finas. Sin embargo, ya que esta operación genera menos polvo que una operación tradicional de chancadora de quijadas, el monitoreo se enfocará en la descarga de los camiones y en la evaluación de la eficiencia de los sistemas de supresión de polvo.

La planta de molienda semiautógena (SAG) está en circuito cerrado para permitir el tratamiento del material supergénico de baja competencia. El circuito de flotación produce un concentrado bulk de calcopirita/pirita del componente denominado rougher scavenger. Este concentrado estará sujeto a un proceso de separación selectiva que involucra la depresión de la pirita en la primera etapa de limpieza, la remolienda de flujos selectivos, seguido por un proceso de tres etapas de limpieza para producir un concentrado de cobre de una ley adecuada.

El mineral molido y clasificado ingresará a la etapa de flotación rougher a través de bombas. El concentrado de la flotación rougher es enviado a la remolienda, mientras que el relave de esta etapa del proceso es enviado al espesador de relaves para la recuperación de agua, y desde allí al depósito de relaves.

El proyecto requerirá de infraestructura general para el desarrollo de los procesos involucrados con la operación de la planta de molienda y flotación de minerales.

3.7 Manejo de concentrados

El concentrado será bombeado al espesador de concentrados. El agua sobrenadante del espesador será transportada por gravedad a la poza de agua de proceso. La descarga del espesador será removida a 60% de sólidos y será enviada al tanque de alimentación del filtro.

El concentrado será transferido del acopio a una casa de secado. Con una tasa de producción de diseño de 650 TPD de concentrado, aproximadamente 22 camiones de 30 T por día saldrán del asentamiento minero con rumbo al puerto de Salaverry.

3.8 Disposición de relaves

Los relaves serán producidos a una tasa de 6,2 MT/año (17 000 TPD) durante 14,5 años con un total de 90 MT. Cada etapa de elevación de la presa ha sido seleccionada para proveer un borde libre de 5 m sobre el nivel final de los relaves (para esa etapa) y sobre el nivel del espejo de agua del depósito de relaves.

Para la mayor parte del período de operación, los relaves rougher scavenger (RRS) serán depositados en contacto con el aire, debido a que este tipo de relave no es generador de ácido, desde varios puntos de descarga a lo largo de la presa de relaves y desde banquetas sobre el botadero de desmonte.

Durante la operación de la mina, los relaves cleaner scavenger (RCS) serán depositados en el fondo de la poza de agua superficial, debido a que este tipo de relaves son generadores de ácido, a través de unos cuantos bancos de tuberías de descarga que se extenderán bajando hasta elevaciones predeterminadas.

3.9 Instalaciones auxiliares

3.9.1 Botaderos de suelo orgánico

Durante al etapa de operación, el suelo orgánico será depositado en botaderos y será utilizado como sustrato para la revegetación progresiva de los taludes y bermas de los caminos, del espaldón aguas abajo de la presa del depósito de relaves, entre otros. Al igual que el botadero de desmonte de mina, el botadero de suelo orgánico tendrá taludes estables y será revegetado para evitar su erosión por el viento y la precipitación.

3.9.2 Cantera

Dos canteras, una al sur y otra al norte, ubicadas en la quebrada Las Gordas, abastecerán de caliza de alta calidad para el espaldón aguas abajo de la presa en las Etapas 1 y 2 durante los 18 meses de la construcción y 6 meses de operación. Las

canteras también podrían proporcionar materiales de filtro y drenaje a la presa de no encontrarse fuentes adecuadas de arena, grava y agregados para concreto.

Se ha estimado que las canteras producirán aproximadamente 2,7 MT de materiales para la presa, más pequeñas cantidades para filtro, drenaje y agregados. Para propósitos de diseño de ingeniería se ha planificado una excavación de un banco con un volumen de 1,3 Mm³.

3.9.3 Vías de acceso

Un acceso para la instalación y servicio de la tubería de RRS será establecido sobre el lado norte del depósito de relaves. El acceso a la sección empinada de las tuberías y a los buzones bajando hacia la presa será mediante los accesos de servicio. La tubería de RCS y la línea de recuperación de agua requerirán de un camino de acceso, partiendo desde el camino de acceso de la tubería de RRS y bajando rodeando el lado norte del embalse del depósito de relaves inmediatamente al norte del botadero de desmonte de mina. Los buzones de los RCS serán alcanzados vía la pendiente del desarrollo del camino. El acceso al pie aguas abajo de la presa y a la poza de retención será vía el cerro que separa las quebradas Las Gordas y Las Águilas.

El nuevo camino de acceso a la Comunidad Campesina El Tingo ha sido diseñado para modificar la ruta alrededor del área del proyecto. El acceso tendrá una pendiente máxima de 7%. Para obtener el acceso será necesario efectuar un corte cuyo talud máximo de corte en roca será de 0,25H:1V. El acceso a El Tingo tendrá una longitud aproximada de 5 300 m y un ancho aproximado de 7 m.

3.9.4 Campamento

El campamento a utilizar durante la etapa de operaciones estará ubicado al suroeste de la pila de óxido mineralizado. El campamento estará constituido por módulos para obreros, supervisores y visitantes. Habrá 8 módulos para alojar al personal obrero (32 obreros por módulo), 3 módulos destinados al alojamiento del personal de supervisión (20 supervisores por módulo) y un módulo para alojar a visitantes (aproximadamente 30 personas).

3.9.5 Oficinas

Las oficinas administrativas definitivas serán construidas en un área cercana a la planta de procesamiento al noreste del botadero de desmonte. Al igual que en el caso de las oficinas administrativas durante la etapa de construcción, las oficinas de operaciones contarán con las instalaciones necesarias para el apropiado desarrollo de las actividades del personal del proyecto. Estas oficinas podrán entrar en funcionamiento aún cuando la etapa de construcción del proyecto no haya terminado y se mantendrán funcionando hasta el final de la vida del Proyecto Cerro Corona.

3.9.6 Laboratorio metalúrgico

El laboratorio metalúrgico estará ubicado en un área cercana a la planta de procesamiento de mineral. El área total del laboratorio, incluyendo la recepción de muestras, el almacenamiento y preparación de ripios, el laboratorio de muestras mecánicas, el laboratorio de análisis de adsorción y lixiviación será de 225 m².

3.9.7 Transporte de concentrados

El puerto más próximo al área del proyecto es el Puerto Salaverry, ubicado a una distancia aproximada de 385 km por carretera de Cerro Corona. Sin embargo, el puerto del Callao, cerca de Lima, es el puerto más probable a ser usado para la descarga de materiales y/o equipos que requieran ser importados durante la construcción, mientras que durante la operación el concentrado será exportado por el puerto de Salaverry.

El transporte de concentrados seguirá la ruta compuesta de 3 tramos principales, partiendo desde Cerro Corona hasta el Puerto Salaverry. Los tramos considerados en la ruta son:

- Tramo 1 Cerro Corona – Cajamarca
- Tramo 2 Cajamarca – Ciudad de Dios
- Tramo 3 Ciudad de Dios - Puerto Salaverry

Antes de iniciar el servicio de transporte, el contratista identificará los lugares a lo largo de la ruta que por su geografía, topografía, conservación de carreteras y clima podrían generar un riesgo. Estas áreas serán consideradas como “áreas críticas” y el

transporte en ellas deberá ser tratado según lo indicado en la Cartilla de Seguridad y/o Cartillas de Respuesta a la Emergencia por derrame o fuga de concentrados de cobre.

Se estima que, durante la etapa de operación, 22 camiones de 30 T de capacidad transportarán durante 12 horas al día un total de 650 T de concentrado. Los camiones serán acondicionados con "bladders" durante el viaje de regreso con el fin de cargar combustible y otros insumos para la mina. Cada viaje para realizar el servicio de transporte de concentrados se llevará a cabo con 2 unidades como mínimo, garantizando el apoyo mutuo entre ambos conductores en caso de presentarse una emergencia. Considerando que el convoy esté constituido por 2 unidades, la frecuencia de paso por la ruta sería de aproximadamente 2 camiones cada hora. Esto permitirá un transporte fluido y no congestionado.

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

4.1 Área de Influencia

Se ha delimitado dos áreas: una de influencia directa y otra de influencia indirecta. El área de influencia directa se ha definido como aquella en la cual, por efectos del proyecto, se prevé potencialmente impactos negativos en su acceso a los recursos naturales o su estructura social, económica y cultural independientemente de que, a su vez, reciba impactos sociales positivos. Por área de influencia indirecta se entiende a aquellos lugares que sin recibir impactos negativos, generan respuestas sociales potenciales a la presencia y actividades del proyecto.

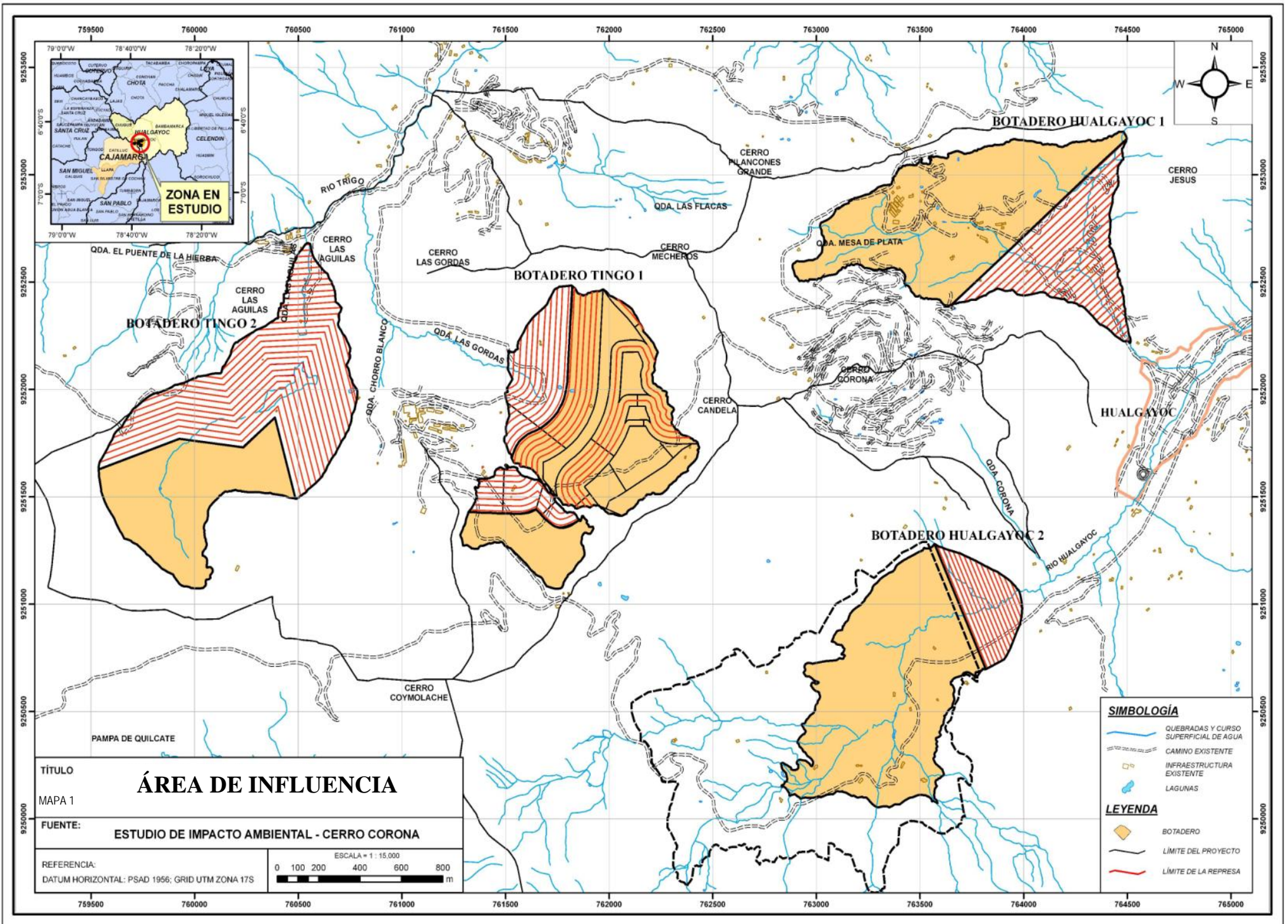
Ambas áreas se centralizan en la provincia de Hualgayoc, la que se encuentra ubicada en la zona central de la región Cajamarca entre los 1 500 y 4 200 m de altitud. Abarca una superficie de 777,15 km², siendo una de las provincias más pequeñas del departamento de Cajamarca con 2,3% de la superficie regional.

Es necesario indicar que, la descripción de los componentes ambientales presentada a continuación, corresponde a la del área de influencia de las instalaciones definitivas elegidas para el Proyecto Minero, pudiendo excluir ésta a algunas de las alternativas de locación propuestas para las diferentes componentes del Proyecto, conforme se observa en el mapa 1.

4.2 Ambiente físico

4.2.1 Ubicación y acceso

El área del Proyecto Cerro Corona se encuentra ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, aproximadamente a 90 km por carretera al noroeste de la capital del departamento de Cajamarca, a aproximadamente 10 km por carretera del poblado de Hualgayoc y a 30 km de Bambamarca (capital de la provincia).



El área del proyecto comprende las partes altas de las cuencas de los ríos Tingo/La Quebrada (conocido también como Tingo/Maygasbamba) y Hualgayoc/Arascorgue, las cuales drenan hacia el océano Atlántico a través de los ríos Llaucano, Marañón y Amazonas. El acceso desde Cajamarca es mediante carretera afirmada.

4.2.2 Fisiografía y topografía

El área del proyecto es montañosa y los cauces de algunos ríos, como en el caso del río Hualgayoc, transcurre por valles formados por pendientes muy empinadas de grandes montañas, en las cuales se pueden apreciar acantilados desnudos. Las pendientes proveen a los ríos un alto poder de erosión de sus cauces.

En el área del proyecto se encuentran los ríos Tingo y Hualgayoc, los cuales discurren hacia el NE. El río Hualgayoc se une al río Llaucán aguas arriba de la ciudad de Bambamarca mientras que el río Tingo lo hace aguas abajo de la misma ciudad. Antes de unirse al río Llaucán, ambos ríos cambian de nombre conociéndoseles como los ríos La Quebrada (Tingo) y Arascorgue (Hualgayoc). Luego de la confluencia del río La Quebrada en el río Llaucán, este último toma el nombre de Llaucano.

Asimismo, en el área del proyecto se presentan dos microcuencas pertenecientes a las cabeceras de los ríos Tingo y Hualgayoc. En la microcuenca del río Tingo se encuentran los cerros Las Gordas, Las Águilas, Coymolache y el lado oeste del cerro Mecheros; también se encuentra la quebrada Las Gordas y la quebrada Las Águilas. En la microcuenca del río Hualgayoc se encuentran los cerros Corona, Candela, Pilancones, Arpón y el lado este del cerro Mecheros, asimismo, se encuentran las quebradas Mesa de Plata y Corona.

4.2.3 Clima y meteorología

Se ha empleado los registros de la estación meteorológica de Hualgayoc ubicada en la cuenca del río Llaucano a una altura de 3510 m.s.n.m.

La época de lluvias en el área de estudio corresponde a los meses de octubre a marzo; mientras que de abril a junio se producen precipitaciones moderadas. La precipitación total anual no varía drásticamente de un año a otro, siendo el valor del Módulo Pluviométrico Anual de 1 360 mm.

En la estación meteorológica Hualgayoc las temperaturas anuales promedio durante el periodo comprendido entre 1972 y 1981 fluctuaron entre 7,2°C (para el mes de julio) y 8,4°C (para los meses de abril y noviembre), siendo la oscilación máxima de 1,2°C.

La evaporación total anual registrada en la estación Hualgayoc (periodo 1972-1981) fue de 676,4 mm, variando el total mensual de 47,4 mm en el mes de febrero a 68,7 mm en el mes de agosto.

La humedad relativa es alta y se mantiene en promedio por sobre el 79%, aumentando durante los meses de lluvia; siendo la media anual de 83,8%.

El área ocupada por el Proyecto Cerro Corona se caracteriza por tener vientos de velocidades medias y bajas con un promedio a lo largo del año de 4,01 m/s. La dirección predominante del viento corresponde al noreste (NE) con una ocurrencia del 27,37% y al cuadrante este (E) con una ocurrencia del 12,67%.

4.2.4 Calidad del aire

Los valores de concentración de material particulado (PM₁₀), de los muestreos realizados durante el año 2004, se encuentran por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire (150 µg/m³).

El mayor registro de PTS (partículas totales en suspensión) se obtuvo en la estación ubicada al oeste del Cerro Las Águilas donde se registró 152 µg/m³, mientras que el mínimo valor se registró en la posta médica de Tingo Alto, con 13 µg/m³. Las concentraciones de plomo, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre en todos los casos registraron valores por debajo del estándar establecido por el D.S. N° 074-2001- PCM³. Asimismo, las concentraciones de arsénico y sulfuro de hidrógeno se encontraron por debajo de los estándares correspondientes (R.M. N° 315-96-EM/VMM y Estándar de Calidad Ambiental del Aire del Consejo de Recursos de Aire del Estado de California, EE.UU.; respectivamente).

³ Esta norma ha sido actualizada y complementada con el D.S. N° 003-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire, publicada el 22 de agosto del 2008.

4.2.5 Ruido y vibración

El estudio de la línea base de los actuales niveles de ruido y vibración, determina que en el entorno cercano, en las estaciones ubicadas en el área correspondiente al futuro Proyecto Cerro Corona, se cumple actualmente con los estándares de ruido establecidos como adecuados para ambos horarios (D.S. N° 085-2003-PCM). No obstante, en el punto ubicado en la escuela Porcón Bajo, establecido con el fin de evaluar el tráfico desde la futura mina hacia Cajamarca, se presentaron niveles superiores a los estándares.

La totalidad de los datos mostró que los niveles de vibración existentes están por debajo de los máximos permitidos por la norma internacional ISO 2631-2, por lo que se concluye que actualmente (año 2005) las poblaciones evaluadas no se encuentran en una situación de impacto negativo producto de las vibraciones generadas por las actividades asociadas a las actividades humanas.

4.2.6 Geología

El yacimiento Cerro Corona es de tipo porfírico de cobre-oro, roca calco-alcalina, cuarzdiorita en un ambiente de margen continental. La intrusión porfírica muestra la abundancia característica de magnetita hidrotermal.

La configuración estructural del área se refleja por lo general en fallas de rumbo y plegamientos cuyos ejes se orientan al noroeste. Regionalmente el área de Cerro Corona se ubica en la flexura de Cajamarca, que ha producido mega-alineamientos con dirección este-oeste, que cortan transversalmente la configuración noroeste dominante de las estructuras de los Andes y que presentan mineralización localizada a escala regional.

En el sub-distrito de Hualgayoc se presentan rocas del Cretáceo (hasta el período Albiano), correspondiente a areniscas, cuarcitas, calizas y limolitas calcáreas del Grupo Goyllarisquiza, Formaciones Inca, Chulec, Yumagual y Pariatambo. Estas rocas han sido intruidas por diques y mantos de Coymolache del período Eoceno, por stocks andesíticos a riódacíticos del período Mioceno, domos y flujos menores de composición similar.

4.2.7 Sismicidad

Hasta 1992, hay 457 sismos registrados en el área del proyecto, teniéndose la primera noticia histórica de un terremoto en 1658. Este evento se registró a 200 km del área de interés y se estima que fue el de mayor magnitud dentro de la zona ($M = 7,7$ en la escala de Richter).

Otro gran movimiento, de magnitud $M = 7,0$ se desencadenó en 1928, a 150 km de Cerro Corona. Asimismo, se tiene referencia de un mínimo de 14 fenómenos sísmicos ocurridos a una distancia de 100 km del área del proyecto, el mayor con una magnitud de 6,0 en la escala de Richter tuvo lugar a 78 km.

Las estadísticas más aproximadas señalan que el 75% de los sismos ocurridos en el área tuvieron magnitudes que rondaron valores de $M = 4,0$ y $M = 4,9$; el 21,5% por encima de $M = 5,0$; el 3,1% por encima de $M = 6,0$ y el 1,3% por encima de $M = 7,0$.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, la zona del Proyecto Cerro Corona se encuentra dentro de una región cuyo riesgo sísmico puede considerarse entre moderado y alto. Según el Reglamento Nacional de Construcciones del Perú el área de Cerro Corona se ubica en la Zona 1 de sismicidad alta.

4.2.8 Suelos

En cuanto a los suelos de la zona de estudio, según la clasificación de la "Food and Agriculture Organization" (FAO, por sus siglas en inglés), en el ámbito general, se encuentran comprendidos los siguientes:

- ✓ Leptosoles: son suelos someros, de escasa evolución y desarrollo. Se definen como suelos naturales que están limitados por una roca continua a menos de 30 cm de la superficie, o bien por un material con más del 40% de equivalente en carbonato cálcico. En el área del proyecto, estos suelos están relacionados con la vegetación asociada a roquedal (parte alta de los cerros Corona, Gordas, Las Gordas y Las Águilas).
- ✓ Andosoles: son suelos con un alto contenido en materiales amorfos casi siempre originados a partir de materiales volcánicos. Presentan un horizonte A úmbrico y mólico situado sobre un horizonte B cámbrico, o un horizonte A ócrico y un horizonte B cámbrico. En el área del proyecto, estos suelos están

relacionados con la vegetación de pastizales (laderas de los cerros Corona, Las Águilas, Gordas y Las Gordas).

- ✓ Cambisoles: son suelos que presentan un horizonte A rico en materia orgánica (mayor al 1%), de color muy oscuro. Este grupo de suelos se ubica por encima de un subsuelo que tiene una saturación de bases menor de 50% dentro de los primeros 100 cm desde la superficie. En el área del proyecto, estos suelos están relacionados con la vegetación de matorral bajo y pastizal/pajonal (laderas de los cerros Las Gordas, Corona, parte intermedia del cerro Gordas y parte baja del cerro Las Águilas).
- ✓ Gleisoles: son suelos que tienen propiedades hidromórficas por manto freático permanente en los 50 cm superiores; además, presentan como horizontes de diagnóstico a un horizonte A o un horizonte H dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo. En el área del proyecto, estos suelos están relacionados con la vegetación de zonas húmedas (parte alta de la quebrada Mesa de Plata y el fondo de quebrada del valle Las Gordas).
- ✓ Antrosoles: son suelos profundamente modificados por el hombre, generado por actividades productivas, como la agricultura, minería o industria. En el área de proyecto, estos suelos se encuentran en el depósito de relaves La Jalca.

Para los diferentes usos del suelo en el área del proyecto se ha considerado cuatro unidades o grupos de tierras principales basadas en las actividades dominantes de la población en el área:

- ✓ Suelos de uso agrícola (se encuentran bajo cultivo o en descanso),
- ✓ Suelos de uso pecuario o ganadero (son utilizados para el pastoreo del ganado),
- ✓ Suelos no utilizados (poco profundos y delgados donde se hace imposible realizar alguna actividad económica rentable) y
- ✓ Suelos con otros usos (sobre los cuales se han desarrollado campamentos, centros poblados, carreteras, caminos y otras infraestructuras existentes en la zona).

4.2.9 Hidrología

La caracterización hidrológica de las microcuencas consideró aquellas que pueden verse alteradas por las futuras operaciones mineras, habiendo sido consideradas en la subcuenca de Hualgayoc-Arascorgue a las microcuencas Corona y Mesa de Plata, por

estar en el área de influencia del Tajo Cerro Corona, y en la subcuenca del río Tingo/Maygasbamba, las microcuencas de Las Gordas y Las Águilas, pues es aquí donde se asentará el depósito de relaves. El caudal representativo medio anual en el río Tingo para un año normal es de 241 L/s, para un año seco puede hablarse de un medio anual de 116 L/s y en un año húmedo de un aporte medio anual de 418 L/s.

a) Subcuenca de Tingo/ Maygasbamba

El río Tingo nace sobre una altitud de 3 900 m al juntarse las aguas de las faldas de los Cerros de Tantahuatay y de algunas pequeñas lagunas estacionales. Se orienta de Oeste a Este y drena un área de 9 km² hasta su confluencia con la quebrada Las Águilas. En este tramo inicial el río Tingo es denominado quebrada del Puente de La Hierba. De la margen izquierda de su cuenca, recibe como afluentes varias quebradas pequeñas como La Laguna Sola, Hueco Grande y quebrada Palo Fierro. Por su margen derecha recibe aporte de las quebradas pequeñas que discurren desde la sucesión de cerros denominados Peñas de las Águilas y de las microcuencas Las Águilas y Las Gordas.

La microcuenca Las Águilas tiene un caudal promedio anual de 22 L/s en año normal. En años secos este caudal llega a 10 L/s y en años húmedos a 38 L/s. El menor caudal promedio mensual calculado en Las Águilas es 3 L/s, en cambio el mayor caudal promedio mensual en un año húmedo puede llegar a 89 L/s en el mes lluvioso de marzo.

La microcuenca Las Gordas tiene un caudal promedio anual de 46 L/s en año normal. En años secos este caudal baja a 22 L/s y en años húmedos llega a 80 L/s. El menor caudal promedio mensual calculado en Las Gordas es 6 L/s, se presenta entre julio y agosto de un año seco, en cambio el mayor caudal promedio mensual en un año húmedo puede llegar a 187 L/s en el mes de marzo.

b) Subcuenca de Hualgayoc-Arascorgue

El río Hualgayoc nace sobre los 3700 m.s.n.m. en el cerro Coymolache, forma en su parte alta una cuenca de pendientes moderadas con afloramientos de agua que hacen del río Hualgayoc un afluente importante del río Llaucano. Se orienta de suroeste a noreste y hasta la ciudad de Hualgayoc drena un área de aproximadamente 14 km².

La microcuenca Mesa de Plata tiene un caudal promedio anual de 33 L/s en año normal. En años secos este caudal baja a 16 L/s y en años húmedos sube a 58 L/s. El menor caudal promedio mensual calculado en la microcuenca Mesa de Plata se aproxima a los 5 L/s en julio de un año seco, en cambio el mayor caudal promedio mensual en un año húmedo es 136 L/s en el mes de marzo.

La microcuenca Corona tiene un caudal promedio anual de 5 L/s en año normal. En años secos este caudal baja a 2,6 L/s y en años húmedos supera los 9 L/s. El menor caudal promedio mensual calculado en Cerro Corona es 0,7 L/s, se presenta en julio de un año seco, en cambio el mayor caudal promedio mensual en un año húmedo puede llegar a 21,9 L/s en marzo.

c) Calidad de agua superficial

Con respecto a la calidad de las aguas en el río Tingo, se tiene que las aguas no presentan degradación de su calidad aguas arriba de la confluencia de la quebrada Las Gordas. Aguas abajo de la confluencia con dicha quebrada (debido a la presencia de drenajes provenientes del botadero de desmontes existentes, a las descargas de las quebradas La "M" y San Lorenzo y a la descarga de la planta de tratamiento de agua de la mina Carolina) ocurre una degradación significativa en la calidad de agua del río Tingo en cuanto al contenido de metales totales, sólidos totales suspendidos y cianuro WAD que persiste aguas abajo del área del proyecto incluso hasta la altura del puente Pújupe. La presencia de bacterias coliformes fecales y totales ha sido detectada, estando asociada a la existencia de descargas de aguas residuales domésticas de pequeñas comunidades, así como a actividades de pastoreo en la zona.

Con respecto a la calidad de las aguas del río Hualgayoc, se tiene que las aguas no presentan degradación de su calidad aguas arriba del pueblo de Hualgayoc. Aguas abajo de la confluencia de la quebrada Mesa de Plata, que es afectada por la presencia de pasivos mineros, ocurre una degradación de la calidad del agua del río en cuanto a metales totales y sólidos totales suspendidos, que se agrava aguas abajo por la presencia de pasivos y actividades mineras existentes, tal como se observa aguas abajo del puente Tahona y en las quebradas aledañas. La presencia de bacterias coliformes fecales y totales detectada está asociada a la existencia de descargas de aguas residuales domésticas de pequeñas comunidades y a actividades

de pastoreo aguas arriba del pueblo de Hualgayoc. Aguas abajo del pueblo de Hualgayoc los niveles de bacterias coliformes fecales y totales en el agua del río se ven significativamente incrementadas debido a las descargas de aguas residuales domésticas del pueblo.

4.2.10 Hidrogeología

Los acuíferos del basamento principal en el emplazamiento de Cerro Corona son la piedra caliza y las intrusivas. El material no consolidado relativamente poco profundo en los valles constituye un acuífero menor en el área.

La elevación de las aguas subterráneas y la dirección del flujo en el emplazamiento parecen ser controlados por la geología y la topografía, siendo la topografía la principal variable de control. Con pocas excepciones, el nivel freático en el emplazamiento es un reflejo de la topografía. El flujo de agua subterránea, por lo general, está controlado topográficamente, con rutas de flujo desde Cerro Corona que emanan en todas las direcciones desde las alturas topográficas. Adicionalmente, las aguas subterráneas descargan a los drenajes (quebradas Hualgayoc, Las Gordas y Las Águilas). Esto significa que el flujo de agua subterránea proveniente de Cerro Corona contribuye a los manantiales y quebradas en todo el emplazamiento, tal vez aún hasta el este en dirección a la quebrada Las Gordas a lo largo de la divisoria del drenaje inferior.

Las áreas de descarga de agua subterránea son los manantiales.

a) Calidad de agua subterránea

La calidad de agua subterránea en el área del tajo abierto es relativamente buena, teniendo una concentración de STD < 239 mg/L, pH 8-8,5 (alcalinidad moderada). Sin embargo, el aluminio, hierro, manganeso y en una muestra el selenio, excedieron los estándares de la OMS para el agua potable.

Por su parte, se tiene que en las cuencas de las quebradas Las Águilas y Las Gordas las operaciones mineras antiguas han afectado los recursos de aguas subterráneas, presentando niveles elevados de metales totales, cianuro total y sulfato.

Por último, en relación a los manantiales ubicados en el área del proyecto, se tiene que la concentración de nitratos y nitritos exceden el ECA de N-nitratos para la clase I

en casi todos los manantiales, aunque se mantienen por debajo del valor guía de la OMS y de la USEPA. Para el caso de los metales, excepto el manantial ubicado en la quebrada Mesa de Plata que excedió el estándar establecido para el cadmio total y en el manantial MAN-01 ubicado al norte del proyecto, el parámetro de arsénico total, ninguno de los otros manantiales presenta valores de metales superiores a los ECAs de la Ley General de Aguas⁴ para la Clase I. Los datos históricos, sin embargo, muestran una excedencia en el selenio total en el manantial SP-6 y concentraciones de níquel total que superan el ECA respectivo en doce de los muestreos realizados; aunque en ningún caso se supera el valor guía de la OMS respectivo. La concentración de fenoles por encima del valor guía de la OMS (0,02 mg/L) en los manantiales Chorro Colorado, Tres Chorros y Chorro Maygasbamba sólo afectaría ligeramente el sabor del agua potable. Estos resultados indican que, en términos generales, el agua de los manantiales cumple con la Clase I del D.L N° 17752 excepto por los contenidos de nitratos más nitritos, así como por el contenido de bacterias coliformes y en algunos casos por los valores de DBO registrados.

4.3 Ambiente biológico

El área de estudio se encuentra dentro del Dominio Andino Patagónico, Provincia Altoandina (Cabrera y Willink, 1973), sector que según Monasterio (1980), correspondería a la Provincia del Páramo y al Dominio Amazónico el cual comprende desde Venezuela hasta los Andes del Norte del Perú a los 8° de latitud.

4.3.1 Zonas de vida

Las “zonas de vida” presentes en el área de estudio son páramo muy húmedo - Subalpino Tropical y páramo pluvial – Subalpino tropical. La segunda de estas zonas comprende un área más pequeña que la primera y se encuentra principalmente en los picos de las montañas a elevaciones por sobre los 4 000 msnm.

En estas zonas, la abundante radiación y un suelo rico en materia orgánica ayudan a que la producción de biomasa por parte de las plantas sea importante. La vegetación terrestre en general tiene follaje pequeño y consta de hojas filiformes con abundante tejido esclerófilo y frutos o semillas pequeñas. Las especies que evolucionaron en este sistema muestran estructuras altamente adaptadas y eficientes ecológicamente.

⁴ Derogada por la Ley de Recursos Hídricos. Ley N° 29338 (31-03-2009)

Este ecosistema tiene una biomasa verde a lo largo de todo el año, especialmente en las áreas húmedas, formada por pastos, ciperáceas, poáceas y arbustos. La vegetación está uniformemente compuesta por arbustos y pastizales combinados con gramíneas y carrizos (*Calamagrostis* spp y *Paspalum* spp). Las actividades agropastoriles se presentan en la mayor parte de las áreas y el pastoreo modifica actualmente la composición vegetal natural de algunas áreas al incluir algunas especies invasoras como *Rumex acetosella*.

4.3.2 Flora y vegetación

En el área de estudio las especies florísticas presentes indican una “riqueza específica” conformada por 212 especies distribuidas en cuatro tipos de formaciones vegetales: Ribereña o asociada a Zonas Húmedas, Roquedal, Pastizal Bajo y Pajonal Disperso y Matorral Bajo.

De acuerdo con Brako y Zarucchi (1996), se han determinado 38 especies como “especies endémicas”. Es necesario aclarar que se trata de endemismos regionales.

De acuerdo con la Lista Oficial de Especies de Flora y Fauna Amenazada en el Perú (Resolución Ministerial N° 101710-77-AG/DGFF)⁵, la única especie categorizada como especie en vías de extinción dentro del área del proyecto es *Polylepis racemosa* “queñoa”, especie categorizada como vulnerable en la Lista de UICN, entidad que atribuye la disminución de sus poblaciones a la pérdida o degradación de su hábitat. Cabe destacar que dentro del área del proyecto, los especímenes de *Polylepis racemosa* registrados no se encuentran distribuidos en parches de bosques naturales, sino que han sido plantados por los comuneros locales a fin de ser utilizados como cerco vivo y para leña y ocupan aproximadamente un 0,15% del área del proyecto.

a) Vegetación ribereña o asociada a zonas húmedas

Esta formación se desarrolla sobre terrenos con poco drenaje y con una gran concentración de materia orgánica. Se encuentra asociada con ambientes acuáticos

⁵ Derogada por el D.S. N° 043-2006-AG Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre (06-07-2006) y D.S. N° 034-2004-AG Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre (22-09-2004)

como los fondos de quebrada. Se estima que esta formación vegetal ocupa aproximadamente el 3,4% del área del proyecto.

Según la evaluación de campo, se registraron 23 especies distribuidas en 10 familias botánicas, encontrándose los siguientes porcentajes de distribución: Poaceae (26,1%), Asteraceae (21,7%), Cyperaceae (13,0%), Iridaceae y Campanulaceae (8,7%) y el resto de familias conformando cada una de ellas un 4,4% del total de especies.

En el área destacan como “especies dominantes” y de “mayor amplitud ecológica”: *Isolepis inundata*, *Carex pichinchensis*, *Carex fecunda* “suda” y *Paspalum pilgerianum* “nudillo”; además de la *Cortaderia* sp “cortadera”, *Calamagrostis eminens* “ichu” y *Luzula racemosa* “incapa cucán”. No se reportaron endemismos. Se ha observado la asociación *Carex* spp + *Calamagrostis* spp.

b) Vegetación asociada a roquedal

Esta formación vegetal se encuentra presente en casi todas las laderas del área del proyecto y en ella existe una menor cobertura vegetal que en las demás formaciones, la cual es complementada con rocas y en menor porcentaje con suelo desnudo. Está presente el pajonal disperso acompañado de arbustos de bajo porte tales como *Senecio* sp., *Pernettya prostata* “macha-macha” y *Monnina* sp. y hierbas diversas tipo acaules o subacaules adheridas al suelo (*Hypochaeris* sp. y *Paranephelius* sp.). Se estima que esta formación vegetal ocupa aproximadamente el 9,3% del área del proyecto.

En la parte media de la ladera noroeste del cerro Las Gordas, se registraron 43 especies distribuidas en 18 familias botánicas, encontrándose los siguientes porcentajes de distribución: Asteraceae (37,2%), Poaceae (16,3%), Rosaceae (7%), Scrophulariaceae (4,7%), Apiaceae (4,7%), y el resto de familias conformando cada una de ellas un 2,3% del total de especies.

Las especies dominantes *Achyrocline alata* “kumu-kumu”, *Alchemilla aphanoides* y *Alchemilla orbiculata* “chili fruta” son herbáceas nativas características de zonas con pendientes rocosas. Otra especie característica y representada con un alto porcentaje de cobertura fue la herbácea invasora *Rumex acetosella*. Por otra parte, si bien los porcentajes de sus coberturas fueron relativamente menores, también se encontraron

arbustos típicos de afloramientos rocosos tales como: *Senecio* spp., *Pernettya prostrata* “macha-macha” y *Monnina salicifolia* “muchuy”.

c) Formación de pastizal bajo y pajonal disperso

El pastizal bajo se caracteriza por la presencia de vegetación cespitosa, hierbas adheridas al suelo, plantas forrajeras como *Trifolium repens* “trébol” y pajonal disperso en forma de manojos o macollas, en los que dominan principalmente gramíneas altas de los géneros *Calamagrostis*, *Festuca* y *Stipa* (“ichu”). Rodeadas por esta formación se encuentran parcelas de cultivo y cercos vivos de *Polylepis racemosa* “queñoa”.

Esta formación vegetal es la dominante en el área del proyecto y se estima que ocupa aproximadamente un 79,8% del área total del mismo.

En los sectores del valle y en las laderas bajas predomina el pastizal bajo por ser las zonas con mayor uso agropastoril, mientras que las laderas medias se caracterizan por estar dominadas por un pajonal disperso y las laderas medias-altas están mayormente cubiertas por un pastizal-pajonal homogéneo, pudiendo encontrarse algunos arbustos pequeños y hierbas dispersas.

Se han identificado “especies dominantes” y de “mayor amplitud ecológica” como el: *Trifolium repens* “trébol”, *Alchemilla orbiculata* “chili fruta”, *Alchemilla aphanoides*, *Vulpia australis*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis breviculmis* y *Festuca glabrata*. Dos de las especies comunes evaluadas *Dactylis glomerata* y *Rumex acetosella* son especies introducidas e invasoras.

d) Formación de matorral bajo

Formación vegetal que en el área de estudio se distribuye generalmente en franjas y ha sido registrada en la parte baja de la ladera este del cerro Las Águilas y en la parte media de la ladera noroeste del cerro Las Gordas. Se estima que esta formación vegetal ocupa el 0,3% del área del proyecto.

Destacan como “especies dominantes” y de “mayor amplitud ecológica”: *Hypericum laricifolium* “chinchango”, *Bartsia crisafulli*, *Paranephelius uniflorus* “chchahue chchahue”, *Rumex acetosella* y *Werneria nubigena* “callhuacallhua”. También está presente la asociación *Hypericum laricifolium* + *Orthosanthus chimboracensis*.

Además de la especie dominante *Hypericum laricifolium* “chinchango” destaca la presencia de otra especie arbustiva *Lupinus jelskianus* “quitatauri”, endémica regional distribuida entre los 2 500 y 3 500 m de altitud y reportada para Cajamarca.

4.3.3 Fauna terrestre

En cuanto a fauna terrestre, existen reportadas un total de 40 especies, que incluyen 33 especies de aves, 1 especie de reptil, 1 especie de anfibio y 5 especies de mamíferos.

En base a los criterios de clasificación de estado y/o amenaza del INRENA (D.S. N° 034-2004-AG), ninguna de las especies registradas en la presente evaluación se encuentra considerada dentro de las categorías de conservación establecidas actualmente. Basándose en la posibilidad de encontrar alguna de las siguientes especies en la zona, se detalla su clasificación: *Telmatobius brevipes* (en peligro), *Atelopus peruensis* (en peligro) y *Falcoperegrinus* (casi amenazado).

Se han identificado especies de avifauna como *Conirostrum cinereum* “mielerito cinereo”, *Patagona gigas* “picaflor gigante”, *Ochthoeca fumicolor* “pitajo ahumado”, *Catamenia inornata* “corbatita azulada”, *Oreotrochilus stella* “picaflor cordillerano”, *Agriornis montana* “arriero”, *Muscisaxicola alpina* “dormilona gris”, *Cinclodes fuscus* “churrete cordillerano”, *Phalcoboenus megalopterus* “chinalinda”, *Colaptes rupicola* “pito”, *Buteo polyosoma* “aguilucho común”, *Polioxolmis rufipennis* “tiránido palmeado rufo”; mamíferos como *Pseudalopex culpaeus* “zorro andino”, *Conepatus semistriatus* “zorrino”, *Lagidium peruanum* “vizcacha”, *Akodon mollis* “ratón campestre de pelo suave” y *Odocoileus virginianus* “venado cola blanca”; reptiles como *Stenocercus melanopygus*, *Stenocercus chrysopygus*, *Proctoporus ventrimaculatus* y *Dicrodon* sp.; anfibios *Telmatobius latirostris*, *Telmatobius brevipes*, *Bufo cophotis* y *Phrynopus* sp., *Eleutherodactylus cajamarcensis*, *Atelopus peruensis*, *Gastrotheca monticola*.

4.3.4 Vida acuática

En el río Hualgayoc se identificaron 4 especies de perifitos. Ningún perifiton fue encontrado en la evaluación realizada en el río Tingo o de la quebrada Las Águilas.

En los tres cauces indicados se registró presencia de fitoplancton; sin embargo no hubo presencia de grupos de zooplancton. En términos generales, los peces se presentan solamente aguas arriba del puente Tingo y del pueblo de Hualgayoc. Aguas abajo de estos puntos, ambos ríos reciben una cantidad alta de aguas contaminadas, lo que inutiliza el agua para la vida de los peces.

En las cercanías de la zona de estudio no existen Áreas Naturales Protegidas por el Estado.

4.4 Ambiente socioeconómico

4.4.1 Área de influencia directa

El área de influencia directa comprende a la Comunidad Campesina El Tingo, dos caseríos o anexos que la conforman y que tienen su propia dinámica, Pílancones y Coymolache, y el centro urbano del distrito de Hualgayoc.

En esta área se ha estimado, conforme al Censo realizado por Social Capital Group, una población de 2 651 habitantes agrupada en 565 hogares. Las condiciones generales de las viviendas responden a las de tipo rural, no sólo en cuanto a la infraestructura donde predominan las paredes de adobe, sino también en cuanto al limitado acceso que tienen a los servicios de luz, agua y desagüe, salvo el caso de Hualgayoc que por ser la sede distrital y concentrar las actividades urbanas de la zona se encuentra en mejores condiciones.

La población, con excepción de Hualgayoc, tiene como fuente principal de empleo e ingresos la actividad agropecuaria, destacando su condición de microproductores de ganado lechero. Complementariamente, parte de esta población, por el carácter minero de la zona, trabajan o han trabajado como obreros en los centros mineros.

Dentro de estas condiciones se estima que la pobreza alcanza entre el 26,9 y 33,0% de su población y en el caso de la pobreza extrema, ésta va desde un rango de 7,7% en el caso de Hualgayoc pasando por rangos que van desde el 18,5 al 39,1% en el resto de centros poblados.

Por último, lo que más caracteriza a esta población es su organización preferente en Rondas Campesinas, las mismas que en gran parte canalizan sus aspiraciones en

cuanto a desarrollo local y en relación a las expectativas favorables que hoy tienen respecto del Proyecto Minero Cerro Corona.

4.4.2 Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta comprende la ciudad de Bambamarca, capital de la provincia de Hualgayoc, las localidades que se encuentran en las cuencas de los ríos Tingo-Maygasbamba y del Hualgayoc-Arascorgue, incluyendo a los usuarios del Proyecto de Agua Potable Manuel Vásquez Díaz.

De igual forma se ha considerado dentro del área de influencia indirecta el distrito y puerto de Salaverry, punto de llegada de la ruta de transporte de concentrados del proyecto en el departamento de La Libertad y las localidades que se encuentran en ese mismo trayecto.

En relación a Bambamarca y las localidades que se encuentran en las cuencas, cabe indicar que geográficamente es la zona que mayores vínculos tiene con Hualgayoc, tanto por ser capital de la provincia del mismo nombre, como por compartir los mismos valles. Su población también se dedica mayoritariamente a las actividades agropecuarias, aunque, a diferencia de Hualgayoc, no se han especializado en la cría y producción de ganado lechero.

Los productores, por lo general tienen la condición de minifundistas y por eso no menos del 60% busca actividades complementarias como la artesanía para poder subsistir. Aunque la actividad minera no se desarrolla en esta zona, los ríos han recibido históricamente los efectos de ésta y actualmente son un problema los pasivos ambientales. Por ello, esta población que se apoya también en organizaciones como las rondas campesinas, junta de usuarios y, a su vez, en el municipio provincial y otras autoridades y organizaciones de Bambamarca, aunque saben que, respecto del Proyecto Cerro Corona, sus beneficios van a ir principalmente hacia las comunidades de la zona de influencia directa, tienen la expectativa de que se les apoye en la preservación y recuperación de un medio ambiente más favorable a las actividades agropecuarias.

En lo que se refiere a las localidades que se encuentran en la ruta de transporte, la mayor parte son centros poblados de carácter rural, algunos, ya en la costa, por el propio tráfico mercantil han desarrollado el área de servicios. En el caso de los centros

poblados de Cajamarca, aunque no estén vinculados directamente a la minería, el peso de esta actividad en la región les permite tener ciertas expectativas de mejora indirecta, vía el canon, por ejemplo. En el resto de centros poblados, en la costa no hay esta expectativa. Sólo en el caso de Salaverry, lugar de embarque, la población espera que esto sirva para poner de relieve este puerto y mejorar su ubicación socioeconómica.

4.4.3 Ambiente de interés humano

De los trabajos de prospección, se pudo determinar la existencia de tres posibles “abrigos rocosos de origen arqueológico” en el área del tajo minero de Cerro Corona, en los cuales se ubicaron unidades de excavación de 2 x 2 m, las cuales brindaron una estratigrafía de origen natural, no encontrándose vestigios arqueológicos en ninguno de ellos, más aún dos de los tres supuestos abrigos rocosos, específicamente los abrigos 1 y 3, resultaron ser de origen artificial pues su oquedad y su forma tratan de mantener una dimensión y forma constante; pudiendo haber tenido uso minero durante la época colonial o quizás a principios de la república. Por su parte, el abrigo rocoso 2, tiene una apariencia más natural y presenta características distintas a los otros abrigos, como el permanecer seco, que es un punto favorable para ser habitado, pero las excavaciones confirmaron, que no presentó ocupación humana. Lo evidente es que en ninguno de los tres abrigos rocosos existió ocupación prehispánica.

Teniendo estos conocimientos previos los denominados abrigos rocosos fueron evaluados arqueológicamente, encontrándose que los mismos se constituían como minas coloniales, las cuales son frecuentes en la zona. Una vez caracterizados los supuestos “abrigos rocosos de origen arqueológico”, se prosiguió a ubicar 10 pozos de sondeo de 2x1 de aproximadamente 40-80 cm de profundidad que se establecieron a fin de cubrir estratégicamente el área de estudio. De igual forma, ninguno de los pozos de sondeo brindó vestigios arqueológicos.

Estos trabajos permitieron concluir que en toda el área del denuncia minero no existe evidencia de restos arqueológicos; conclusión que fue confirmada durante la visita de supervisión de campo por parte del personal del INC-Cajamarca.

Como resultado de la evaluación arqueológica, el INC otorgó el CIRA N° 2004-0176 para la propiedad superficial del Proyecto Cerro Corona.

CAPÍTULO V

CARACTERIZACIÓN DEL DESMONTE

5.1 Generalidades

La caracterización de desmontes para el Proyecto Cerro Corona se llevó a cabo usando información recogida de numerosas compilaciones de pruebas estáticas y cinéticas (3).

En primer lugar, se empleó información sobre la alteración geológica, mineralógica e hidrotermal del yacimiento mineral propiamente dicho para pronosticar las características del desmonte. Luego, se reunió los datos de laboratorio sobre el desmonte, incluyendo los análisis de azufre elemental y total, determinaciones de potencial de neutralización y lixiviabilidad cinética. Sociedad Minera Corona (SMC) proporcionó análisis de la caracterización del desmonte a partir de evaluaciones previas del Proyecto desde 1995, aproximadamente.

Estos datos y las conclusiones a las que se llegó a partir de ellos en el presente informe se han incorporado a las consideraciones de diseño para el depósito de relaves y el botadero de desmonte.

Para efectos del diseño técnico, desmonte se refiere a cualquier roca de ley mineral marginal que se retirará del tajo durante la explotación y/o la roca mineralizada destinada para apilamiento para un posible procesamiento futuro. Estos desmontes constan de cuatro categorías diferentes:

- Óxido mineralizado
- Óxido no mineralizado
- Roca intrusiva de diorita (con sulfuros)
- Piedra caliza

Estos desmontes se eliminarán en el botadero o la pila de óxido mineralizado o se colocarán como relleno compactado bajo control en la presa de relaves. Aproximadamente la mitad de la piedra caliza se usará para la construcción de la carcasa aguas abajo de la presa de relaves, y la otra mitad de colocará en capas y

zonas estratégicas del botadero para fines de soporte estructural y mitigación del drenaje ácido de roca (DAR).

5.2 Características del desmonte según lo deducido de la geología del yacimiento mineral

En el estudio realizado por R.W. Leonardson en 1995 titulado “Review of Cerro Corona Alteration, Mineralization and Recording Procedures” (Revisión de la Alteración, Mineralización y Procedimientos de Registro de Cerro Corona) se proporciona información acerca de la distribución de minerales de sulfuro en la piedra caliza intrusiva y hospedante circundante de Cerro Corona. En él se indica que al parecer la pirita se ha introducido principalmente durante la fase de alteración del metasomatismo de hidrógeno asociada con la celda hidrotermal colapsante y el enfriamiento de plutón. El emplazamiento más intenso de pirita ha sido asociado con la alteración de cuarzo-sericita-pirita y sericita-arcilla-pirita, que se concentró en las carcadas mineralizadas con cobre, previamente fracturadas, y caracterizadas por venas de cuarzo-magnetita tempranas.

Durante las investigaciones realizadas por Rosengren (1997) se reconoció tres tipos de arcilla de alteración y se relacionó la “arcilla blanca” con la alteración de sericita/pirita o fílica. De acuerdo con las secciones y los planes de tipos de alteración de ECS Mining Consultants (EDF Apéndice 3.10), la alteración de arcilla blanca mejor desarrollada aparece en la periferia este y norte de la reserva de Cerro Corona. La distribución de pirita interpretada por Rosenberg se aproxima a los cálculos visuales del contenido de pirita en testigos de perforación. Por tanto, es razonable asumir que la porción suroeste del tajo puede contener la mayor cantidad de roca de pirita debido a la fase de alteración potásica mejor desarrollada que se fractura en ese lugar.

5.3 Métodos de caracterización de desmontes

Se llevaron a cabo tres tipos de análisis de caracterización de los desmontes en la mina de Cerro Corona, a saber, balance ácido-base estático, prueba cinética y distribución de azufre dentro del cuerpo mineral. La siguiente sección describe la metodología de estos análisis y los resultados de los estudios realizados.

5.3.1 Balance ácido-base estático

El balance ácido-base (ABA), es una metodología de prueba estática para caracterizar el potencial relativo para generar ácido y neutralizar ácido de los materiales naturales. La medición de la concentración de especies de azufre (S) total y/o S discreto (sulfuro, sulfato y S insoluble/refractario) se lleva a cabo para determinar el potencial de generación de ácido total (AP). El potencial de neutralización (NP) se determina por titulación de NaOH, luego del consumo de todos los minerales neutralizantes (principalmente carbonatos reactivos) con una cantidad definida de HCl. De manera convencional, los resultados del análisis ABA (Pautas BC, 1998 y SENES, 1994) se interpretan basándose en:

- Proporciones de NP/AP:
 - Los valores < 3 significan materiales potencialmente generadores de ácido,
 - Los valores < 1 significan materiales altamente generadores de ácido y,
 - Los valores > 3 significan materiales consumidores de ácido.
- Potencial de Neutralización Neto (NNP = NP – AP):
 - Los valores $< -20 \text{ T CaCO}_3/1,000\text{T}$ significan materiales generadores de ácido,
 - Los valores $> 20 \text{ T CaCO}_3/1,000\text{T}$ significan materiales consumidores de ácido y,
 - Los valores entre $20 \text{ T CaCO}_3/1,000\text{T}$ y $-20 \text{ T CaCO}_3/1,000\text{T}$ son inciertos.

5.3.2 Pruebas de celdas de humedad

Las pruebas de celdas de humedad son un método de prueba cinética estándar diseñado para medir índices de reacción que resultan de la interacción de agua-roca, y las tendencias de liberación temporal de acidez y metales disueltos. Las celdas de humedad proporcionan un método de prueba agresivo, que en poco tiempo (semanas) puede imitar las reacciones que ocurren a largo plazo en el campo.

5.3.3 Distribución de azufre

El análisis de los datos sobre azufre total de los desmontes de Cerro Corona fue realizado por MGF (Vehrs, 2004). Los datos disponibles sobre azufre incluyen 3655 muestras, entre ellas 3088 determinaciones de azufre total mediante

espectrofotometría (ICP) con plasma acoplado por inducción y 655 determinaciones de azufre total realizadas usando un horno Leco.

5.4 Estudios realizados de caracterización de desmontes

A continuación se indican los trabajos documentados para caracterizar el desmonte y un resumen de la información resultante.

Core Laboratories (1995)

Dieciocho muestras fueron presentadas por Knight Piésold y analizadas por Core Laboratories en mayo de 1995. De éstas, cuatro se describen como “desmonte de óxido”, “óxido mineralizado,” “de transición,” y “desmonte hipógeno”. También se analizaron cuatro muestras de “mineral hipógeno”, una de “skarn” y una de “piedra caliza”.

En todas las muestras, se determinó azufre total, especies de azufre, pH en pasta y potencial de neutralización. El azufre total osciló entre menos de 0,5% por peso para la piedra caliza, el óxido mineralizado y el óxido no mineralizado, y 7,24% por peso para el desmonte hipógeno. Con excepción de la roca caliza y el óxido mineralizado, se determinó que las muestras tenían un alto potencial de generación de ácido (el potencial neto de neutralización [PNN] osciló entre -34 y -216 kg CaCO₃/T) (Tabla 3). El óxido mineralizado analizado estuvo en el rango indeterminado de potencial de generación ácido (20 a -20 kg CaCO₃/T).

Lakefield Research Ltd. (1996)

Veinte muestras se sometieron a un análisis para determinar azufre total, azufre-sulfuro, pH en pasta y PN. Las concentraciones de azufre total oscilaron entre 0,94 y 7,42% por peso. Sin embargo, no se ha encontrado ninguna descripción de estas muestras, excepto que las mismas se describen como “desmonte”. Sólo una muestra tuvo una calificación de PNN positivo (no productora de ácido) y 12 muestras presentaron una tendencia potencialmente alta a la producción de ácido (el PNN osciló entre -58 y -231 kg CaCO₃/T) (Tabla 4).

Tabla 3. Datos sobre Conteo Ácido-Base, Laboratorios Core, 1995

| | S(tot) wt% | S-S wt% | S (insol) wt% | SO ₄ -S wt% | % S(tot) como Sulfato-S porcentaje | APP-S(tot) kg CaCO ₃ /T | APP-S-S kg CaCO ₃ /T | NP kg CaCO ₃ /T | PNN S(tot) kg CaCO ₃ /T | NANP S-S kg CaCO ₃ /T | pH |
|-------------------------|------------|---------|---------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------|
| 1A-MINERAL OXIDADO | 0,45 | 0,38 | 0,07 | <0.01 | 0,0% | 14,1 | 11,9 | 4,8 | -9,3 | -7,1 | 5,17 |
| 1B MINERAL OXIDADO | 0,56 | 0,48 | 0,08 | <0.01 | 0,0% | 17,5 | 15,0 | 0,2 | -17,3 | -14,8 | 4,83 |
| 1C MINERAL OXIDADO | 0,05 | 0,07 | <0.01 | <0.01 | 0,0% | 1,6 | 2,2 | 17,5 | 15,9 | 15,3 | 5,16 |
| 2A RESIDUO DE OXIDO | 0,21 | 0,22 | <0.01 | <0.01 | 0,0% | 6,6 | 6,9 | 0,5 | -6,1 | -6,4 | 4,48 |
| 2B RESIDUO DE ÓXIDO | 0,24 | 0,23 | 0,01 | <0.01 | 0,0% | 7,5 | 7,2 | 3,1 | -4,4 | -4,1 | 5,27 |
| 2C RESIDUO DE ÓXIDO | 0,45 | 0,31 | 0,14 | <0.01 | 0,0% | 14,1 | 9,7 | 13 | -1,1 | 3,3 | 5,46 |
| 3A-TR | 2,9 | 2,03 | 0,87 | <0.01 | 0,0% | 90,6 | 63,4 | 7 | -83,6 | -56,4 | 5,13 |
| 3B-TS | 2,81 | 2,01 | 0,8 | <0.01 | 0,0% | 87,8 | 62,8 | 6,3 | -81,5 | -56,5 | 4,91 |
| 3C-HS | 4,12 | 2,82 | 1,28 | 0,02 | 0,5% | 128,8 | 88,1 | 12,3 | -116,5 | -75,8 | 5,71 |
| 4-HD-A RESIDUO HIPOGENO | 2,77 | 2,37 | 0,4 | <0.01 | 0,0% | 86,6 | 74,1 | 46,8 | -39,8 | -27,3 | 7,26 |
| 4-HD-B RESIDUO HIPÓGENO | 7,24 | 6,67 | 0,57 | <0.01 | 0,0% | 226,3 | 208,4 | 9,8 | -216,5 | -198,6 | 4,87 |
| 4-HD-C RESIDUO HIPÓGENO | 2,43 | 1,76 | 0,67 | <0.01 | 0,0% | 75,9 | 55,0 | 41,9 | -34,0 | -13,1 | 7,19 |
| 5-HM-A MINERAL HIPÓGENO | 2,67 | 1,95 | 0,72 | <0.01 | 0,0% | 83,4 | 60,9 | 17,8 | -65,6 | -43,1 | 6,17 |
| 5-HM-B MINERAL HIPÓGENO | 6,16 | 4,5 | 1,66 | <0.01 | 0,0% | 192,5 | 140,6 | 21,7 | -170,8 | -118,9 | 5,31 |
| 5-HM-C MINERAL HIPÓGENO | 3,17 | 2,04 | 1,09 | 0,04 | 1,3% | 99,1 | 63,8 | 5,1 | -94,0 | -58,7 | 6,75 |
| 5-HM-D MINERAL HIPÓGENO | 3,87 | 2,36 | 1,5 | <0.01 | 0,0% | 120,9 | 73,8 | 13,2 | -107,7 | -60,6 | 6,1 |
| 6-C SKARN | 2,32 | 1,78 | 0,5 | 0,04 | 1,7% | 72,5 | 55,6 | 34,5 | -38,0 | -21,1 | 6,84 |
| 7-CF PIEDRA CALIZA | <0.01 | 0,03 | <0.01 | <0.01 | 0,0% | 0,0 | 0,9 | 778 | 778,0 | 777,1 | 10,66 |

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Cerro Corona

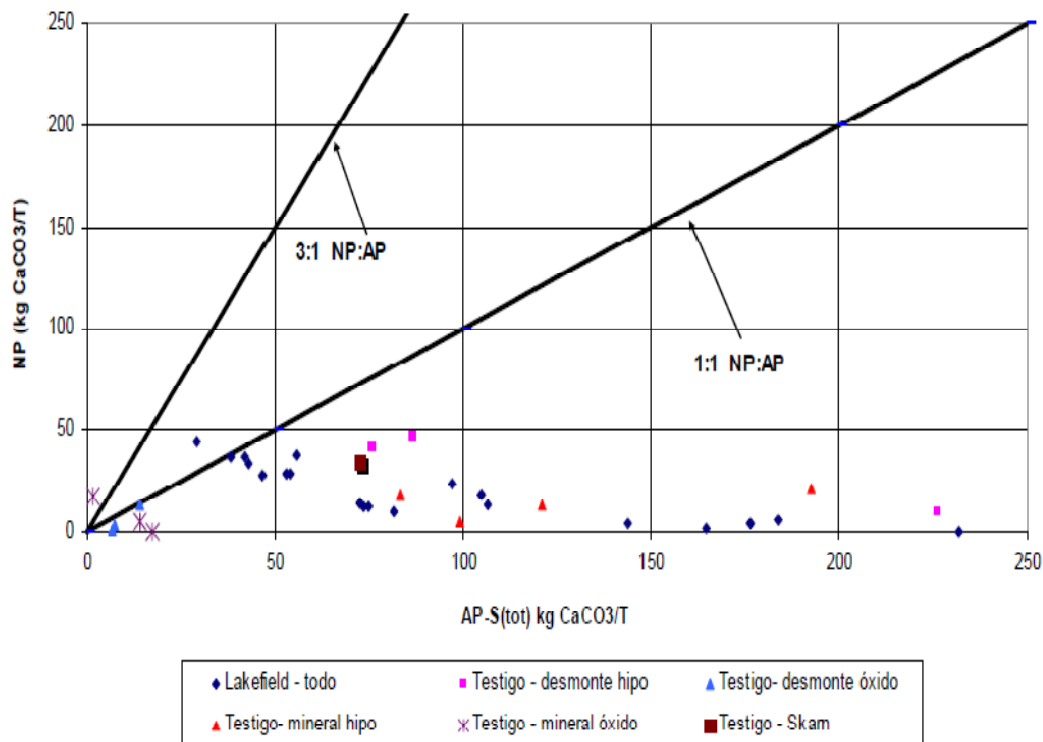
Tabla 4. Datos sobre Conteo Ácido-Base, Lakefield Research, 1996

| ID de la Muestra | S(tot) wt% | Sulfato-S wt% | S(insol) wt% | SO ₄ -S wt% | % S(tot) como Sulfato-S porcentaje | APP-S(tot) kg CaCO ₃ /T | APP-S-S kg CaCO ₃ /T | NP kg CaCO ₃ /T | PNN S(tot) kg CaCO ₃ /T | NANP S-S kg CaCO ₃ /T | pH |
|------------------|------------|---------------|--------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------|
| 1 | 1,73 | 1,38 | | 0,35 | 20,2% | 54,1 | 43,1 | 29 | -25,1 | -14,1 | 7,63 |
| 2 | 1,7 | 1,28 | | 0,42 | 24,7% | 53,1 | 40,0 | 29 | -24,1 | -11,0 | 7,59 |
| 3 | 2,36 | 1,87 | | 0,49 | 20,8% | 73,8 | 58,4 | 12 | -61,8 | -46,4 | 6,5 |
| 4 | 3,36 | 3,05 | | 0,31 | 9,2% | 105,0 | 95,3 | 18 | -87,0 | -77,3 | 6,95 |
| 5 | 2,61 | 2,14 | | 0,47 | 18,0% | 81,6 | 66,9 | 10 | -71,6 | -56,9 | 5,51 |
| 6 | 3,41 | 2,98 | | 0,43 | 12,6% | 106,6 | 93,1 | 13 | -93,6 | -80,1 | 6,38 |
| 7 | 4,6 | 3,99 | | 0,61 | 13,3% | 143,8 | 124,7 | 4 | -139,8 | -120,7 | 4,43 |
| 8 | 5,65 | 5,12 | | 0,53 | 9,4% | 176,6 | 160,0 | 4 | -172,6 | -156,0 | 3,01 |
| 9 | 5,88 | 5,33 | | 0,55 | 9,4% | 183,8 | 166,6 | 6 | -177,8 | -160,6 | 8,53 |
| 10 | 7,42 | 6,93 | | 0,49 | 6,6% | 231,9 | 216,6 | 0,1 | -231,8 | -216,5 | 3,94 |
| 11 | 1,78 | 1,58 | | 0,2 | 11,2% | 55,6 | 49,4 | 38 | -17,6 | -11,4 | 8,45 |
| 12 | 1,38 | 1,11 | | 0,27 | 19,6% | 43,1 | 34,7 | 34 | -9,1 | -0,7 | 8,56 |
| 13 | 1,49 | 1,23 | | 0,26 | 17,4% | 46,6 | 38,4 | 28 | -18,6 | -10,4 | 8,77 |
| 14 | 1,34 | 1,01 | | 0,33 | 24,6% | 41,9 | 31,6 | 37 | -4,9 | 5,4 | 8345 |
| 15 | 0,94 | 0,73 | | 0,21 | 22,3% | 29,4 | 22,8 | 44 | 14,6 | 21,2 | 8,56 |
| 16 | 1,23 | 0,92 | | 0,31 | 25,2% | 38,4 | 28,8 | 37 | -1,4 | 8,3 | 8,35 |
| 17 | 3,11 | 2,67 | | 0,44 | 14,1% | 97,2 | 83,4 | 24 | -73,2 | -59,4 | 6,7 |
| 18 | 2,4 | 2,03 | | 0,37 | 15,4% | 75,0 | 63,4 | 12 | -63,0 | -51,4 | 5,87 |
| 19 | 5,27 | 4,68 | | 0,59 | 11,2% | 164,7 | 146,3 | 2 | -162,7 | -144,3 | 3,61 |
| 20 | 2,32 | 1,91 | | 0,41 | 17,7% | 72,5 | 59,7 | 14 | -58,5 | -45,7 | 6,89 |

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Cerro Corona

La figura 2 ilustra la proporción NP:AP. Tal como se puede observar en la figura, con excepción de la piedra caliza, todas menos una de las muestras de desmonte analizadas tiene una proporción menor que 3, y todas excepto 2 muestras tienen una proporción menor que 1, lo cual indica que todas las muestras son potencialmente generadoras de ácido.

Figura 2
Potencial Ácido vs Potencial Neutralización
(Todos los datos disponibles excepto piedra caliza)

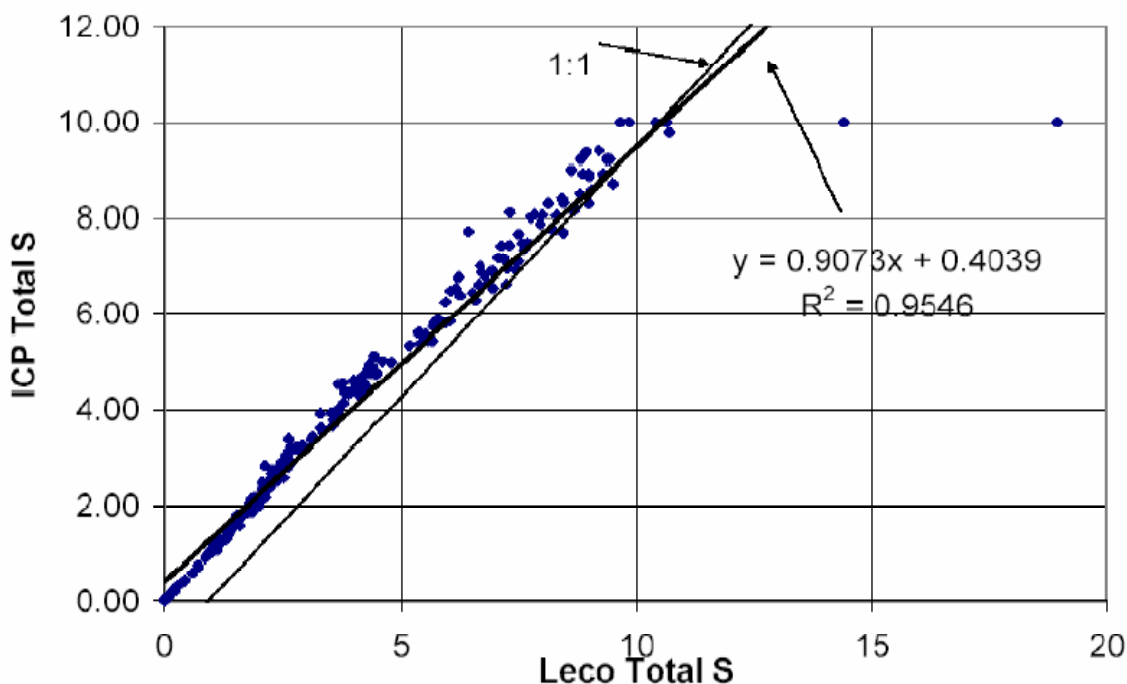


Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Cerro Corona

La Figura 3 compara los dos métodos de especiación de azufre total para las 250 muestras para las cuales ambas determinaciones estuvieron disponibles. Los dos métodos produjeron resultados con buena correlación ($r^2 = 0,9546$). Esta fuente de información no contiene ningún dato del NP, pero se infiere que el NP es bajo para todos menos la piedra caliza. El informe llegó a la conclusión que las concentraciones de azufre total oscilan entre 0,01 y más de 10% por peso. Si se asume que el NP es insignificante, entonces se puede suponer que el PNN del desmonte oscila en el rango por encima de -300 kg CaCO₃/tonelada de roca. En consecuencia, podemos inferir que en el desmonte de Cerro Corona se encontrarán valores PNN aún más indicativos del potencial de producción de ácido que los ya medidos por los dos estudios antes mencionados. El rango en los valores de azufre total se encuentra dentro de los

rangos previstos para depósitos de pórfido en general, y en el caso un depósito determinado, es razonable esperar que mayores concentraciones de azufre acompañen el desmonte.

Figura 3
Potencial Ácido vs Potencial Neutralización
(Todos los datos disponibles excepto piedra caliza)
Leco vs ICP S(tot) n=250



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Cerro Corona

5.5 Análisis de resultados

Es probable que el desmonte diorítico del yacimiento de Cerro Corona tenga un potencial neto de generación de ácido. El análisis de los datos actuales de distribución de azufre (Vehrs, 2004, "The Sulfur Distribution Report" – "Informe de la Distribución de Azufre"), muestra que la mayoría de concentraciones de azufre total medidas se encuentran entre el 1 y 10% por peso. Estas muestras incluyen tanto el mineral como el desmonte. Sin embargo, si se excluye las muestras con contenido de cobre mayor que 0,5% (una "ley de corte" razonable), el rango de concentraciones de azufre total en el desmonte sigue siendo esencialmente el mismo.

Asumiendo un NP promedio de 20 T equivalente CaCO_3 /1000 T de roca, es probable que todo el desmonte con concentraciones de azufre total mayores que 1,5 a 2% por

peso reciba la designación de “productor de ácido neto.” Basándose en la inspección visual de las secciones transversales, la distribución espacial de azufre total en el desmonte parece ser bastante variable, y contiene comúnmente más de 8% de azufre total, lo que además respalda la conclusión de que es probable que gran parte del desmonte, con excepción de la piedra caliza, sea productor de ácido neto.

El óxido mineralizado tiene un potencial incierto para generar ácido.

El desmonte de piedra caliza, que tiene un alto potencial neutralizador neto, constituye una buena fuente de material de neutralización de ácido para el desmonte diorítico generador de ácido.

CAPÍTULO VI

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO

6.1 Identificación del Problema

El proyecto minero Cerro Corona requiere ubicar un lugar para la disposición del desmote a generarse durante la explotación, para lo cual cuenta con cuatro posibles áreas dentro de la concesión.

6.2 Definición del Objetivo

El objetivo es seleccionar el lugar más adecuado para la disposición del desmonte generado por la operación minera, de tal manera, las condiciones ambientales sean favorables, que el impacto ambiental causado en el área de la instalación minera sea el menor posible, y que la construcción y costo sea el más viable.

6.3 Identificación de las Alternativas

En primer lugar, se procede a la identificación de las alternativas de sitios para la ubicación del botadero de desmonte, correspondiendo a aquellos lugares que cumplen con los requerimientos necesarios para un botadero estable, entre los que se destacan los siguientes:

- ✓ Topografía plana o con muy poca pendiente
- ✓ Capacidad de controlar el agua superficial
- ✓ Capacidad suficiente
- ✓ Ubicación en relación con el tajío abierto, lo que influye en el costo de transporte
- ✓ Capacidad de controlar escorrentías en un solo punto.
- ✓ Distante de centros poblados
- ✓ No afectar a zonas ambientales sensibles (bofedales, pantanos, lagunas, ríos, etc.), entre otros.

De esta manera, el proyecto plantea la evaluación de cuatro alternativas para la ubicación de los botaderos de desmonte, siendo estas las siguientes:

- ✓ Alternativa 1 : Botadero Tingo 1
- ✓ Alternativa 2 : Botadero Tingo 2
- ✓ Alternativa 3 : Botadero Hualgayoc 1
- ✓ Alternativa 4 : Botadero Hualgayoc 2

El Botadero Tingo 1, se encuentra en la parte alta de la quebrada Las Gordas, sobre las laderas de los cerros La Candela y Mecheros.

El Botadero Tingo 2, se encuentra en la parte alta de la quebrada Las Águilas, encontrándose al sur de la cumbre del cerro Las Águilas.

El Botadero Hualgayoc 1, se encuentra en la parte alta de la quebrada Mesa de Plata, encontrándose entre los cerros Pilancones Grande, Corona, Jesús y María. Se ubica entre las coordenadas siguientes

El Botadero Hualgayoc 2, se encuentra en la parte alta del río Hualgayoc.

Los botaderos indicados se ubican en las coordenadas mostrados en la Tabla 5.

Tabla 5 - Ubicación del Botaderos

| Botadero | Este | Norte | Quebrada |
|-------------|---------|-----------|------------------------------|
| Tingo 1 | 761 800 | 9 251 800 | Las Gordas |
| Tingo 2 | 760 250 | 9 251 850 | Las Águilas |
| Hualgayoc 1 | 763 800 | 9 252 750 | Mesa de Plata |
| Hualgayoc 2 | 763 450 | 9 250 700 | Parte alta del río Hualgayoc |

6.4 Definición de los criterios de evaluación

A continuación se procede a identificar los criterios iniciales a considerar para seleccionar la alternativa adecuada para la ubicación de botaderos de desmonte:

Aspectos Físicos

Topografía

- ✓ Pendiente del terreno.- son más favorables los emplazamientos con un mayor volumen aprovechable por hora y que presentan pendientes bajas que los contienen.

Geomorfología

- ✓ Forma de la cuenca.- Dependiendo que si la forma de la cuenca es confinada o abierta, ésta influenciará en el área a ser afectada y la altura del botadero.
- ✓ Número de cuencas involucradas.- Considera el número de cuencas que serán ocupadas por el botadero de desmonte, las mismas que serían impactadas.
- ✓ Coeficiente de Compacidad de la cuenca.-
- ✓ Cuenca que sería impactada.- Se debe indicar el nombre de la cuenca involucrada y si ésta ya ha sido impactada anteriormente por otras actividades mineras u de otra índole.

Geología

- ✓ Presencia de fallas geológicas activas.- Considera la presencia de fallas geológicas activas que puedan afectar la estabilidad física del botadero.
- ✓ Presencia de un yacimiento mineral.- Considera la existencia de recursos minerales en el área de emplazamiento de los botaderos y que puedan resultar técnica y económicamente explotables.
- ✓ Tipo de roca por debajo del botadero.- Se refiere a la naturaleza de las rocas existentes en la fundación del botadero y su grado de alteración.
- ✓ Presencia de agua subterránea con potencial de ser impactada por infiltraciones.- Relativa a la calidad de los lixiviados de los botaderos que pueda afectar la napa freática existente. Considera la instalación de subdrenes a lo largo del área de emplazamiento del botadero.

Sismicidad

- ✓ Eventos sísmicos.- Se refiere al historial de ocurrencia de eventos sísmicos en el área de emplazamiento del botadero, así como la intensidad de los mismos, tales que puedan causar fallas en la estructura del botadero. De las condiciones sísmicas dependerá la geometría del botadero a diseñar.

Suelos

- ✓ Tipos de suelos afectados.- Considera las características edafológicas de los suelos sobre los que se emplazará el botadero.
- ✓ Calidad de suelos perturbados.- Considera la afectación de suelos con mayor o menor capacidad de sostener vegetación y/o realizar actividades productivas.
- ✓ Estabilidad de suelos y taludes.- Se refiere a las condiciones propias del suelo para su posterior uso en la etapa de cierre del botadero, como por ejemplo su estabilidad al ser compactados, presencia de arcillas, otros.

Clima

- ✓ Dirección principal del viento.- Considera la dirección predominante del viento que, respecto a la ubicación del botadero, pueda afectar a alguna población por arrastre de material particulado.
- ✓ Eventos de mayor precipitación (Precipitación Máxima Probable).- Considera la ocurrencia de eventos máximos de lluvias en base a los cuales se tendrá que diseñar el botadero.

Aspectos visuales

- ✓ Visibilidad de la estructura.- Se refiere a la posibilidad de ver el botadero desde lugares frecuentemente transitado por personas - como vías de acceso - o desde las poblaciones vecinas.

Agua superficial

- ✓ Presencia de agua superficial.- Se refiere a los cuerpos de agua (río, quebrada, lagos o lagunas) sobre los que se emplazará el botadero de desmonte, y que conllevará a canalizar o derivar dichos cursos de agua.
- ✓ Condición del cuerpo receptor.- Se refiere a que si el área que ocupará el botadero ha sido impactada anteriormente por alguna actividad humana (minera, ganadera, industrial, etc.)

- ✓ Ubicación de descargas de agua.- Se refiere al lugar donde serán descargados los efluentes provenientes del botadero de desmonte, y si éstas requerirán tratamiento.
- ✓ Posibilidad de impactos por descargas.- Se refiere a la calidad de los lixiviados de los botaderos que puedan afectar a los cuerpos de agua existentes. Considera la posibilidad de su tratamiento.

Requerimientos para monitoreo

- ✓ Monitoreo de los componentes del ambiente físico.- Se refiere a los requerimientos de monitoreo de la calidad de aire, agua, suelos, ruidos.

Aspectos Biológicos

Flora y vegetación

- ✓ Presencia de especies sensibles de flora.- Considera la existencia de formaciones vegetales sensibles a cambios en su entorno, tales como bofedales.
- ✓ Presencia de flora protegida.- Se refiere a la presencia de flora protegida por la legislación peruana (D.S. N° 043-2006-AG)

Fauna

- ✓ Presencia de fauna protegida.- Considera la presencia de especies animales (aves, mamíferos, anfibios, otros) que ante cambios en su hábitat resulten afectados, especialmente los protegidos por la legislación peruana (D.S. N° 034-2004-AG).
- ✓ Presencia de peces. - Considera la existencia de peces al ver alterado hábitat acuático resulten afectadas.

Hábitats sensibles

- ✓ Presencia de hábitats sensibles.- Se debe indicar la presencia de faunas sensibles a los cambios ocasionados en el entorno por la disposición del botadero.

Requerimientos para monitoreo

- ✓ Requerimientos para monitoreo.- Relacionado a los requerimientos de trabajos de monitoreo biológico a fin de determinar cambios en la composición florística y/o comportamiento de la fauna silvestre existente en el área de emplazamiento del botadero y alrededores.

Aspectos Socioeconómicos

Comunidades

- ✓ Tenencia de tierras.- Considera la propiedad de las tierras (comunidades campesinas, particulares, estatales) a ser ocupadas por el botadero y sobre los que se pueden generar conflictos.
- ✓ Presencia de comunidades en el área del botadero.- Considera la presencia de población (comunidades campesinas, centros poblados, u otros) asentada en el área de emplazamiento del botadero de desmonte.
- ✓ Presencia de comunidades cercanas al área el botadero.- Considera la presencia de población (comunidades campesinas, centros poblados, u otros) asentada cerca del área de emplazamiento del botadero de desmonte.
- ✓ Número de comunidades afectadas por el emplazamiento.- indica la cantidad de comunidades que serán afectadas por el botadero.
- ✓ Impacto al acceso público.- Considera la afectación de las vías de acceso existente por la disposición del desmonte.
- ✓ Impacto sobre otra infraestructura. Contempla la afectación de otros tipos de estructuras (viviendas, tendidos eléctricos, canales, pozas de agua, etc.) por la disposición del desmonte.

Uso de tierra

- ✓ El cambio en el uso de tierra y tenencia.- Se refiere a la extensión de tierra que será ocupada y afectada por el botadero de desmonte.

Seguridad

- ✓ Peligro por la presencia del botadero.- Considera el riesgo de falla del botadero por la ocurrencia de sismos o eventos máximos de lluvias y su afectación al entorno cercano y la población. Considera la aplicación de medidas para su correcto diseño.
- ✓ Presencia de tránsito vehicular en la zona.- Se refiere al aumento del tráfico vehicular por la preparación del área a ser ocupada por el botadero (retiro de topsoil, construcción de subdrenes, otros.) y durante la disposición del desmonte.
- ✓ Posibles impactos por polvo, ruido y vibración.- Se refiere a la generación - por encima de los límites máximos permisibles - de material particulado, ruidos y vibraciones a causa de las actividades de construcción del botadero y su posible impacto sobre la población cercana.

Percepción de la población

- ✓ Preocupación de la población por impactos.- Toma en consideración la opinión favorable o desfavorable de la población respecto a la disposición del desmonte en los lugares establecidos.

Expectativas de la población

- ✓ Remediación de pasivos ambientales. Se refiere a los requerimientos que tiene la población para que los pasivos ambientales existentes sean remediados.
- ✓ Expectativas de contratación de mano de obra. - Toma en consideración las expectativas de la población local para obtener un puesto de trabajo en la operación minera. Debe considerar también la política de la empresa minera respecto a este tema.
- ✓ Expectativas de la compra de bienes y servicios.- Considera el interés y preocupación de la población para que algunos bienes y servicios que requiera la operación minera sean adquiridos en el ámbito local.

Economía local

- ✓ Generación de puestos de trabajo.- Se refiere a la cantidad de puestos de trabajo (mano de obra calificada y no calificada) que requerirá la construcción, operación y cierre del botadero.
- ✓ Requerimientos de monitoreo.- Se debe indicar los requerimientos de realizar monitoreos al componentes social a fin de identificar cambios en la dinámica de los centros poblados o comunidades campesinas cercanas al botadero.-

Aspectos Culturales

Presencia de restos culturales

- ✓ Presencia de restos arqueológicos.- Relacionado a la presencia de restos arqueológicos (camino incas, corrales, viviendas, templos, u otros) en el área de emplazamiento y colindante al botadero.
- ✓ Presencia de restos coloniales y republicanos.- Relacionado a la presencia de construcciones de la época colonial y republicana del país (camino incas, corrales, viviendas, templos, u otros) en el área de emplazamiento y colindante al botadero.

Aspectos Técnicos

Accesibilidad

- ✓ Condición del terreno para habilitar el acceso y tránsito de vehículos.- Este aspecto afectará directamente el costo del proyecto y los tiempos de transporte del desmonte.

Carga de materiales

- ✓ Distancia de carga de materiales.- Se refiere a la distancia existente entre el tajo abierto y el botadero, la que redundará en el tiempo de transporte y los costos del mismo.
- ✓ Pendientes.- Se refiere a la pendiente de las vías de acceso al botadero de desmonte.

Manejo de aguas

- ✓ Largo de canales de derivación.- Relacionado a la longitud de los canales requeridos para la derivación de las aguas de escorrentías y de los cursos de agua.
- ✓ Área de cuenca de derivación.- Considera la mayor o menor extensión de la cuenca cuyas aguas tendrán que ser derivadas a fin de que no ingresen al botadero de desmonte.
- ✓ Área de cuenca no impactada.- Se refiere a la relación entre el área que ocupará el botadero y el área de la cuenca sobre la que se emplaza.

Desarrollo del botadero de desmonte

- ✓ Capacidad máxima potencial de almacenaje.- Se refiere al volumen máximo de desmonte que puede almacenarse en la cuenca. Este criterio se encuentra íntimamente relacionado a la vida útil del botadero; así tenemos que una mayor capacidad de almacenaje dará lugar a un mayor tiempo de uso del área como botadero, es decir una mayor vida útil.
- ✓ Área (para 60 Mt).- Se refiere a la magnitud del área disponible para almacenar el volumen total de desmonte a generarse por la explotación minera.
- ✓ Altitud del botadero de desmonte.- Relacionado a que una mayor altura del botadero implicará mayores riesgos en cuanto a la estabilidad de la estructura.
- ✓ Preparación del sitio.- Considera la magnitud de los trabajos necesarios para habilitar el área a ser ocupada por el botadero, como por ejemplo: la remoción de

topsoil, construcción de subdrenes, disponibilidad de materiales de construcción, accesibilidad al área, entre otros.

- ✓ Fundación.- Se refiere al tipo de roca y su competencia para soportar la carga de desmonte que se emplazará sobre él.

Cierre del botadero

- ✓ Disponibilidad de Material de Cobertura.- Se refiere a la disponibilidad de topsoil (suelo orgánico), tal que permita llevar a cabo los trabajos de cierre del proyecto.

Monitoreo y mantenimiento

- ✓ Monitoreo geotécnico.- Contempla el requerimiento de trabajos de monitoreo para verificar la estabilidad física del botadero a fin de tomar las acciones correctivas de ser necesarias.

Aspectos Económicos

Costos de la alternativa

- ✓ Costos capitales.- Comprende el costo necesario para la habilitación del área que ocupará el botadero de desmonte (movimiento de tierras, canales de derivación, construcción de subdrenes, habilitación de vías de acceso, entre otros)
- ✓ Costos operacionales.- Se refiere a los costos de transporte del desmonte desde el tajo abierto hasta el botadero, viéndose éste influenciado directamente por la longitud de la vía de acceso; así como los costos del mantenimiento de las vías de acceso, de las instalaciones de manejo de aguas y el monitoreo de la estabilidad del botadero.
- ✓ Costos de cierre y rehabilitación.- Relacionado al monto requerido para los trabajos de cierre como colocación de la coberturas (movimiento de tierras), revegetación, mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas, y su monitoreo posterior.

En la Tabla 6 se procede a describir cada una de las alternativas de botaderos propuestas en función de los criterios indicados. Esta descripción permitirá contar con los elementos de juicio necesarios al momento de asignar los valores correspondientes a las preferencias de cada alternativa sobre la otra. Es importante indicar, que se ha considerado conveniente eliminar aquellos criterios que, por tener características similares o iguales para las alternativas de botaderos, tendrían los mismos pesos, es decir que no habrían preferencias de una alternativa sobre la otra.

De esta manera, los criterios finales a considerar para la aplicación del método de Análisis Jerárquico en el proceso de selección de sitios para el botaderos de desmonte del Proyecto Cerro Corona, son los mostrados en la Tabla 7. Los cálculos se han realizado utilizando el programa Excel (hoja de cálculo).

6.5 Árbol de Jerarquías

Conocidos los criterios de evaluación y las alternativas a ser evaluadas, se procede al diseño del árbol de jerarquías respectivo, el mismo que se muestra en la Figura 4.

Tabla 6. Descripción de las alternativas de botadero de desmonte por cada criterio.

| Criterios Primarios | Criterios Secundarios | Criterios Terciarios | Alternativas | | | |
|---------------------|-----------------------|---|--|---|---|--|
| | | | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
| Aspectos Físicos | Topografía | Pendiente del terreno | El área se emplaza mayormente sobre laderas de 20 a 25% de inclinación | El área se emplaza mayormente sobre laderas con inclinaciones mayores al 30% | El área se emplaza mayormente sobre laderas de 20 a 25% de inclinación | El área se emplaza mayormente sobre laderas entre 25 y 30% de inclinación. |
| | Geomorfología | Forma de la cuenca | La cuenca es moderadamente confinada entonces el diseño del botadero de desmonte es reducido en extensión pero mayor en altura. | La cuenca es mayormente abierta en su extremo aguas arriba pero confinada en su extremo aguas abajo entonces el botadero de desmonte tendrá un muro de contención alto y una extensión mediana. | La cuenca es mayormente abierta en su extremo aguas arriba pero confinada en su extremo aguas abajo entonces el botadero de desmonte tendrá un muro de contención alto una extensión mediana. | La cuenca es mayormente abierta entonces el botadero de desmonte sería construido en etapas sobre una extensión grande pero no muy alta. |
| | | Número de cuencas involucradas | Una cuenca se encuentra involucrada | Una cuenca se encuentra involucrada | Dos cuencas se encuentran involucradas | Dos cuencas se encuentran involucradas |
| | | Coefficiente de compacidad de la cuenca | El coeficiente de compacidad de esta alternativa es 1.29 lo que indica una cuenca ovalada | El coeficiente de compacidad de esta alternativa es 1.33 lo que indica una cuenca ovalada. | El coeficiente de compacidad de esta alternativa es 1.35 lo que indica una cuenca ovalada. | El coeficiente de compacidad de esta alternativa es 1.23 lo que indica una cuenca redonda. |
| | | Cuenca que sería impactada | Esta alternativa se encuentra en la cuenca del río Tingo, una cuenca ya impactada por la minería. | Esta alternativa se encuentra en la cuenca del río Tingo, una cuenca ya impactada por la minería. | Esta alternativa se encuentra en la cuenca del río Hualgayoc; en una zona previamente impactada por la minería. | Esta alternativa se encuentra en la cuenca del río Hualgayoc en una área que no ha sido impactada por la minería. |
| | Geología | Presencia de fallas geológicas activas | No existe fallas geológicas activas por debajo | No existe fallas geológicas activas por debajo | No existe fallas geológicas activas por debajo | No existe fallas geológicas activas por debajo |
| | | Presencia de un yacimiento mineral | No existe un yacimiento mineral por debajo de esta alternativa | No existe un yacimiento mineral por debajo de esta alternativa | No existe un yacimiento mineral por debajo de esta alternativa | No existe un yacimiento mineral por debajo de esta alternativa |
| | | Tipo de roca por debajo del botadero | El sitio es dominado por rocas intrusivas y volcánicas, poco alteradas. | El sitio es dominado por rocas intrusivas y volcánicas, poco alteradas. | El sitio es dominado por rocas intrusivas y volcánicas, poco alteradas. | No existe información sobre la roca madre. |
| | | Presencia de agua subterránea con potencial de ser impactada por infiltraciones | La alternativa tiene subdrenes contemplados en el diseño para capturar infiltraciones antes que lleguen a la napa freática. | La alternativa tiene subdrenes contemplados en el diseño para capturar infiltraciones antes que lleguen a la napa freática. | La alternativa tiene subdrenes contemplados en el diseño para capturar infiltraciones antes que lleguen a la napa freática. | La alternativa tiene subdrenes contemplados en el diseño para capturar infiltraciones antes que lleguen a la napa freática. |
| | Sismicidad | Eventos sísmicos | El botadero de desmonte ha sido diseñado para resistir un terremoto máximo creíble con un periodo de retorno de 1:10 000 años (8.0 en la Escala de Richter). | El botadero de desmonte ha sido diseñado para resistir un terremoto máximo creíble con un periodo de retorno de 1:10 000 años (8.0 en la Escala de Richter). | El botadero de desmonte ha sido diseñado para resistir un terremoto máximo creíble con un periodo de retorno de 1:10 000 años (8.0 en la Escala de Richter). | El botadero de desmonte ha sido diseñado para resistir un terremoto máximo creíble con un periodo de retorno de 1:10 000 años (8.0 en la Escala de Richter). |

| Criterios Primarios | Criterios Secundarios | Criterios Terciarios | Alternativas | | | |
|---------------------|-----------------------|--|---|---|---|---|
| | | | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
| Aspectos Físicos | Suelos | Tipos de suelos afectados | Los suelos afectados serían principalmente los cambisoles, seguido por los andosoles. También serían afectados pocas cantidades de leptosoles y gleisoles. | Los suelos afectados serían principalmente los andosoles seguido por los antroposoles. También serían afectados pocas cantidades de cambisoles, gleisoles y leptosoles. | Los suelos afectados serían principalmente los andosoles seguido por los cambisoles. También serían afectados pocas cantidades de gleisoles y leptosoles. | Los suelos afectados serían principalmente los andosoles seguido por los cambisoles. También serían afectados pocas cantidades de gleisoles y leptosoles. |
| | | Calidad de suelos perturbados | Los andosoles y cambisoles son aptos para la agricultura estacional y la ganadería. Los gleisoles son aptos para la ganadería y limitada agricultura. Los leptosoles son aptos para la ganadería limitada. | Los andosoles y cambisoles son aptos para la agricultura estacional y la ganadería. Los gleisoles son aptos para la ganadería y limitada agricultura. Los leptosoles son aptos para la ganadería limitada. Los antroposoles solamente son aptos para protección. | Los andosoles y cambisoles son aptos para la agricultura estacional y la ganadería. Los gleisoles son aptos para la ganadería y limitada agricultura. Los leptosoles son aptos para la ganadería limitada. | Los andosoles y cambisoles son aptos para la agricultura estacional y la ganadería. Los gleisoles son aptos para la ganadería y limitada agricultura. Los leptosoles son aptos para la ganadería limitada. |
| | | Estabilidad de suelos y taludes | Los suelos andosoles y cambisoles son estables cuando son compactados apropiadamente. Los gleisoles son menos estables debido a su contenido de arcilla. Los leptosoles, menos estables que los andosoles, son superficiales y desarrollados sobre roca. En todo caso, los suelos serían removidos antes de la construcción y almacenados para su futuro uso en la etapa de cierre. | Los suelos andosoles y cambisoles son estables cuando son compactados apropiadamente. Los gleisoles son menos estables debido a su contenido de arcilla. Los leptosoles, menos estables que los andosoles, son superficiales y desarrollados sobre roca. En todo caso, los suelos serían removidos antes de la construcción y almacenados para su futuro uso en la etapa de cierre. | Los suelos andosoles y cambisoles son estables cuando son compactados apropiadamente. Los gleisoles son menos estables debido a su contenido de arcilla. Los leptosoles, menos estables que los andosoles, son superficiales y desarrollados sobre roca. En todo caso, los suelos serían removidos antes de la construcción y almacenados para su futuro uso en la etapa de cierre. | Los suelos andosoles y cambisoles son estables cuando son compactados apropiadamente. Los gleisoles son menos estables debido a su contenido de arcilla. Los leptosoles, menos estables que los andosoles, son superficiales y desarrollados sobre roca. En todo caso, los suelos serían removidos antes de la construcción y almacenados para su futuro uso en la etapa de cierre. |
| | Clima | Dirección principal del viento | La dirección predominante del viento es E y ENE. | La dirección predominante del viento es E y ENE. | La dirección predominante del viento es E y ENE. | La dirección predominante del viento es E y ENE. |
| | | Eventos de mayor precipitación (Precipitación Máxima Probable) | El botadero de desmonte ha sido diseñado para resistir el evento de precipitación máxima probable de 225 mm en un periodo de 24 horas. | El botadero de desmonte ha sido diseñado para resistir el evento de precipitación máxima probable de 225 mm en un periodo de 24 horas. | El botadero de desmonte ha sido diseñado para resistir el evento de precipitación máxima probable de 225 mm en un periodo de 24 horas. | El botadero de desmonte ha sido diseñado para resistir el evento de precipitación máxima probable de 225 mm en un periodo de 24 horas. |
| | Aspectos visuales | Visibilidad de la estructura | La estructura sería altamente visible desde el camino Cajamarca-Hualgayoc, desde el camino de acceso Coymolache-Tingo y desde el camino propuesto a Tingo. | La estructura sería altamente visible desde el camino de acceso Coymolache-Tingo. | La estructura sería visible desde el pueblo de Hualgayoc y desde el camino Hualgayoc-Bambamarca. | La estructura sería visible desde el pueblo de Hualgayoc, el camino Coymolache-Tingo y el camino Cajamarca-Hualgayoc. |
| | Agua superficial | Presencia de agua superficial | Esta alternativa se encuentra sobre el valle Las Gordas. | Esta alternativa se encuentra sobre la quebrada Las Águilas y afectará al valle Las Gordas. | Esta alternativa se encuentra sobre la quebrada Mesa de Plata. | Esta alternativa se encuentra sobre el río Hualgayoc. |
| | | Condición del cuerpo receptor | La quebrada Las Águilas ha sido impactada anteriormente por la minería. El valle Las Gordas no ha sido afectado por la minería anteriormente pero ha sido afectado ligeramente por la ganadería. | La quebrada Las Águilas ha sido impactada anteriormente por la minería. El valle Las Gordas no ha sido afectado por la minería anteriormente pero ha sido afectado ligeramente por la ganadería. | La quebrada Mesa de Plata ha sido impactada anteriormente por la minería, la quebrada Mesa de Plata esta próxima al pueblo de Hualgayoc. | El río Hualgayoc ha sido impactado anteriormente por la minería aguas abajo de la comunidad de Hualgayoc. Presencia de manantiales |

| Criterios Primarios | Criterios Secundarios | Criterios Terciarios | Alternativas | | | |
|---------------------|-----------------------|---|---|---|---|---|
| | | | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
| Aspectos Físicos | Agua superficial | Ubicación de descargas de agua | Descarga al depósito de relaves propuesto en la quebrada Las Águilas y al valle Las Gordas. | Descarga a la quebrada Las Águilas y al valle Las Gordas. Requiere construcción de planta de tratamiento | Descarga a la quebrada Mesa de Plata aproximadamente a 150 m aguas arriba de la comunidad de Hualgayoc. | Descarga al río Hualgayoc aguas arriba de la comunidad de Hualgayoc. Requiere planta de tratamiento. |
| | | Posibilidad de impactos por descargas | El diseño para el proyecto contempla un balance de aguas positivo, lo que significa que se tendrá que verter una cantidad de agua. En todas las alternativas está contemplada una poza de tratamiento de agua residual antes de su liberación al medio ambiente. Esta agua cumplirá con las normas peruanas para efluentes de mina. | El diseño para el proyecto contempla un balance de aguas positivo, lo que significa que se tendrá que verter una cantidad de agua. En todas las alternativas está contemplada una poza de tratamiento de agua residual antes de su liberación al medio ambiente. Esta agua cumplirá con las normas peruanas para efluentes de mina. | El diseño para el proyecto contempla un balance de aguas positivo, lo que significa que se tendrá que verter una cantidad de agua. En todas las alternativas está contemplada una poza de tratamiento de agua residual antes de su liberación al medio ambiente. Esta agua cumplirá con las normas peruanas para efluentes de mina. | El diseño para el proyecto contempla un balance de aguas positivo, lo que significa que se tendrá que verter una cantidad de agua. En todas las alternativas está contemplada una poza de tratamiento de agua residual antes de su liberación al medio ambiente. Esta agua cumplirá con las normas peruanas para efluentes de mina. |
| | | Requerimientos para el monitoreo de los componentes del ambiente físico | Requiere tres puntos de monitoreo de agua superficial, dos puntos de monitoreo de agua subterránea, dos puntos de monitoreo de aire y tres puntos de monitoreo de suelos. | Requiere tres puntos de monitoreo de agua superficial, un punto de monitoreo de agua subterránea, dos puntos de monitoreo de aire y tres puntos de monitoreo de suelos. | Requiere tres puntos de monitoreo de agua superficial, un punto de monitoreo de agua subterránea, dos puntos de monitoreo de aire y tres puntos de monitoreo de suelos. | Requiere dos puntos de monitoreo de agua superficial, monitoreo de manantiales, dos puntos de monitoreo de agua subterránea, dos puntos de monitoreo de aire y dos puntos de monitoreo de suelos. |
| Aspectos biológicos | Flora | Presencia de especies sensibles de flora | Aguas abajo de esta alternativa se encuentra una zona húmeda bordeada de una zona de matorral. Estas comunidades de vegetación no están muy representadas en la zona. La zona húmeda ha sido moderadamente impactada por la ganadería. | No existen zonas de vegetación sensible dentro del área de esta alternativa. | En las partes bajas de esta alternativa se encuentra zonas de matorral. Esta comunidad de vegetación no está muy representada en la zona pero se le considera como ligeramente impactada. | Aguas abajo de esta alternativa se encuentra una zona húmeda y áreas de manantiales. Esta comunidad de vegetación no está muy representada en la zona pero ha sido altamente impactada por la ganadería. |
| | | Presencia de flora protegida | Hay presencia de una área de <i>Polylepis racemosa</i> (queñual) plantada en el sudeste del área de esta alternativa. | Hay presencia de una área de <i>Polylepis racemosa</i> (queñual) plantada en el sudeste del área de esta alternativa. | No se presenta <i>Polylepis racemosa</i> (queñual) en el área de esta alternativa. | Hay presencia de una área de <i>Polylepis racemosa</i> (queñual) plantada. |
| | Fauna | Presencia de fauna protegida. | Existen posibles áreas de alimentación del <i>Falco peregrinus</i> (halcón peregrino) dentro del área de esta alternativa. <i>Atelopus peruensis</i> (sapo) ha sido identificado en áreas húmedas durante trabajos previos de campo. <i>Telmatobius breviceps</i> (rana) no ha sido documentada en el área de esta alternativa pero su presencia no puede ser descartada. | Existen posibles áreas de alimentación del <i>Falco peregrinus</i> (halcón peregrino) dentro del área de esta alternativa. <i>Atelopus peruensis</i> (sapo) ha sido identificado en áreas húmedas durante trabajos previos de campo. <i>Telmatobius breviceps</i> (rana) no ha sido documentada en el área de esta alternativa pero su presencia no puede ser descartada. | Existen posibles áreas de alimentación del <i>Falco peregrinus</i> (halcón peregrino) dentro del área de esta alternativa. <i>Atelopus peruensis</i> (sapo) ha sido identificado en áreas húmedas durante trabajos previos de campo. <i>Telmatobius breviceps</i> (rana) no ha sido documentada en el área de esta alternativa pero su presencia no puede ser descartada. | Existen posibles áreas de alimentación del <i>Falco peregrinus</i> (halcón peregrino) dentro del área de esta alternativa. <i>Atelopus peruensis</i> (sapo) ha sido identificado en áreas húmedas durante trabajos previos de campo. <i>Telmatobius breviceps</i> (rana) no ha sido documentada en el área de esta alternativa pero su presencia no puede ser descartada. |
| | | Presencia de peces | No hay peces en el área de esta alternativa pero hay truchas presentes aguas abajo del río Tingo. | No hay peces en el área de esta alternativa pero hay truchas presentes aguas abajo del río Tingo. | No hay peces en el área de esta alternativa ni aguas abajo de la misma. | No hay peces en el área de esta alternativa pero hay truchas y bagres presentes aguas abajo del río Hualgayoc. |

| Criterios Primarios | Criterios Secundarios | Criterios Terciarios | Alternativas | | | |
|--------------------------|-------------------------------|--|---|--|--|---|
| | | | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
| Aspectos biológicos | Hábitats sensibles | Presencia de hábitats sensibles | Aguas abajo de esta alternativa se encuentra una zona húmeda bordeada de una zona de matorral. Estos hábitats no están muy representados en la zona. La zona húmeda ha sido moderadamente impactada por la ganadería. | No existen hábitats de fauna sensible dentro del área de esta alternativa. | En las partes bajas de esta alternativa se encuentra zonas de matorral. Este hábitat no está muy representado en la zona pero se le considera como ligeramente impactado. | Aguas abajo de esta alternativa se encuentra una zona húmeda y áreas de manantiales. Este hábitat no está muy representado en la zona pero ha sido altamente impactado por la ganadería. |
| | Requerimientos para monitoreo | Requerimientos para monitoreo | Requiere dos puntos de monitoreo de macroinvertebrados bentónicos y peces y transectos para el monitoreo de <i>Atelopus peruensis</i> y <i>Telmatobius breviceps</i> . | Requiere dos puntos de monitoreo de macroinvertebrados bentónicos y peces y transectos para el monitoreo de <i>Atelopus peruensis</i> y <i>Telmatobius breviceps</i> . | Requiere transectos para el monitoreo de <i>Telmatobius breviceps</i> y <i>Atelopus peruensis</i> . | Requiere dos puntos de monitoreo de macroinvertebrados bentónicos y peces y transectos para el monitoreo de <i>Atelopus peruensis</i> y <i>Telmatobius breviceps</i> . |
| Aspectos Socioeconómicos | Comunidades | Tenencia de Tierras | El área del botadero pertenece a la Comunidad Campesina el Tingo | El área del botadero pertenece a la Comunidad Campesina el Tingo | El área del botadero pertenece a la Comunidad Campesina el Tingo | El área del botadero pertenece a la Comunidad Campesina el Tingo |
| | | Presencia de comunidades en el área del botadero | El área de la alternativa está dentro de las tierras del Caserío Coymolache. No hay un centro poblado dentro del área de la alternativa. | El área de la alternativa está dentro de las tierras del Caserío Coymolache. No hay un centro poblado dentro del área de la alternativa. | El área de la alternativa está dentro de las tierras del Caserío Pilancones y la Municipalidad de Hualgayoc. El área está próxima al pueblo de Hualgayoc. No existe un centro poblado dentro del área de esta alternativa. | El área de la alternativa está dentro de las tierras del Caserío Pilancones y algunas tierras cuya pertinencia no ha sido determinada. El área está directamente aguas arriba del pueblo de Hualgayoc. No existe un centro poblado dentro del área de esta alternativa. |
| | | Número de comunidades afectadas por el emplazamiento de la alternativa | Se presenta sobre los terrenos del Caserío Coymolache. | Se presenta sobre los terrenos del Caserío Coymolache. | Se presenta sobre los terrenos del Caserío Coymolache y la Municipalidad de Hualgayoc. | Se presenta sobre los terrenos del Caserío Coymolache y algunos terrenos cuyo la pertinencia no ha sido determinada. |
| | | Impacto al acceso público | El camino de acceso Coymolache-Tingo tendría que ser realineado aproximadamente 850 m. | No habrá impacto al acceso público. | El camino de acceso Hualgayoc-Tingo tendría que ser realineado aproximadamente 2.7 km. | El camino de acceso Cajamarca-Hualgayoc tendría que ser realineado aproximadamente 1.6 km. |
| | | Impacto sobre otra infraestructura | No habrá otra impacto sobre otra infraestructura existente a parte de la realineación del camino Coymolache-Tingo. | La tubería de abastecimiento de agua potable de Bambamarca tendrá que estar realineada. | No habrá otra impacto sobre otra infraestructura existente a parte de la realineación del camino Hualgayoc-Tingo. | No habrá otra impacto sobre otra infraestructura existente a parte de la realineación del camino Cajamarca-Hualgayoc. |
| | Uso de tierra | El cambio en el uso de tierra y tenencia | 87 hectáreas cambiarán su uso actual. | 80.7 hectáreas cambiarán su uso actual. | 89.0 hectáreas cambiarán su uso actual. | 80.3 hectáreas cambiarán su uso actual. |

| Criterios Primarios | Criterios Secundarios | Criterios Terciarios | Alternativas | | | |
|--------------------------|----------------------------|--|--|--|--|--|
| | | | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
| Aspectos Socioeconómicos | Seguridad | Peligro por la presencia del botadero | Esta estructura ha sido diseñada para resistir el terremoto y la precipitación máximos posibles. El riesgo de la comunidad por la presencia de la estructura es mínimo. | Esta estructura ha sido diseñada para resistir el terremoto y la precipitación máximos posibles. El riesgo de la comunidad por la presencia de la estructura es mínimo. | Esta estructura ha sido diseñada para resistir el terremoto y la precipitación máximos posibles. El riesgo de la comunidad por la presencia de la estructura es mínimo. | Esta estructura ha sido diseñada para resistir el terremoto y la precipitación máximos posibles. El riesgo de la comunidad por la presencia de la estructura es mínimo. |
| | | Presencia de tránsito vehicular en la zona | Habrá un incremento en el tránsito de vehículos en Hualgayoc durante la construcción de esta alternativa. Se espera un aumento ligero de tránsito en el centro poblado de la comunidad El Tingo. | Habrá un incremento en el tránsito de vehículos en Hualgayoc durante la construcción de esta alternativa. Se espera un aumento ligero de tránsito en el centro poblado de la comunidad El Tingo. | Habrá un incremento en el tránsito de vehículos en Hualgayoc durante la construcción de esta alternativa. Se espera un aumento ligero de tránsito en el centro poblado de la comunidad El Tingo. | Habrá un incremento en el tránsito de vehículos en Hualgayoc durante la construcción de esta alternativa. Además se modificará la ruta hacia Hualgayoc. |
| | | Posibles impactos por polvo, ruido y vibración | El modelamiento de calidad de aire indica que el polvo proveniente de la construcción del botadero no llegará a la comunidad El Tingo ni al pueblo de Hualgayoc. El botadero de desmonte producirá polvo durante la etapa de operaciones pero con una adecuada mitigación este polvo no debe llegar a la Comunidad campesina El Tingo ni al pueblo de Hualgayoc. Los ruidos generados por el proyecto son relacionados principalmente al flujo vehicular y la descarga del desmonte al botadero. | El modelamiento de calidad de aire indica que el polvo proveniente de la construcción del botadero no llegará a la comunidad El Tingo ni al pueblo de Hualgayoc. El botadero de desmonte producirá polvo durante la etapa de operaciones pero con una adecuada mitigación este polvo no debe llegar a la Comunidad campesina El Tingo ni al pueblo de Hualgayoc. Los ruidos generados por el proyecto son relacionados principalmente al flujo vehicular y la descarga del desmonte al botadero. El modelamiento de ruidos indica que los niveles de ruidos presentes en las comunidades más cercanas no aumentarán sobre los límites permisibles. | Se considera que el polvo generado durante la construcción de esta alternativa puede llegar al pueblo de Hualgayoc pero no a la comunidad El Tingo. El botadero de desmonte producirá polvo durante la etapa de operaciones y aun con adecuada mitigación este polvo puede llegar al pueblo de Hualgayoc. Los ruidos generados por el proyecto son relacionados principalmente al flujo vehicular y la descarga del desmonte al botadero. El modelamiento de ruidos indica que los niveles de ruidos presentes en las comunidades más cercanas no aumentarán sobre los límites permisibles. Debido a la cercanía del botadero de desmonte al pueblo de Hualgayoc, se considera que la posibilidad de un aumento en el nivel de ruido en esta comunidad, sobre los límites establecidos, es alta. | Se considera que el polvo generado durante la construcción de esta alternativa puede llegar al pueblo de Hualgayoc pero no a la comunidad El Tingo. El botadero de desmonte producirá polvo durante la etapa de operaciones y aun con adecuada mitigación este polvo puede llegar al pueblo de Hualgayoc. Los ruidos generados por el proyecto son relacionados principalmente al flujo vehicular y la descarga del desmonte al botadero. El modelamiento de ruidos indica que los niveles de ruidos presentes en las comunidades más cercanas no aumentarán sobre los límites permisibles. Debido a la cercanía del botadero de desmonte al pueblo de Hualgayoc, se considera que la posibilidad de un aumento en el nivel de ruido en esta comunidad, sobre los límites establecidos, es alta. |
| | Percepción de la población | Preocupación de la población por impactos | La gente de la Comunidad Campesina El Tingo, la Municipalidad de Hualgayoc, el Caserío Coymolache y el Caserío Pilancones percibe que los controles ambientales y sociales que serán implementados son mejores que los implementados históricamente. No perciben que habrá mayor impacto ambiental. | La gente de la Comunidad Campesina El Tingo, la Municipalidad de Hualgayoc, el Caserío Coymolache y el Caserío Pilancones percibe que los controles ambientales y sociales que serán implementados son mejores que los implementados históricamente. No perciben que habrá mayor impacto ambiental. | La gente de la Comunidad Campesina El Tingo, la Municipalidad de Hualgayoc, el Caserío Coymolache y el Caserío Pilancones percibe que los controles ambientales y sociales que serán implementados son mejores que los implementados históricamente. No perciben que habrá mayor impacto ambiental. | La gente de la Comunidad Campesina El Tingo, la Municipalidad de Hualgayoc, el Caserío Coymolache y el Caserío Pilancones percibe que los controles ambientales y sociales que serán implementados son mejores que los implementados históricamente. No perciben que habrá mayor impacto ambiental. |

| Criterios Primarios | Criterios Secundarios | Criterios Terciarios | Alternativas | | | |
|---|------------------------------|---|--|--|--|--|
| | | | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
| Aspectos Socioeconómicos | Expectativas de la población | Remediación de pasivos ambientales | La gente de la zona requiere que los pasivos ambientales sean rehabilitados. | La gente de la zona requiere que los pasivos ambientales sean rehabilitados. | La gente de la zona requiere que los pasivos ambientales sean rehabilitados. | No existen pasivos ambientales dentro del área de esta alternativa. |
| | | Expectativas de contratación de mano de obra | La gente de la zona espera que la mayor parte de mano de obra contratada sea local. Esto concuerda con la política de empleo de la empresa. | La gente de la zona espera que la mayor parte de mano de obra contratada sea local. Esto concuerda con la política de empleo de la empresa. | La gente de la zona espera que la mayor parte de mano de obra contratada sea local. Esto concuerda con la política de empleo de la empresa. | La gente de la zona espera que la mayor parte de mano de obra contratada sea local. Esto concuerda con la política de empleo de la empresa. |
| | | Expectativas de la compra de bienes y servicios | La gente de la zona espera que los bienes y servicios locales sean utilizados lo máximo posible durante la construcción y operación de la mina. | La gente de la zona espera que los bienes y servicios locales sean utilizados lo máximo posible durante la construcción y operación de la mina. | La gente de la zona espera que los bienes y servicios locales sean utilizados lo máximo posible durante la construcción y operación de la mina. | La gente de la zona espera que los bienes y servicios locales sean utilizados lo máximo posible durante la construcción y operación de la mina. |
| | Economía local | Generación de puestos de trabajo | Durante la etapa de construcción se espera generar aproximadamente entre 300 y 500 puestos de trabajo calificado y no-calificado. Se dará preferencia de trabajo a las comunidades ubicadas alrededor del proyecto. Durante la etapa de operación se espera generar aproximadamente entre 100 y 120 puestos de trabajo calificado y no-calificado. Se dará preferencia de trabajo a las comunidades ubicadas alrededor del proyecto. | Durante la etapa de construcción se espera generar aproximadamente entre 300 y 500 puestos de trabajo calificado y no-calificado. Se dará preferencia de trabajo a las comunidades ubicadas alrededor del proyecto. Durante la etapa de operación se espera generar aproximadamente entre 100 y 120 puestos de trabajo calificado y no-calificado. Se dará preferencia de trabajo a las comunidades ubicadas alrededor del proyecto. | Durante la etapa de construcción se espera generar aproximadamente entre 300 y 500 puestos de trabajo calificado y no-calificado. Se dará preferencia de trabajo a las comunidades ubicadas alrededor del proyecto. Durante la etapa de operación se espera generar aproximadamente entre 100 y 120 puestos de trabajo calificado y no-calificado. Se dará preferencia de trabajo a las comunidades ubicadas alrededor del proyecto. | Durante la etapa de construcción se espera generar aproximadamente entre 300 y 500 puestos de trabajo calificado y no-calificado. Se dará preferencia de trabajo a las comunidades ubicadas alrededor del proyecto. Durante la etapa de operación se espera generar aproximadamente entre 100 y 120 puestos de trabajo calificado y no-calificado. Se dará preferencia de trabajo a las comunidades ubicadas alrededor del proyecto. |
| | | | Requerimientos de monitoreo | Requerimientos de monitoreo socioeconómico | El programa de monitoreo socioeconómico incluirá varios indicadores de desempeño en temas de trabajo, economía, comunicación, desarrollo sostenible, resolución de conflictos y entrenamiento, entre otros. | El programa de monitoreo socioeconómico incluirá varios indicadores de desempeño en temas de trabajo, economía, comunicación, desarrollo sostenible, resolución de conflictos y entrenamiento, entre otros. |
| | Aspectos Culturales | Presencia de restos culturales | Presencia de restos arqueológicos | No existen restos arqueológicos en el área de esta alternativa. Se ha obtenido el CIRA correspondiente para esta alternativa. | No existen restos arqueológicos en el área de esta alternativa. Se ha obtenido el CIRA correspondiente para esta alternativa. | No existen restos arqueológicos en el área de esta alternativa. Se ha obtenido el CIRA correspondiente para esta alternativa. |
| Presencia de restos coloniales y republicanos | | | No existen restos culturales que sean importantes para la gente de la zona. | No existen restos culturales que sean importantes para la gente de la zona. | No existen restos culturales que sean importantes para la gente de la zona. | No existen restos culturales que sean importantes para la gente de la zona. |

| Criterios Primarios | Criterios Secundarios | Criterios Terciarios | Alternativas | | | |
|---------------------|-------------------------------------|---|--|--|--|---|
| | | | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
| Aspectos Técnicos | Accesibilidad | Condición del terreno para habilitar el acceso y del tránsito de vehículos. | Presenta condiciones favorables con colinas de poca pendiente. | El acceso a la zona de trabajo presenta pendientes ligeramente mayores. | Presenta condiciones favorables con colinas de poca pendiente. | El acceso a la zona de trabajo presenta pendientes ligeramente mayores. |
| | Carga de materiales | Distancia de carga de materiales | La distancia entre el tajo abierto y esta alternativa de botadero de desmonte es moderada por lo que la alternativa es ligeramente buena | La distancia entre el tajo abierto y esta alternativa de botadero de desmonte es muy larga por lo que la alternativa es pobre. | La distancia entre el tajo abierto y esta alternativa de botadero de desmonte es corta por lo que la alternativa es buena. | La distancia entre el tajo abierto y esta alternativa de botadero de desmonte es muy larga por lo que la alternativa es pobre. |
| | | Pendientes | Los pendientes del acceso al sitio están entre los 8 y 12%. | Los pendientes del acceso al sitio están entre los 8 y 12%. | Los pendientes del acceso al sitio están entre los 8 y 12%. | Los pendientes del acceso al sitio están entre los 8 y 12%. |
| | Manejo de aguas | Largo de canales de derivación | El largo de los canales de derivación de agua es moderado por lo que se le considera una alternativa ligeramente buena. | El largo de los canales de derivación de agua es ligeramente menor a las otras alternativas, por lo que se le considera una alternativa moderadamente buena. | El largo de los canales de derivación de agua es moderado por lo que se le considera una alternativa ligeramente buena. | El largo de los canales de derivación de agua es moderado por lo que se le considera una alternativa ligeramente buena. |
| | | Área de cuenca de derivación | El área de la cuenca de derivación es moderadamente grande, lo que la hace una alternativa ligeramente pobre. | El área de la cuenca de derivación es moderadamente pequeña, lo que la hace una alternativa buena. | El área de la cuenca de derivación es grande, lo que la hace una alternativa moderadamente pobre. | El área de la cuenca de derivación es muy grande, lo que la hace una alternativa pobre. |
| | | Área de cuenca no impactada | El área de la cuenca no impactada es moderadamente grande, por lo tanto se trata de una alternativa ligeramente buena. | El área de la cuenca no impactada es moderadamente grande, por lo tanto se trata de una alternativa ligeramente buena. | El área de la cuenca no impactada es moderadamente grande, por lo tanto se trata de una alternativa ligeramente buena. | El área de la cuenca no impactada es moderadamente pequeña, por lo tanto se trata de una alternativa ligeramente pobre. |
| | Desarrollo del botadero de desmonte | Capacidad máxima potencial de almacenaje | Tomando una densidad de desechos mineros de 1.6 T/m ³ , esta alternativa tiene una capacidad pequeña por lo que se le considera una alternativa ligeramente buena | Tomando una densidad de desechos mineros de 1.6 T/m ³ , esta alternativa tiene una capacidad moderada por lo que se le considera una alternativa moderadamente buena. | Tomando una densidad de desechos mineros de 1.6 T/m ³ , esta alternativa tiene una capacidad moderada por lo que se le considera una alternativa moderadamente buena. | Tomando una densidad de desechos mineros de 1.6 T/m ³ , esta alternativa tiene una capacidad en exceso de lo necesario por lo que se le considera una alternativa buena. |
| | | Área (para 60 Mt) | El área de la alternativa es moderadamente pequeña por lo que se le considera una alternativa ligeramente buena. | El área de la alternativa es moderadamente grande por lo que se le considera una alternativa ligeramente pobre. | El área de la alternativa es moderadamente pequeña por lo que se le considera una alternativa ligeramente buena. | El área de la alternativa es moderadamente pequeña por lo que se le considera una alternativa ligeramente buena. |
| | | Altitud del botadero de desmonte | La altura de la cresta del botadero de desmonte es de 80 m. | La a altura de la cresta del botadero de desmonte es de 120 m. | La altura de la cresta del botadero de desmonte es de 103 m. | La altura de la cresta del botadero de desmonte es de 130 m. |
| | | Preparación del sitio | Requiere moderado movimiento de tierras y la instalación del sistema de subdrenes no es difícil, por lo tanto es una alternativa ligeramente buena. | Requiere mayor movimiento de tierras y mayor instalación de subdrenes por tratar un área mayor, por lo tanto es una alternativa ligeramente pobre. | Requiere mayor movimiento de tierras y mayor instalación de subdrenes por tratar un área mayor, por lo tanto es una alternativa ligeramente pobre. | Requiere moderado movimiento de tierras y la instalación del sistema de subdrenes no es difícil, por lo tanto es una alternativa ligeramente buena. |

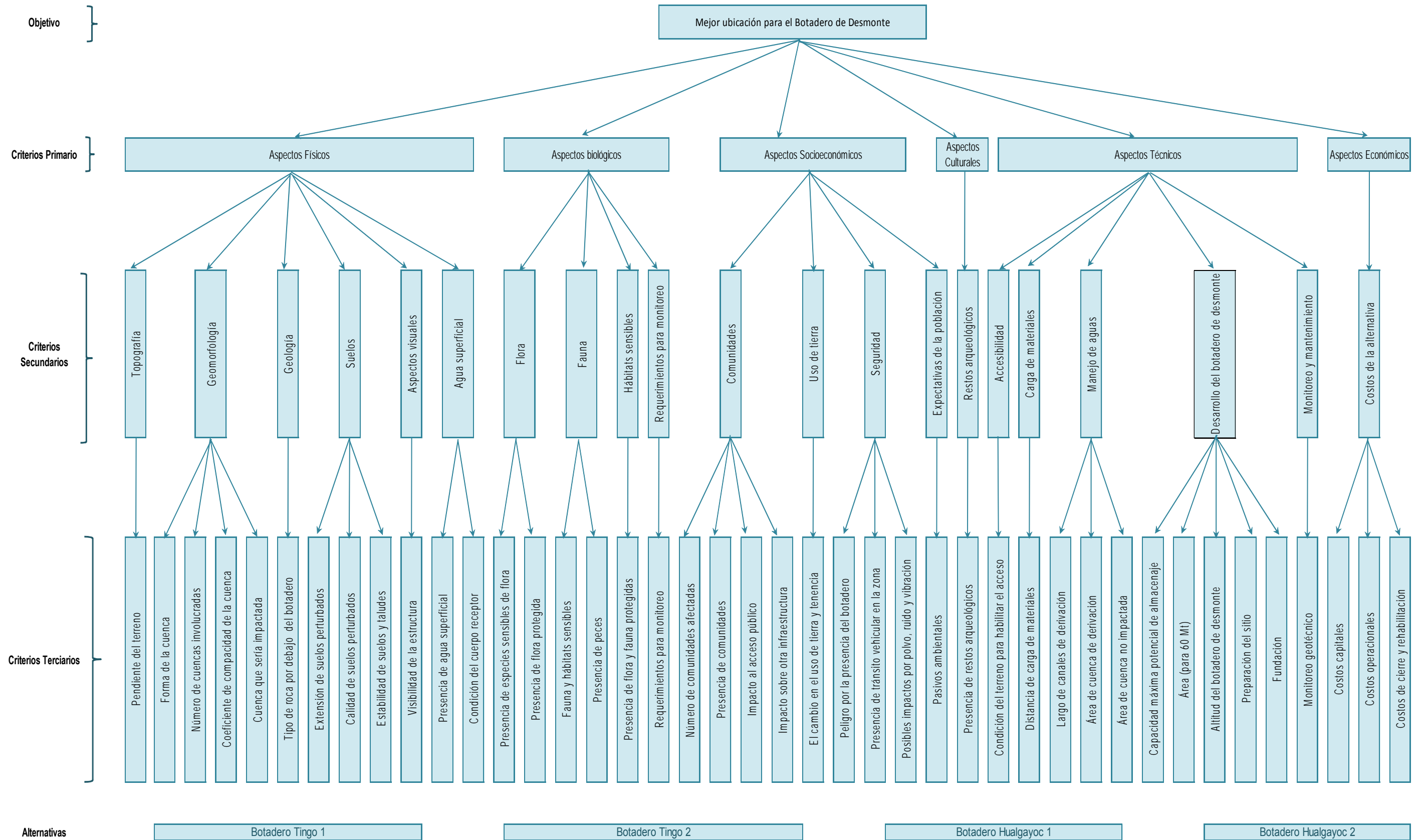
| Criterios Primarios | Criterios Secundarios | Criterios Terciarios | Alternativas | | | |
|---------------------|-------------------------------------|---|--|---|---|--|
| | | | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
| Aspectos Técnicos | Desarrollo del botadero de desmonte | Fundación | Existen áreas de intrusivas calizas y roca kárstica. | La fundación tiene algunos contactos entre la diorita y la roca caliza y entre la roca piroclástica y la roca caliza. Contiene el depósito de relaves de Mina Carolina. | La fundación es sobre el contacto entre la diorita y la roca caliza y tiene algunas bocaminas antiguas. | No existe información sobre la fundación de esta alternativa. |
| | | Fundación geotécnica | La fundación geotécnica considera un pendiente de 20°. | La fundación geotécnica considera un pendiente de 20°. | La fundación geotécnica considera un pendiente de 20°. | La fundación geotécnica considera un pendiente de 20°. |
| | Cierre del botadero | Disponibilidad de Material de Cobertura | El área cuenta con topsoil que sostiene vegetación tipo pajonal, la misma que se empleará en los trabajos de cierre del botadero. | El área cuenta con topsoil que sostiene vegetación tipo pajonal, la misma que se empleará en los trabajos de cierre del botadero. | El área cuenta con topsoil que sostiene vegetación tipo pajonal, la misma que se empleará en los trabajos de cierre del botadero. | El área cuenta con topsoil que sostiene vegetación tipo pajonal, la misma que se empleará en los trabajos de cierre del botadero. |
| | | Monitoreo y mantenimiento | Requiere un menor nivel de monitoreo debido a que la instalación se encuentra alejada del río Tingo, solamente el valle Las Gordas sería afectado en el caso de un eventual desplazamiento de materiales. | Requiere un moderado nivel de monitoreo debido a la cercanía del pie de la instalación al río Tingo. | Requiere un alto nivel de monitoreo debido a la cercanía del pie de la instalación al pueblo de Hualgayoc. | Debido a la mayor cantidad de material y área de esta alternativa y su cercanía a las fuentes de agua de Hualgayoc, se requiere un mayor nivel de monitoreo. |
| Aspectos Económicos | Costos de la alternativa | Costos capitales | Debido a la corta distancia de carga, la facilidad de preparación del sitio, y el poco requerimiento para el movimiento de tierras, este sitio tiene costos capitales menores, por lo tanto se trata de una alternativa buena. | Los costos capitales de esta alternativa son moderados debido a la larga distancia al camino de acceso, por lo tanto se trata de una alternativa ligeramente buena. | A pesar que el sitio es cercano al resto de las instalaciones, es moderadamente difícil preparar el terreno. | Los costos capitales son mayores debido a la distancia entre el sitio y el resto de las instalaciones, debido a el requerimiento de movimiento de tierras y debido a la instalación de subdrenes |
| | | Costos operacionales | Los caminos de acceso al sitio son cortos. La alternativa es buena. | Los caminos de acceso al sitio son largos, por lo tanto la alternativa es ligeramente pobre. | Los caminos de acceso al sitio son cortos. La alternativa es buena. | Los caminos de acceso al sitio son largos, por lo tanto la alternativa es ligeramente pobre. |
| | | Costos de cierre y rehabilitación | El área de rehabilitación después de cierre de esta alternativa es ligeramente pequeña. | El área de rehabilitación después de cierre de esta alternativa es moderadamente pequeña. | El área de rehabilitación después de cierre de esta alternativa es ligeramente pequeña. | El área de rehabilitación después de cierre de esta alternativa es ligeramente pequeña. |

Fuente: KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Cerro Corona (Sociedad Minera La Cima S.A.)

Tabla 7. Criterios de selección de alternativas de botadero

| Criterios Primarios | | Criterios Secundarios | | Criterios Terciarios | |
|-------------------------------------|--|--------------------------|------------------------------------|--|--|
| N° | Descripción | N° | Descripción | N° | Descripción |
| 6 | Aspectos Físicos | 6 | Topografía | 1 | Pendiente del terreno |
| | | | Geomorfología | 4 | Forma de la cuenca |
| | | | | | Número de cuencas involucradas |
| | | | | | Coefficiente de compacidad de la cuenca |
| | | | | | Cuenca que sería impactada |
| | | | Geología | 1 | Tipo de roca por debajo del botadero |
| | | | Suelos | 3 | Tipo de suelos perturbados |
| | | | | | Calidad de suelos perturbados |
| | | | | | Estabilidad de suelos y taludes |
| | | | Aspectos visuales | 1 | Visibilidad de la estructura |
| | Agua superficial | 2 | Presencia de agua superficial | | |
| | | | Condición del cuerpo receptor | | |
| | Aspectos biológicos | 4 | Flora | 2 | Presencia de especies sensibles de flora |
| | | | | | Presencia de flora protegida |
| | | | Fauna | 2 | Presencia de fauna protegida. |
| | | | | | Presencia de peces |
| | | | Hábitats sensibles | 1 | Hábitats sensibles |
| | Requerimientos para monitoreo | 1 | Requerimientos para monitoreo | | |
| | Aspectos Socioeconómicos | 4 | Comunidades | 4 | Presencia de comunidades |
| | | | | | Número de comunidades afectadas |
| | | | | | Impacto al acceso público |
| | | | | | Impacto sobre otra infraestructura |
| | | | Uso de tierra | 1 | El cambio en el uso de tierra y tenencia |
| | | | Seguridad | 3 | Peligro por la presencia del botadero |
| | Presencia de tránsito vehicular en la zona | | | | |
| | Posibles impactos por polvo, ruido y vibración | | | | |
| | Expectativas de la población | 1 | Remediación de pasivos ambientales | | |
| | Aspectos Culturales | 1 | Restos arqueológicos | 1 | Presencia de restos arqueológicos |
| | Aspectos Técnicos | 5 | Accesibilidad | 1 | Condición del terreno para habilitar el acceso |
| | | | Carga de materiales | 1 | Distancia de carga de materiales |
| Manejo de aguas | | | 3 | Largo de canales de derivación | |
| | | | | Área de cuenca de derivación | |
| | | | | Área de cuenca no impactada | |
| Desarrollo del botadero de desmonte | | | 5 | Capacidad máxima potencial de almacenaje | |
| | | | | Área (para 60 Mt) | |
| | | | | Altitud del botadero de desmonte | |
| | Preparación del sitio | | | | |
| Fundación | | | | | |
| Monitoreo y mantenimiento | 1 | Monitoreo geotécnico | | | |
| Aspectos Económicos | 1 | Costos de la alternativa | 3 | Costos capitales | |
| | | | | Costos operacionales | |
| | | | | Costos de cierre y rehabilitación | |

Figura 4. Árbol de Jerarquías para selección de alternativas de botaderos



6.6 Establecimiento de prioridades

En base a la escala de preferencias descrita en la Tabla 1, se ha procedido a determinar las preferencias entre las alternativas y los criterios (primarios, secundarios y terciarios).

En las Tablas 8, se muestran las preferencias de cada alternativa de ubicación del botadero de desmonte frente a las otras, considerando cada uno de los criterios terciarios propuestos.

Forma de la cuenca

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 4 | 3 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 1 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/4 | 1 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1 |

A continuación procederemos a explicar la asignación de las preferencias de una alternativa sobre la otra para el criterio de Forma de la Cuenca:

- ✓ Las características de la cuenca en el botadero Tingo 1 tienen condiciones favorables ligeramente mayor a la de la cuenca del Botadero Tingo 2. Lo mismo sucede entre el botadero Hualgayoc 1 respecto al botadero Hualgayoc 2.
- ✓ Las características de la cuenca en el botadero Tingo 1 tienen una preferencia mayor – entre moderada y fuerte – sobre el botadero Hualgayoc 1.
- ✓ Las características de la cuenca en el botadero Tingo 1 tienen una preferencia moderada sobre el botadero Hualgayoc 2. Lo mismo sucede entre el botadero Tingo 2 y el botadero Hualgayoc 2.
- ✓ Las características de la cuenca en el botadero Tingo 2 tienen igual preferencia respecto a la del botadero Hualgayoc 1.
- ✓ La preferencia del botadero Tingo 2 sobre el botadero Tingo 1, resulta del recíproco del segundo sobre el primero, es decir $\frac{1}{2}$. De igual forma, se calculan para los casos restantes.

En la Tabla 9 se ha procedido a asignar las preferencias de cada uno de los criterios primarios en comparación con los otros.

En la Tabla 10 se ha procedido a asignar las preferencias de cada uno de los criterios secundarios en comparación con los otros.

En la Tabla 11 se ha procedido a asignar las preferencias de cada uno de los criterios terciarios en comparación con los otros.

6.7 Determinación de la prioridad de las alternativas

Una vez que se han determinado las preferencias o asignados los pesos de cada alternativa y criterio frente a las otras alternativas y criterios, respectivamente, se ha procedido a calcular las ponderaciones globales de cada uno de los niveles jerárquicos (criterios primarios, secundarios y terciarios).

Los pasos desarrollados son los siguientes:

- a. En primer lugar, y en base a las evaluaciones binarias realizadas en las Tablas 8, 9, 10 y 11, se ha desarrollado las Matrices de Comparación por Pares siguientes:
 - ✓ Matrices de Comparación por Pares de cada alternativa para cada uno de los criterios empleados
 - ✓ Matrices de Comparación por Pares de los Criterios Primarios
 - ✓ Matrices de Comparación por Pares de los Criterios Secundarios
 - ✓ Matrices de Comparación por Pares de los Criterios Terciarios
- b. Una vez construidas las matrices de comparación por pares, se procede a normalizar cada una de ellas (Matrices Normalizadas).

La Matriz normalizada se obtiene dividiendo cada número (preferencia asignada) de una columna de la Matriz de comparación por Pares por la suma total de la columna. Luego, la suma de los valores obtenidos por cada columna debe ser igual a la unidad. Por ejemplo tenemos:

| Suelos | Matriz Normalizada | | | | | |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------|--------|--------|
| | Tipo de suelos perturbados | Calidad de suelos perturbados | Estabilidad de suelos y taludes | | | |
| Tipo de suelos perturbados | 1 | 1/2 | 1/3 | (1/ 6) = 0.1667 | 0.2000 | 0.1429 |
| Calidad de suelos perturbados | 2 | 1 | 1 | (2/6) = 0.3333 | 0.4000 | 0.4286 |
| Estabilidad de suelos y taludes | 3 | 1 | 1 | (3/ 6)= 0.5000 | 0.4000 | 0.4286 |
| SUMA | 6.00 | 2.50 | 2.33 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |

c. Seguidamente, se ha calculado el Vector Prioridad.

El Vector Prioridad se obtiene calculando el promedio de cada fila de la Matriz Normalizada.

| MATRIZ NORMALIZADA | | | VECTOR PRIORIDAD |
|--------------------|--------|--------|-------------------------------------|
| 0.1667 | 0.2000 | 0.1429 | $(0.1667+0.2000+0.1429)/3 = 0.1698$ |
| 0.3333 | 0.4000 | 0.4286 | $(0.3333+0.4000+0.4286)/3 = 0.3873$ |
| 0.5000 | 0.4000 | 0.4286 | $(0.5000+0.4000+0.4286)/3 = 0.4429$ |
| 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |

d. Se llevó a cabo el cálculo de la consistencia de los juicios emitidos (la Relación de Consistencia debe ser menor que 0.10). Los pasos a seguir son los siguientes:

- ✓ Para cada línea de la Matriz de Comparación por pares, se determina la suma ponderada en base a la suma del producto de cada celda por la prioridad de cada alternativa correspondiente.

Aspectos Socioeconómicos

| | Tipo de suelos perturbados | Calidad de suelos perturbados | Estabilidad de suelos y taludes | | Sponderada |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------|--|
| Tipo de suelos perturbados | 1.00 | 0.50 | 0.33 | 0.1698 | $(1*0.1698+0.5*0.3873+0.33*0.4429) = 0.5111$ |
| Calidad de suelos perturbados | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.3873 | $(2*0.1698+1*0.3873+1*0.4429) = 1.1698$ |
| Estabilidad de suelos y taludes | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 0.4429 | $(3*0.1698+1*0.3873+1*0.4429) = 1.3397$ |
| SUMA | 6.00 | 2.50 | 2.33 | 1.0000 | |

- ✓ Para cada línea, se divide su suma ponderada por la prioridad de su Alternativas correspondiente.

| | Sponderada | |
|--------|------------|------------------------------|
| 0.1698 | 0.5111 | $(0.1698 / 0.5111) = 3.0093$ |
| 0.3873 | 1.1698 | $(0.3873 / 1.1698) = 3.0205$ |
| 0.4429 | 1.3397 | $(0.4429 / 1.3397) = 3.0251$ |
| 1.0000 | | |

- ✓ Se determina la media λ_{max} del resultado del paso anterior.

| λ_{max} | |
|-----------------|-------------------------------------|
| 3.0093 | |
| 3.0205 | $(3.0093+3.0205+3.0251)/3 = 3.0183$ |
| 3.0251 | |

- ✓ Luego se calcula el Índice de Consistencia para cada alternativa, aplicando la fórmula 14.

$$\text{Índice de Consistencia} = (3.0183 - 3) / (3 - 1) = 0.0092$$

- ✓ En base al número de criterios considerados se procede a determinar el Índice Aleatorio (IA) mediante la Tabla 2.

$$IA = 0.52$$

- ✓ Se calcula la Razón de Consistencia aplicando la fórmula 13. Este valor debe ser menor de 0.1 a fin de asegurar la consistencia de los valores asignados a las preferencias, en caso contrario deberá procederse a la revisión de los valores asignados a las preferencias.

$$RC = 0.0092 / 0.52 = 0.0176$$

- Los pasos arriba indicados se desarrollan para las alternativas y los criterios primarios, secundarios y terciarios, mostrándose los resultados en las Tablas 12, 13, 14 y 15, respectivamente.
- Luego de realizados los pasos anteriores, los resultados obtenidos en el paso c (Vectores Prioridad), son resumidos en la Matriz Prioridad de alternativas (Tabla 16), listando las alternativas por fila y los criterios por columna.
- De igual forma, se resumen los valores de los Vectores Prioridad de los Criterios según su nivel jerárquico en la Tabla 17.
- Finalmente, se calcula el Vector Prioridad Global multiplicando el vector de prioridad de los criterios por la matriz de prioridad de las alternativas, ver Tabla 18. Por ejemplo, para el caso de los Aspectos Económicos tenemos:

$$(0.5382*0.3333+0.4167*0.3333+0.2867*0.3333)*0.1371= 0.0568$$

Este valor es sumado a los obtenidos para los diferentes criterios considerados, agrupándolos por niveles jerárquicos.

Tablas 8. Matrices de Alternativas – Criterio

ASPECTOS FÍSICOS

Topografía

Pendiente del terreno

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 4 | 1 | 3 |
| Botadero Tingo 2 | 1/4 | 1 | 1/4 | 1/2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1 | 4 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/3 | 2 | 1/2 | 1 |

Geomorfología

Forma de la cuenca

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 4 | 3 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 1 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/4 | 1 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1 |

Número de cuencas involucradas

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/3 | 1/2 | 1 | 1/2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/2 | 1/2 | 2 | 1 |

Coefficiente de compacidad de la cuenca

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1 |

Cuenca que sería impactada

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/3 | 1/3 | 1 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/6 | 1/6 | 1/3 | 1 |

Geología

Tipo de roca por debajo del botadero

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 2 | 1/5 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 2 | 1/5 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1/2 | 1 | 1/3 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 5 | 5 | 3 | 1 |

Suelos

Tipo de suelos perturbados

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/2 | 2 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 1/2 | 1 | 1 |

Calidad de suelos perturbados

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 1 | 1/2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/3 | 1 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/2 | 2 | 1 | 1 |

Estabilidad de suelos y taludes

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/2 | 2 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 1/2 | 1 | 1 |

Aspectos visuales

Visibilidad de la estructura

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/2 | 3 | 2 |
| Botadero Tingo 2 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/2 | 1/3 | 1 | 1 |

Agua superficial**Presencia de agua superficial**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 1/2 | 1/2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 2 | 1 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/3 | 2 | 1/3 | 1 |

Condición del cuerpo receptor

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 2 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/3 | 1/2 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1 |

ASPECTOS BIOLÓGICOS**Flora****Presencia de especies sensibles de flora**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/4 | 2 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 4 | 1 | 4 | 5 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1/4 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 1/5 | 1/2 | 1 |

Presencia de flora protegida

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 6 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 6 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/6 | 1/6 | 1 | 1/6 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 1 | 6 | 1 |

Fauna**Presencia de fauna protegida.**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/3 | 2 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 3 | 1 | 4 | 5 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1/4 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 1/5 | 1/2 | 1 |

Presencia de peces

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/2 | 1/2 | 2 |
| Botadero Tingo 2 | 2 | 1 | 1/3 | 4 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 2 | 3 | 1 | 5 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1 |

Hábitats sensibles**Presencia de hábitats sensibles**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/6 | 2 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 6 | 1 | 5 | 8 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1/5 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 1/8 | 1/2 | 1 |

Requerimientos para monitoreo**Requerimientos para monitoreo**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 1/2 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 1/3 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 2 | 3 | 1 | 4 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 1 | 1/4 | 1 |

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**Comunidades****Presencia de comunidades**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1 |

Número de comunidades afectadas por el emplazamiento de la alternativa

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 2 | 6 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 2 | 6 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1/2 | 1 | 4 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/6 | 1/6 | 1/4 | 1 |

Impacto al acceso público

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/2 | 2 | 3 |
| Botadero Tingo 2 | 2 | 1 | 5 | 6 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1/5 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/3 | 1/6 | 1/2 | 1 |

Impacto sobre otra infraestructura

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 5 | 3 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 1/5 | 1 | 1/5 | 1/5 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/3 | 5 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 5 | 1 | 1 |

Uso de tierra**El cambio en el uso de tierra y tenencia**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1 | 1 | 1/3 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 1 | 3 | 1 |

Seguridad**Peligro por la presencia del botadero**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 1/2 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Presencia de tránsito vehicular en la zona

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 2 | 1/2 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 1/2 | 1/2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 2 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |

Posibles impactos por polvo, ruido y vibración

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 4 | 5 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/4 | 1/3 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/5 | 1/4 | 1 | 1 |

ASPECTOS CULTURALES**Restos arqueológicos****Presencia de restos arqueológicos**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1 | 1 | 4 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 1 |

ASPECTOS TÉCNICOS**Accesibilidad****Condición del terreno para habilitar el acceso**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 1/2 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 2 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1 |

Carga de materiales**Distancia de carga de materiales**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/3 | 1/3 | 1/3 |
| Botadero Tingo 2 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 3 | 1 | 1 | 1 |

Manejo de aguas**Largo de canales de derivación**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/2 | 1 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1 | 1/2 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 1/2 | 1 | 1 |

Área de cuenca de derivación

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 1/6 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 1/5 | 1/3 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 6 | 5 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 3 | 1/2 | 1 |

Área de cuenca no impactada

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1 |

Desarrollo del botadero de desmonte**Capacidad máxima potencial de almacenaje**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1/3 | 1/3 | 1/6 |
| Botadero Tingo 2 | 3 | 1 | 1 | 1/4 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 3 | 1 | 1 | 1/4 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 6 | 4 | 4 | 1 |

Área (para 60 Mt)

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 1/2 | 1/2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |

Altitud del botadero de desmonte

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 4 | 3 | 6 |
| Botadero Tingo 2 | 1/4 | 1 | 1/2 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/3 | 2 | 1 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/6 | 1/3 | 1/3 | 1 |

Preparación del sitio

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 1 | 1/2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1 | 1 | 1/2 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |

Fundación

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| Botadero Tingo 2 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/2 | 1/2 | 1 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1 |

Monitoreo y mantenimiento**Monitoreo geotécnico**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 3 | 3 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/4 | 1/3 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/4 | 1/3 | 1 | 1 |

ASPECTOS ECONÓMICOS**Costos de la alternativa****Costos capitales**

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| Botadero Tingo 2 | 1/3 | 1 | 1/3 | 2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1/4 | 3 | 1 | 4 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/6 | 1/2 | 1/4 | 1 |

Costos operacionales

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 5 | 1 | 5 |
| Botadero Tingo 2 | 1/5 | 1 | 1/5 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1 | 5 | 1 | 5 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1/5 | 1 | 1/5 | 1 |

Costos de cierre y rehabilitación

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Botadero Tingo 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Botadero Tingo 2 | 1/2 | 1 | 1/2 | 1/2 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |

Tabla 9. Matriz de Criterios Primarios

| | Aspectos Físicos | Aspectos biológicos | Aspectos Socioeconómicos | Aspectos Culturales | Aspectos Técnicos | Aspectos Económicos |
|--------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Aspectos Físicos | 1 | 1/3 | 1/8 | 1/3 | 1/2 | 1/2 |
| Aspectos biológicos | 3 | 1 | 1/6 | 2 | 1 | 1 |
| Aspectos Socioeconómicos | 8 | 6 | 1 | 5 | 3 | 4 |
| Aspectos Culturales | 3 | 1/2 | 1/5 | 1 | 1/2 | 1/3 |
| Aspectos Técnicos | 2 | 1 | 1/3 | 2 | 1 | 1 |
| Aspectos Económicos | 2 | 1 | 1/4 | 3 | 1 | 1 |

Tabla 10. Matrices de Criterios Secundarios

Aspectos Físicos

| | Topografía | Geomorfología | Geología | Suelos | Aspectos visuales | Agua superficial |
|-------------------|------------|---------------|----------|--------|-------------------|------------------|
| Topografía | 1 | 1/2 | 2 | 2 | 2 | 1/2 |
| Geomorfología | 2 | 1 | 4 | 1 | 1/2 | 1/3 |
| Geología | 1/2 | 1/4 | 1 | 1/3 | 1/2 | 1/3 |
| Suelos | 1/2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| Aspectos visuales | 1/2 | 2 | 2 | 1/2 | 1 | 1/2 |
| Agua superficial | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 |

Aspectos biológicos

| | Flora | Fauna | Hábitats sensibles | Requerimientos para monitoreo |
|-------------------------------|-------|-------|--------------------|-------------------------------|
| Flora | 1 | 1 | 1/5 | 6 |
| Fauna | 1 | 1 | 1/4 | 5 |
| Hábitats sensibles | 5 | 4 | 1 | 7 |
| Requerimientos para monitoreo | 1/6 | 1/5 | 1/7 | 1 |

Aspectos Socioeconómicos

| | Comunidades | Uso de tierra | Seguridad | Expectativas de la población |
|------------------------------|-------------|---------------|-----------|------------------------------|
| Comunidades | 1 | 7 | 1 | 1 |
| Uso de tierra | 1/7 | 1 | 1/5 | 1/3 |
| Seguridad | 1 | 5 | 1 | 1/2 |
| Expectativas de la población | 1 | 3 | 2 | 1 |

Aspectos Técnicos

| | Accesibilidad | Carga de materiales | Manejo de aguas | Desarrollo del botadero de desmonte | Monitoreo y mantenimiento |
|-------------------------------------|---------------|---------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Accesibilidad | 1 | 2 | 1/2 | 3 | 4 |
| Carga de materiales | 1/2 | 1 | 1/3 | 1/2 | 2 |
| Manejo de aguas | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 1/3 |
| Desarrollo del botadero de desmonte | 1/3 | 2 | 1/3 | 1 | 4 |
| Monitoreo y mantenimiento | 1/4 | 1/2 | 2/7 | 1/4 | 1 |

Tabla 11. Matrices de Criterios Terciarios

Geomorfología

| | Forma de la cuenca | Número de cuencas involucradas | Coefficiente de compacidad de la cuenca | Cuenca que sería impactada |
|---|--------------------|--------------------------------|---|----------------------------|
| Forma de la cuenca | 1 | 1/3 | 1 | 1/5 |
| Número de cuencas involucradas | 3 | 1 | 3 | 1/2 |
| Coefficiente de compacidad de la cuenca | 1 | 1/3 | 1 | 1/3 |
| Cuenca que sería impactada | 5 | 2 | 3 | 1 |

Suelos

| | Tipo de suelos perturbados | Calidad de suelos perturbados | Estabilidad de suelos y taludes |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Tipo de suelos perturbados | 1 | 1/2 | 1/3 |
| Calidad de suelos perturbados | 2 | 1 | 1 |
| Estabilidad de suelos y taludes | 3 | 1 | 1 |

Agua superficial

| | Presencia de agua superficial | Condición del cuerpo receptor |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Presencia de agua superficial | 1 | 2 |
| Condición del cuerpo receptor | 1/2 | 1 |

Flora

| | Presencia de especies sensibles de flora | Presencia de flora protegida |
|--|--|------------------------------|
| Presencia de especies sensibles de flora | 1 | 1/2 |
| Presencia de flora protegida | 2 | 1 |

Fauna

| | Presencia de fauna protegida. | Presencia de peces |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Presencia de fauna protegida. | 1 | 1 |
| Presencia de peces | 1 | 1 |

Comunidades

| | Presencia de comunidades | Número de comunidades afectadas por el emplazamiento de la alternativa | Impacto al acceso público | Impacto sobre otra infraestructura |
|--|--------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|
| Presencia de comunidades | 1 | 1/2 | 3 | 4 |
| Número de comunidades afectadas por el emplazamiento de la alternativa | 2 | 1 | 2 | 5 |
| Impacto al acceso público | 1/3 | 1/2 | 1 | 2 |
| Impacto sobre otra infraestructura | 1/4 | 1/5 | 1/2 | 1 |

Seguridad

| | Peligro por la presencia del botadero | Presencia de tránsito vehicular en la zona | Posibles impactos por polvo, ruido y vibración |
|--|---------------------------------------|--|--|
| Peligro por la presencia del botadero | 1 | 4 | 3 |
| Presencia de tránsito vehicular en la zona | 1/4 | 1 | 1/2 |
| Posibles impactos por polvo, ruido y vibración | 1/3 | 2 | 1 |

Manejo de aguas

| | Largo de canales de derivación | Área de cuenca de derivación | Área de cuenca no impactada |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Largo de canales de derivación | 1 | 1 | 6 |
| Área de cuenca de derivación | 1 | 1 | 6 |
| Área de cuenca no impactada | 1/6 | 1/6 | 1 |

Desarrollo del botadero de desmonte

| | Capacidad máxima potencial de almacenaje | Área (para 60 Mt) | Altitud del botadero de desmonte | Preparación del sitio | Fundación |
|--|--|-------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------|
| Capacidad máxima potencial de almacenaje | 1 | 4 | 1 | 7 | 4 |
| Área (para 60 Mt) | 1/4 | 1 | 1/3 | 4 | 1 |
| Altitud del botadero de desmonte | 1 | 3 | 1 | 7 | 2 |
| Preparación del sitio | 1/7 | 1/4 | 1/7 | 1 | 1/3 |
| Fundación | 1/4 | 1 | 1/2 | 3 | 1 |

Costos de la alternativa

| | Costos capitales | Costos operacionales | Costos de cierre y rehabilitación |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Costos capitales | 1 | 1 | 1 |
| Costos operacionales | 1 | 1 | 1 |
| Costos de cierre y rehabilitación | 1 | 1 | 1 |

Tablas 12. Matrices de Comparación por Pares de cada alternativa para cada uno de los criterios empleados

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | | |
|--|--|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | Sponderada | λ_{max} | Índice Consistencia | RC | | |
| Pendiente del terreno | | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 4.00 | 1.00 | 3.00 | 0.3871 | 0.3636 | 0.3636 | 0.4615 | 0.3940 | 1.5899 | 4.0355 | 4.0206 | 0.0069 | 0.0077 |
| Botadero Tingo 2 | 0.25 | 1.00 | 0.25 | 0.50 | 0.0968 | 0.0909 | 0.0909 | 0.0769 | 0.0889 | 0.3571 | 4.0174 | | | |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1.00 | 4.00 | 1.00 | 2.00 | 0.3871 | 0.3636 | 0.3636 | 0.3077 | 0.3555 | 1.4283 | 4.0174 | | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.33 | 2.00 | 0.50 | 1.00 | 0.1290 | 0.1818 | 0.1818 | 0.1538 | 0.1616 | 0.6485 | 4.0121 | | | |
| SUMA | 2.58 | 11.00 | 2.75 | 6.50 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | |
| Forma de la cuenca | | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 3.00 | 0.4800 | 0.4615 | 0.6154 | 0.3333 | 0.4726 | 1.9971 | 4.2261 | 4.1323 | 0.0441 | 0.0495 |
| Botadero Tingo 2 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 0.2400 | 0.2308 | 0.1538 | 0.3333 | 0.2395 | 0.9762 | 4.0762 | | | |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.25 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.1200 | 0.2308 | 0.1538 | 0.2222 | 0.1817 | 0.7518 | 4.1375 | | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.33 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 0.1600 | 0.0769 | 0.0769 | 0.1111 | 0.1062 | 0.4344 | 4.0893 | | | |
| SUMA | 2.08 | 4.33 | 6.50 | 9.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | |
| Número de cuencas involucradas | | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 2.00 | 0.3529 | 0.3333 | 0.3750 | 0.3636 | 0.3562 | 1.4439 | 4.0532 | 4.0459 | 0.0153 | 0.0172 |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 0.3529 | 0.3333 | 0.2500 | 0.3636 | 0.3250 | 1.3188 | 4.0581 | | | |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.1176 | 0.1667 | 0.1250 | 0.0909 | 0.1251 | 0.5032 | 4.0235 | | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.50 | 0.50 | 2.00 | 1.00 | 0.1765 | 0.1667 | 0.2500 | 0.1818 | 0.1937 | 0.7845 | 4.0490 | | | |
| SUMA | 2.83 | 3.00 | 8.00 | 5.50 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | |
| Coficiente de compacidad de la cuenca | | | | | | | | | | | | | | |

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|----------------------|--|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | Sponderada | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | 4.0000 | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 1.00 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.5714 | 4.0000 | | |
| SUMA | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 7.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

Cuenca que sería impactada

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 6.00 | 0.4000 | 0.4000 | 0.4091 | 0.3750 | 0.3960 | 1.5969 | 4.0323 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 6.00 | 0.4000 | 0.4000 | 0.4091 | 0.3750 | 0.3960 | 1.5969 | 4.0323 | 4.0207 | 0.0069 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.33 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 0.1333 | 0.1333 | 0.1364 | 0.1875 | 0.1476 | 0.5926 | 4.0141 | | 0.0078 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.17 | 0.17 | 0.33 | 1.00 | 0.0667 | 0.0667 | 0.0455 | 0.0625 | 0.0603 | 0.2415 | 4.0042 | | |
| SUMA | 2.50 | 2.50 | 7.33 | 16.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

Tipo de roca por debajo del botadero

| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.20 | 0.1333 | 0.1333 | 0.2500 | 0.1154 | 0.1580 | 0.6556 | 4.1491 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.20 | 0.1333 | 0.1333 | 0.2500 | 0.1154 | 0.1580 | 0.6556 | 4.1491 | 4.1871 | 0.0624 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 0.50 | 1.00 | 0.33 | 0.0667 | 0.0667 | 0.1250 | 0.1923 | 0.1127 | 0.4611 | 4.0929 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 5.00 | 5.00 | 3.00 | 1.00 | 0.6667 | 0.6667 | 0.3750 | 0.5769 | 0.5713 | 2.4894 | 4.3574 | | |
| SUMA | 7.50 | 7.50 | 8.00 | 1.73 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

| Tipo de suelos perturbados | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|--|--|------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------|--------|--------|------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | Sponderada | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.50 | 2.00 | 1.00 | 0.2222 | 0.1667 | 0.4000 | 0.2000 | 0.2472 | 1.0389 | 4.2022 | | |
| Botadero Tingo 2 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.4444 | 0.3333 | 0.2000 | 0.4000 | 0.3444 | 1.4444 | 4.1935 | 4.1861 | 0.0620 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.1111 | 0.3333 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2111 | 0.8764 | 4.1513 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.2222 | 0.1667 | 0.2000 | 0.2000 | 0.1972 | 0.8278 | 4.1972 | | |
| SUMA | 4.50 | 3.00 | 5.00 | 5.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Calidad de suelos perturbados | | | | | | | | | | | | | |
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 2.00 | 0.4286 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4444 | 0.4266 | 1.7480 | 4.0977 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.2143 | 0.1667 | 0.1667 | 0.1111 | 0.1647 | 0.6696 | 4.0663 | 4.0815 | 0.0272 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.33 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.1429 | 0.1667 | 0.1667 | 0.2222 | 0.1746 | 0.7156 | 4.0985 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.50 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2143 | 0.3333 | 0.1667 | 0.2222 | 0.2341 | 0.9514 | 4.0636 | | |
| SUMA | 2.33 | 6.00 | 6.00 | 4.50 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Estabilidad de suelos y taludes | | | | | | | | | | | | | |
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.50 | 2.00 | 1.00 | 0.2222 | 0.1667 | 0.4000 | 0.2000 | 0.2472 | 1.0389 | 4.2022 | | |
| Botadero Tingo 2 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.4444 | 0.3333 | 0.2000 | 0.4000 | 0.3444 | 1.4444 | 4.1935 | 4.1861 | 0.0620 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.1111 | 0.3333 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2111 | 0.8764 | 4.1513 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.2222 | 0.1667 | 0.2000 | 0.2000 | 0.1972 | 0.8278 | 4.1972 | | |
| SUMA | 4.50 | 3.00 | 5.00 | 5.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | $S_{ponderada}$ | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Visibilidad de la estructura | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.50 | 3.00 | 2.00 | 0.2609 | 0.2308 | 0.3750 | 0.2857 | 0.2881 | 1.1690 | 4.0578 | | |
| Botadero Tingo 2 | 2.00 | 1.00 | 3.00 | 3.00 | 0.5217 | 0.4615 | 0.3750 | 0.4286 | 0.4467 | 1.8185 | 4.0708 | 4.0459 | 0.0153 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.33 | 0.33 | 1.00 | 1.00 | 0.0870 | 0.1538 | 0.1250 | 0.1429 | 0.1272 | 0.5101 | 4.0116 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.50 | 0.33 | 1.00 | 1.00 | 0.1304 | 0.1538 | 0.1250 | 0.1429 | 0.1380 | 0.5581 | 4.0435 | | |
| SUMA | 3.83 | 2.17 | 8.00 | 7.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Presencia de agua superficial | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 3.00 | 0.4286 | 0.2857 | 0.5217 | 0.4000 | 0.4090 | 1.7532 | 4.2865 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.2143 | 0.1429 | 0.1304 | 0.0667 | 0.1386 | 0.5693 | 4.1085 | 4.2191 | 0.0730 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 2.00 | 1.00 | 3.00 | 0.2143 | 0.2857 | 0.2609 | 0.4000 | 0.2902 | 1.2585 | 4.3364 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.33 | 2.00 | 0.33 | 1.00 | 0.1429 | 0.2857 | 0.0870 | 0.1333 | 0.1622 | 0.6724 | 4.1452 | | |
| SUMA | 2.33 | 7.00 | 3.83 | 7.50 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | 0.0821 |
| Condición del cuerpo receptor | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 3.00 | 0.4615 | 0.5217 | 0.4615 | 0.3333 | 0.4445 | 1.8278 | 4.1116 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 0.2308 | 0.2609 | 0.3077 | 0.3333 | 0.2832 | 1.1572 | 4.0868 | 4.0712 | 0.0237 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 0.1538 | 0.1304 | 0.1538 | 0.2222 | 0.1651 | 0.6693 | 4.0540 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.33 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 0.1538 | 0.0870 | 0.0769 | 0.1111 | 0.1072 | 0.4323 | 4.0325 | | |
| SUMA | 2.17 | 3.83 | 6.50 | 9.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | 0.0267 |

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|---|--|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | Sponderada | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Presencia de especies sensibles de flora | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.25 | 2.00 | 1.00 | 0.1538 | 0.1471 | 0.2667 | 0.1111 | 0.1697 | 0.7150 | 4.2143 | | |
| Botadero Tingo 2 | 4.00 | 1.00 | 4.00 | 5.00 | 0.6154 | 0.5882 | 0.5333 | 0.5556 | 0.5731 | 2.3929 | 4.1752 | 4.1726 | 0.0575 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 0.25 | 1.00 | 2.00 | 0.0769 | 0.1471 | 0.1333 | 0.2222 | 0.1449 | 0.5976 | 4.1249 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 0.20 | 0.50 | 1.00 | 0.1538 | 0.1176 | 0.0667 | 0.1111 | 0.1123 | 0.4691 | 4.1762 | | |
| SUMA | 6.50 | 1.70 | 7.50 | 9.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | 0.0647 |
| Presencia de flora protegida | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 6.00 | 1.00 | 0.3158 | 0.3158 | 0.3158 | 0.3158 | 0.3158 | 1.2632 | 4.0000 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 6.00 | 1.00 | 0.3158 | 0.3158 | 0.3158 | 0.3158 | 0.3158 | 1.2632 | 4.0000 | 4.0000 | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.17 | 0.17 | 1.00 | 0.17 | 0.0526 | 0.0526 | 0.0526 | 0.0526 | 0.0526 | 0.2105 | 4.0000 | | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 1.00 | 6.00 | 1.00 | 0.3158 | 0.3158 | 0.3158 | 0.3158 | 0.3158 | 1.2632 | 4.0000 | | |
| SUMA | 3.17 | 3.17 | 19.00 | 3.17 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Presencia de fauna protegida. | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.33 | 2.00 | 1.00 | 0.1818 | 0.1869 | 0.2667 | 0.1111 | 0.1866 | 0.7808 | 4.1838 | | |
| Botadero Tingo 2 | 3.00 | 1.00 | 4.00 | 5.00 | 0.5455 | 0.5607 | 0.5333 | 0.5556 | 0.5488 | 2.2850 | 4.1638 | 4.1656 | 0.0552 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 0.25 | 1.00 | 2.00 | 0.0909 | 0.1402 | 0.1333 | 0.2222 | 0.1467 | 0.6130 | 4.1799 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 0.20 | 0.50 | 1.00 | 0.1818 | 0.1121 | 0.0667 | 0.1111 | 0.1179 | 0.4877 | 4.1349 | | |
| SUMA | 5.50 | 1.78 | 7.50 | 9.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | 0.0620 |

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORITY | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|--|--|------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------|--------|--------|-----------------|-------------------------------|-----------------|---------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | Sponderada | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Presencia de peces | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 2.00 | 0.1818 | 0.1053 | 0.2459 | 0.1667 | 0.1749 | 0.7094 | 4.0559 | | |
| Botadero Tingo 2 | 2.00 | 1.00 | 0.33 | 4.00 | 0.3636 | 0.2105 | 0.1639 | 0.3333 | 0.2679 | 1.1016 | 4.1125 | 4.1290 | 0.0430 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 2.00 | 3.00 | 1.00 | 5.00 | 0.3636 | 0.6316 | 0.4918 | 0.4167 | 0.4759 | 2.0359 | 4.2777 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.50 | 0.25 | 0.20 | 1.00 | 0.0909 | 0.0526 | 0.0984 | 0.0833 | 0.0813 | 0.3309 | 4.0698 | | |
| SUMA | 5.50 | 4.75 | 2.03 | 12.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Presencia de hábitats sensibles | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.17 | 2.00 | 1.00 | 0.1176 | 0.1117 | 0.2353 | 0.0833 | 0.1370 | 0.5711 | 4.1689 | | |
| Botadero Tingo 2 | 6.00 | 1.00 | 5.00 | 8.00 | 0.7059 | 0.6704 | 0.5882 | 0.6667 | 0.6578 | 2.7635 | 4.2012 | 4.1834 | 0.0611 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 0.20 | 1.00 | 2.00 | 0.0588 | 0.1341 | 0.1176 | 0.1667 | 0.1193 | 0.4912 | 4.1169 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 0.13 | 0.50 | 1.00 | 0.1176 | 0.0838 | 0.0588 | 0.0833 | 0.0859 | 0.3648 | 4.2465 | | |
| SUMA | 8.50 | 1.49 | 8.50 | 12.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Requerimientos para monitoreo | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.2000 | 0.1667 | 0.2400 | 0.1429 | 0.1874 | 0.7561 | 4.0349 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 0.33 | 1.00 | 0.2000 | 0.1667 | 0.1600 | 0.1429 | 0.1674 | 0.6748 | 4.0313 | 4.0458 | 0.0153 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 2.00 | 3.00 | 1.00 | 4.00 | 0.4000 | 0.5000 | 0.4800 | 0.5714 | 0.4879 | 1.9943 | 4.0878 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 1.00 | 0.25 | 1.00 | 0.2000 | 0.1667 | 0.1200 | 0.1429 | 0.1574 | 0.6341 | 4.0291 | | |
| SUMA | 5.00 | 6.00 | 2.08 | 7.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|---|--|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | $S_{ponderada}$ | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Presencia de comunidades | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 3.00 | 0.3750 | 0.3750 | 0.3750 | 0.3750 | 0.3750 | 1.5000 | 4.0000 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 3.00 | 0.3750 | 0.3750 | 0.3750 | 0.3750 | 0.3750 | 1.5000 | 4.0000 | 4.0000 | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.33 | 0.33 | 1.00 | 1.00 | 0.1250 | 0.1250 | 0.1250 | 0.1250 | 0.1250 | 0.5000 | 4.0000 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.33 | 0.33 | 1.00 | 1.00 | 0.1250 | 0.1250 | 0.1250 | 0.1250 | 0.1250 | 0.5000 | 4.0000 | | |
| SUMA | 2.67 | 2.67 | 8.00 | 8.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Número de comunidades afectadas por el emplazamiento de la alternativa | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 6.00 | 0.4615 | 0.5455 | 0.3810 | 0.3529 | 0.4352 | 1.7936 | 4.1211 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 6.00 | 0.2308 | 0.2727 | 0.3810 | 0.3529 | 0.3093 | 1.2666 | 4.0946 | 4.0709 | 0.0236 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 0.50 | 1.00 | 4.00 | 0.2308 | 0.1364 | 0.1905 | 0.2353 | 0.1982 | 0.7993 | 4.0324 | | 0.0266 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.17 | 0.17 | 0.25 | 1.00 | 0.0769 | 0.0455 | 0.0476 | 0.0588 | 0.0572 | 0.2309 | 4.0356 | | |
| SUMA | 2.17 | 3.67 | 5.25 | 17.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Impacto al acceso público | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.50 | 2.00 | 3.00 | 0.2609 | 0.2679 | 0.2353 | 0.2500 | 0.2535 | 1.0215 | 4.0294 | | |
| Botadero Tingo 2 | 2.00 | 1.00 | 5.00 | 6.00 | 0.5217 | 0.5357 | 0.5882 | 0.5000 | 0.5364 | 2.1734 | 4.0517 | 4.0248 | 0.0083 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 0.20 | 1.00 | 2.00 | 0.1304 | 0.1071 | 0.1176 | 0.1667 | 0.1305 | 0.5237 | 4.0139 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.33 | 0.17 | 0.50 | 1.00 | 0.0870 | 0.0893 | 0.0588 | 0.0833 | 0.0796 | 0.3187 | 4.0043 | | |
| SUMA | 3.83 | 1.87 | 8.50 | 12.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|---|--|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | $S_{ponderada}$ | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Impacto sobre otra infraestructura | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 5.00 | 3.00 | 1.00 | 0.3947 | 0.3125 | 0.5769 | 0.3125 | 0.3992 | 1.7169 | 4.3011 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.20 | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.0789 | 0.0625 | 0.0385 | 0.0625 | 0.0606 | 0.2485 | 4.1002 | 4.1543 | 0.0514 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.33 | 5.00 | 1.00 | 1.00 | 0.1316 | 0.3125 | 0.1923 | 0.3125 | 0.2372 | 0.9763 | 4.1156 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 5.00 | 1.00 | 1.00 | 0.3947 | 0.3125 | 0.1923 | 0.3125 | 0.3030 | 1.2424 | 4.1002 | | |
| SUMA | 2.53 | 16.00 | 5.20 | 3.20 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| El cambio en el uso de tierra y tenencia | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.2500 | 0.2857 | 0.3000 | 0.2804 | 1.1589 | 4.1338 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.2500 | 0.1429 | 0.3000 | 0.2446 | 1.0000 | 4.0876 | 4.1188 | 0.0396 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.33 | 0.1429 | 0.2500 | 0.1429 | 0.1000 | 0.1589 | 0.6491 | 4.0843 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.2500 | 0.4286 | 0.3000 | 0.3161 | 1.3179 | 4.1695 | | |
| SUMA | 3.50 | 4.00 | 7.00 | 3.33 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Peligro por la presencia del botadero | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.3333 | 0.2857 | 0.2500 | 0.2887 | 1.1756 | 4.0722 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.1429 | 0.1667 | 0.1429 | 0.2500 | 0.1756 | 0.7113 | 4.0508 | 4.0608 | 0.0203 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.3333 | 0.2857 | 0.2500 | 0.2887 | 1.1756 | 4.0722 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.1667 | 0.2857 | 0.2500 | 0.2470 | 1.0000 | 4.0482 | | |
| SUMA | 3.50 | 6.00 | 3.50 | 4.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|---|--|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | Sponderada | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Presencia de tránsito vehicular en la zona | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.50 | 0.2222 | 0.1667 | 0.4444 | 0.1667 | 0.2500 | 1.0833 | 4.3333 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.2222 | 0.1667 | 0.1111 | 0.1667 | 0.1667 | 0.7083 | 4.2500 | 4.2500 | 0.0833 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.1111 | 0.3333 | 0.2222 | 0.3333 | 0.2500 | 1.0417 | 4.1667 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.4444 | 0.3333 | 0.2222 | 0.3333 | 0.3333 | 1.4167 | 4.2500 | | |
| SUMA | 4.50 | 6.00 | 4.50 | 3.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Posibles impactos por polvo, ruido y vibración | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 4.00 | 5.00 | 0.4082 | 0.3871 | 0.4444 | 0.4545 | 0.4236 | 1.7052 | 4.0260 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 0.4082 | 0.3871 | 0.3333 | 0.3636 | 0.3731 | 1.5019 | 4.0258 | 4.0166 | 0.0055 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 1.00 | 0.1020 | 0.1290 | 0.1111 | 0.0909 | 0.1083 | 0.4336 | 4.0049 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.20 | 0.25 | 1.00 | 1.00 | 0.0816 | 0.0968 | 0.1111 | 0.0909 | 0.0951 | 0.3814 | 4.0098 | | |
| SUMA | 2.45 | 2.58 | 9.00 | 11.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Presencia de restos arqueológicos | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 0.3636 | 0.3077 | 0.4706 | 0.3077 | 0.3624 | 1.4858 | 4.0999 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 4.00 | 0.3636 | 0.3077 | 0.2353 | 0.3077 | 0.3036 | 1.2277 | 4.0440 | 4.0605 | 0.0202 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 4.00 | 0.1818 | 0.3077 | 0.2353 | 0.3077 | 0.2581 | 1.0465 | 4.0542 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 1.00 | 0.0909 | 0.0769 | 0.0588 | 0.0769 | 0.0759 | 0.3069 | 4.0440 | | |
| SUMA | 2.75 | 3.25 | 4.25 | 13.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

| MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|---|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|--------|
| | | | | | | | | | | $S_{ponderada}$ | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Condición del terreno para habilitar el acceso | | | | | | | | | | | | | |
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 0.3636 | 0.2308 | 0.5000 | 0.4444 | 0.3847 | 1.5819 | 4.1118 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 2.00 | 0.3636 | 0.2308 | 0.1250 | 0.2222 | 0.2354 | 0.9615 | 4.0846 | 4.1022 | 0.0341 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 0.1818 | 0.4615 | 0.2500 | 0.2222 | 0.2789 | 1.1440 | 4.1020 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.25 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 0.0909 | 0.0769 | 0.1250 | 0.1111 | 0.1010 | 0.4151 | 4.1103 | | |
| SUMA | 2.75 | 4.33 | 4.00 | 9.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Distancia de carga de materiales | | | | | | | | | | | | | |
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.1000 | 0.1000 | 0.1000 | 0.1000 | 0.1000 | 0.4000 | 4.0000 | | |
| Botadero Tingo 2 | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 1.2000 | 4.0000 | 4.0000 | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 1.2000 | 4.0000 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 1.2000 | 4.0000 | | |
| SUMA | 10.00 | 3.33 | 3.33 | 3.33 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Largo de canales de derivación | | | | | | | | | | | | | |
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.8000 | 4.0000 | | |
| Botadero Tingo 2 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 0.4000 | 0.4000 | 0.4000 | 0.4000 | 0.4000 | 1.6000 | 4.0000 | 4.0000 | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.8000 | 4.0000 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.8000 | 4.0000 | | |
| SUMA | 5.00 | 2.50 | 5.00 | 5.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORITY | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|---|--|------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------|--------|--------|-----------------|-------------------------------|-----------------|---------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | $S_{ponderada}$ | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Área de cuenca de derivación | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 0.17 | 1.00 | 0.1111 | 0.1000 | 0.0893 | 0.2308 | 0.1328 | 0.5492 | 4.1357 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.33 | 0.1111 | 0.1000 | 0.1071 | 0.0769 | 0.0988 | 0.4156 | 4.2067 | 4.1613 | 0.0538 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 6.00 | 5.00 | 1.00 | 2.00 | 0.6667 | 0.5000 | 0.5357 | 0.4615 | 0.5410 | 2.2866 | 4.2267 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 3.00 | 0.50 | 1.00 | 0.1111 | 0.3000 | 0.2679 | 0.2308 | 0.2274 | 0.9271 | 4.0763 | | |
| SUMA | 9.00 | 10.00 | 1.87 | 4.33 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | 0.0604 |
| Área de cuenca no impactada | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | 4.0000 | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 1.00 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.5714 | 4.0000 | | |
| SUMA | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 7.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | 0.0000 |
| Capacidad máxima potencial de almacenaje | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 0.33 | 0.33 | 0.17 | 0.0769 | 0.0526 | 0.0526 | 0.1000 | 0.0705 | 0.2835 | 4.0187 | | |
| Botadero Tingo 2 | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 0.25 | 0.2308 | 0.1579 | 0.1579 | 0.1500 | 0.1741 | 0.7052 | 4.0497 | 4.0609 | 0.0203 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 0.25 | 0.2308 | 0.1579 | 0.1579 | 0.1500 | 0.1741 | 0.7052 | 4.0497 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 6.00 | 4.00 | 4.00 | 1.00 | 0.4615 | 0.6316 | 0.6316 | 0.6000 | 0.5812 | 2.3976 | 4.1254 | | |
| SUMA | 13.00 | 6.33 | 6.33 | 1.67 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | 0.0228 |

| Área (para 60 Mt) | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|---|--|------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------|--------|--------|------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | S _{ponderada} | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.5714 | 4.0000 | 4.0000 | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | | |
| SUMA | 3.50 | 7.00 | 3.50 | 3.50 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Altitud del botadero de desmante | | | | | | | | | | | | | |
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 4.00 | 3.00 | 6.02 | 0.5718 | 0.5457 | 0.6214 | 0.4604 | 0.5498 | 2.2699 | 4.1285 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.25 | 1.00 | 0.50 | 3.03 | 0.1429 | 0.1364 | 0.1035 | 0.2316 | 0.1536 | 0.6194 | 4.0325 | 4.0832 | 0.0277 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.33 | 2.00 | 1.00 | 3.03 | 0.1904 | 0.2729 | 0.2069 | 0.2316 | 0.2254 | 0.9314 | 4.1314 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.17 | 0.33 | 0.33 | 1.00 | 0.0949 | 0.0450 | 0.0683 | 0.0764 | 0.0712 | 0.2875 | 4.0404 | | 0.0312 |
| SUMA | 1.75 | 7.33 | 4.83 | 13.08 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Preparación del sitio | | | | | | | | | | | | | |
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 1.3333 | 4.0000 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.1667 | 0.1667 | 0.1667 | 0.1667 | 0.1667 | 0.6667 | 4.0000 | 4.0000 | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.1667 | 0.1667 | 0.1667 | 0.1667 | 0.1667 | 0.6667 | 4.0000 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 1.3333 | 4.0000 | | |
| SUMA | 3.00 | 6.00 | 6.00 | 3.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

| Fundación | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | | |
|-----------------------------|--|------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------|--------|--------|------------------|-------------------------------|---------------------|--------|--------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | $S_{ponderada}$ | λ_{max} | Índice Consistencia | RC | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 0.3636 | 0.3636 | 0.3752 | 0.3325 | 0.3588 | 1.4459 | 4.0305 | | | |
| Botadero Tingo 2 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 0.3636 | 0.3636 | 0.3752 | 0.3325 | 0.3588 | 1.4459 | 4.0305 | 4.0217 | 0.0072 | 0.0081 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.50 | 0.50 | 1.00 | 3.03 | 0.1818 | 0.1818 | 0.1876 | 0.2519 | 0.2008 | 0.8072 | 4.0200 | | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.25 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 0.0909 | 0.0909 | 0.0619 | 0.0831 | 0.0817 | 0.3273 | 4.0060 | | | |
| SUMA | 2.75 | 2.75 | 5.33 | 12.03 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | |
| Monitoreo geotécnico | | | | | | | | | | | | | | |
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 4.00 | 0.5000 | 0.5455 | 0.4443 | 0.4444 | 0.4836 | 1.9545 | 4.0419 | | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 3.00 | 0.2500 | 0.2728 | 0.3336 | 0.3333 | 0.2974 | 1.1966 | 4.0234 | 4.0207 | 0.0069 | 0.0077 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 1.00 | 0.1250 | 0.0908 | 0.1111 | 0.1111 | 0.1095 | 0.4390 | 4.0086 | | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 1.00 | 0.1250 | 0.0909 | 0.1111 | 0.1111 | 0.1095 | 0.4391 | 4.0087 | | | |
| SUMA | 2.00 | 3.67 | 9.00 | 9.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | |
| Costos capitales | | | | | | | | | | | | | | |
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 3.03 | 4.00 | 6.00 | 0.5725 | 0.4024 | 0.7164 | 0.4615 | 0.5382 | 2.3973 | 4.4542 | | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.33 | 1.00 | 0.33 | 2.00 | 0.1889 | 0.1328 | 0.0597 | 0.1538 | 0.1338 | 0.5389 | 4.0270 | 4.1963 | 0.0654 | 0.0735 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.25 | 3.00 | 1.00 | 4.00 | 0.1431 | 0.3984 | 0.1791 | 0.3077 | 0.2571 | 1.0766 | 4.1878 | | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.17 | 0.50 | 0.25 | 1.00 | 0.0954 | 0.0664 | 0.0448 | 0.0769 | 0.0709 | 0.2918 | 4.1163 | | | |
| SUMA | 1.75 | 7.53 | 5.58 | 13.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | |

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - ALTERNATIVAS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|--|--|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|--------|
| | Botadero Tingo 1 | Botadero Tingo 2 | Botadero Hualgayoc 1 | Botadero Hualgayoc 2 | | | | | | $S_{ponderada}$ | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Costos operacionales | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 5.00 | 1.00 | 5.00 | 0.4167 | 0.4167 | 0.4167 | 0.4167 | 0.4167 | 1.6667 | 4.0000 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.20 | 1.00 | 0.20 | 1.00 | 0.0833 | 0.0833 | 0.0833 | 0.0833 | 0.0833 | 0.3333 | 4.0000 | 4.0000 | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1.00 | 5.00 | 1.00 | 5.00 | 0.4167 | 0.4167 | 0.4167 | 0.4167 | 0.4167 | 1.6667 | 4.0000 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.20 | 1.00 | 0.20 | 1.00 | 0.0833 | 0.0833 | 0.0833 | 0.0833 | 0.0833 | 0.3333 | 4.0000 | | |
| SUMA | 2.40 | 12.00 | 2.40 | 12.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Costos de cierre y rehabilitación | | | | | | | | | | | | | |
| Botadero Tingo 1 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | | |
| Botadero Tingo 2 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.1429 | 0.5714 | 4.0000 | 4.0000 | 0.0000 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 0.2857 | 1.1429 | 4.0000 | | |
| SUMA | 3.50 | 7.00 | 3.50 | 3.50 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

Tabla 13. Matrices de Comparación por Pares de los Criterios Primarios

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - CRITERIOS PRIMARIOS | | | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|--------------------------|---|------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|------------------------|--------|--------|
| | Aspectos Físicos | Aspectos biológicos | Aspectos Socioeconómicos | Aspectos Culturales | Aspectos Técnicos | Aspectos Económicos | | | | | | | $S_{ponderada}$ | λ_{max} | Índice Consistencia | RC | |
| Aspectos Físicos | 1.00 | 0.33 | 0.13 | 0.33 | 0.50 | 0.50 | 0.0526 | 0.0339 | 0.0603 | 0.0250 | 0.0711 | 0.0638 | 0.0511 | 0.3138 | 6.1370 | | |
| Aspectos biológicos | 3.00 | 1.00 | 0.17 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.1579 | 0.1017 | 0.0805 | 0.1500 | 0.1422 | 0.1277 | 0.1267 | 0.7915 | 6.2489 | | |
| Aspectos Socioeconómicos | 8.00 | 6.00 | 1.00 | 5.00 | 3.03 | 4.00 | 0.4211 | 0.6102 | 0.4827 | 0.3750 | 0.4310 | 0.5106 | 0.4718 | 2.9978 | 6.3545 | 6.2327 | 0.0465 |
| Aspectos Culturales | 3.00 | 0.50 | 0.20 | 1.00 | 0.50 | 0.33 | 0.1579 | 0.0508 | 0.0965 | 0.0750 | 0.0711 | 0.0426 | 0.0823 | 0.5046 | 6.1296 | | |
| Aspectos Técnicos | 2.00 | 1.00 | 0.33 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.1053 | 0.1017 | 0.1593 | 0.1500 | 0.1422 | 0.1277 | 0.1310 | 0.8174 | 6.2383 | | |
| Aspectos Económicos | 2.00 | 1.00 | 0.25 | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 0.1053 | 0.1017 | 0.1207 | 0.2250 | 0.1422 | 0.1277 | 0.1371 | 0.8620 | 6.2876 | | |
| SUMA | 19.00 | 9.83 | 2.07 | 13.33 | 7.03 | 7.83 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

Tabla 14. Matrices de Comparación por Pares de los Criterios Secundarios

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - CRITERIOS SECUNDARIOS | | | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|---------------------------------|---|---------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------|----|
| | Topografía | Geomorfología | Geología | Suelos | Aspectos visuales | Agua superficial | | | | | | | | Sponderada | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Aspectos Físicos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Topografía | 1.00 | 0.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 0.50 | 0.1538 | 0.0645 | 0.1333 | 0.3429 | 0.2500 | 0.1364 | 0.1802 | 1.1656 | 6.4698 | | |
| Geomorfología | 2.00 | 1.00 | 4.00 | 1.00 | 0.50 | 0.33 | 0.3077 | 0.1290 | 0.2667 | 0.1714 | 0.0625 | 0.0909 | 0.1714 | 1.1289 | 6.5872 | | |
| Geología | 0.50 | 0.25 | 1.00 | 0.33 | 0.50 | 0.33 | 0.0769 | 0.0323 | 0.0667 | 0.0571 | 0.0625 | 0.0909 | 0.0644 | 0.4147 | 6.4388 | 6.5723 | |
| Suelos | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 0.0769 | 0.1290 | 0.2000 | 0.1714 | 0.2500 | 0.2727 | 0.1834 | 1.1746 | 6.4064 | 0.1145 | |
| Aspectos visuales | 0.50 | 2.00 | 2.00 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.0769 | 0.2581 | 0.1333 | 0.0857 | 0.1250 | 0.1364 | 0.1359 | 0.9216 | 6.7815 | 0.0916 | |
| Agua superficial | 2.00 | 3.00 | 3.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 0.3077 | 0.3871 | 0.2000 | 0.1714 | 0.2500 | 0.2727 | 0.2648 | 1.7876 | 6.7501 | | |
| SUMA | 6.50 | 7.75 | 15.00 | 5.83 | 8.00 | 3.67 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |
| Aspectos biológicos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Flora | Fauna | Hábitats sensibles | Requerimientos para monitoreo | | | | | | | | | | | | | |
| Flora | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 6.00 | | | 0.1395 | 0.1613 | 0.1256 | 0.3158 | | | 0.1855 | 0.7795 | 4.2010 | | |
| Fauna | 1.00 | 1.00 | 0.25 | 5.00 | | | 0.1395 | 0.1613 | 0.1570 | 0.2632 | | | 0.1802 | 0.7593 | 4.2126 | 4.2171 | |
| Hábitats sensibles | 5.00 | 4.00 | 1.00 | 7.00 | | | 0.6977 | 0.6452 | 0.6278 | 0.3684 | | | 0.5848 | 2.5796 | 4.4114 | 0.0724 | |
| Requerimientos para monitoreo | 0.17 | 0.20 | 0.14 | 1.00 | | | 0.0233 | 0.0323 | 0.0897 | 0.0526 | | | 0.0495 | 0.2000 | 4.0432 | 0.0813 | |
| SUMA | 7.17 | 6.20 | 1.59 | 19.00 | | | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | 1.0000 | | | | |
| Aspectos Socioeconómicos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Comunidades | Uso de tierra | Seguridad | Expectativas de la población | | | | | | | | | | | | | |
| Comunidades | 1.00 | 7.00 | 1.00 | 1.00 | | | 0.3182 | 0.4375 | 0.2381 | 0.3529 | | | 0.3367 | 1.4098 | 4.1875 | | |
| Uso de tierra | 0.14 | 1.00 | 0.20 | 0.33 | | | 0.0455 | 0.0625 | 0.0476 | 0.1176 | | | 0.0683 | 0.2799 | 4.0978 | 4.1771 | |
| Seguridad | 1.00 | 5.00 | 1.00 | 0.50 | | | 0.3182 | 0.3125 | 0.2381 | 0.1765 | | | 0.2613 | 1.1064 | 4.2339 | 0.0590 | |
| Expectativas de la población | 1.00 | 3.00 | 2.00 | 1.00 | | | 0.3182 | 0.1875 | 0.4762 | 0.3529 | | | 0.3337 | 1.3979 | 4.1891 | 0.0663 | |
| SUMA | 3.14 | 16.00 | 4.20 | 2.83 | | | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | 1.0000 | | | | |

| Aspectos Técnicos | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - CRITERIOS SECUNDARIOS | | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|-------------------------------------|---|---------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|--|
| | Accesibilidad | Carga de materiales | Manejo de aguas | Desarrollo del botadero de desmonte | Monitoreo y mantenimiento | | | | | | $S_{ponderada}$ | λ_{max} | Índice Consistencia | RC | |
| Accesibilidad | 1.00 | 2.00 | 0.50 | 3.00 | 4.00 | 0.2449 | 0.2353 | 0.2027 | 0.3871 | 0.2791 | 0.2698 | 1.4794 | 5.4829 | | |
| Carga de materiales | 0.50 | 1.00 | 0.33 | 0.50 | 2.00 | 0.1224 | 0.1176 | 0.1351 | 0.0645 | 0.1395 | 0.1159 | 0.5988 | 5.1683 | | |
| Manejo de aguas | 2.00 | 3.00 | 1.00 | 3.00 | 3.33 | 0.4898 | 0.3529 | 0.4054 | 0.3871 | 0.2326 | 0.3736 | 2.0060 | 5.3699 | 5.2586 | |
| Desarrollo del botadero de desmonte | 0.33 | 2.00 | 0.33 | 1.00 | 4.00 | 0.0816 | 0.2353 | 0.1351 | 0.1290 | 0.2791 | 0.1720 | 0.8932 | 5.1918 | | |
| Monitoreo y mantenimiento | 0.25 | 0.50 | 0.30 | 0.25 | 1.00 | 0.0612 | 0.0588 | 0.1216 | 0.0323 | 0.0698 | 0.0687 | 0.3492 | 5.0800 | | |
| SUMA | 4.08 | 8.50 | 2.47 | 7.75 | 14.33 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.7302 | | | | |

Tabla 15. Matrices de Comparación por Pares de los Criterios Terciarios

| MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - CRITERIOS TERCIARIOS | | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|------------------------|--------|--|
| | Forma de la cuenca | Número de cuencas involucradas | Coefficiente de compacidad de la cuenca | Cuenca que sería impactada | | | | | $S_{ponderada}$ | λ_{max} | Índice Consistencia | RC | |
| Geomorfología | | | | | | | | | | | | | |
| Forma de la cuenca | 1.00 | 0.33 | 1.00 | 0.20 | 0.1000 | 0.0909 | 0.1250 | 0.0984 | 0.1036 | 0.4186 | 4.0419 | | |
| Número de cuencas involucradas | 3.00 | 1.00 | 3.00 | 0.50 | 0.3000 | 0.2727 | 0.3750 | 0.2459 | 0.2984 | 1.2080 | 4.0482 | | |
| Coefficiente de compacidad de la cuenca | 1.00 | 0.33 | 1.00 | 0.33 | 0.1000 | 0.0909 | 0.1250 | 0.1639 | 0.1200 | 0.4824 | 4.0209 | 4.0489 | |
| Cuenca que sería impactada | 5.00 | 2.00 | 3.00 | 1.00 | 0.5000 | 0.5455 | 0.3750 | 0.4918 | 0.4781 | 1.9526 | 4.0844 | 0.0163 | |
| SUMA | 10.00 | 3.67 | 8.00 | 2.03 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | 0.0183 | |
| Suelos | | | | | | | | | | | | | |
| | Tipo de suelos perturbados | Calidad de suelos perturbados | Estabilidad de suelos y taludes | | | | | | | | | | |
| Tipo de suelos perturbados | 1.00 | 0.50 | 0.33 | | 0.1667 | 0.2000 | 0.1429 | | 0.1698 | 0.5111 | 3.0093 | | |
| Calidad de suelos perturbados | 2.00 | 1.00 | 1.00 | | 0.3333 | 0.4000 | 0.4286 | | 0.3873 | 1.1698 | 3.0205 | 3.0183 | |
| Estabilidad de suelos y taludes | 3.00 | 1.00 | 1.00 | | 0.5000 | 0.4000 | 0.4286 | | 0.4429 | 1.3397 | 3.0251 | 0.0092 | |
| SUMA | 6.00 | 2.50 | 2.33 | | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | 1.0000 | | | 0.0176 | |
| Agua superficial | | | | | | | | | | | | | |
| | Presencia de agua superficial | Condición del cuerpo receptor | | | | | | | | | | | |
| Presencia de agua superficial | 1.00 | 2.00 | | | 0.6667 | 0.6667 | | | 0.6667 | 1.3333 | 2.0000 | 2.0000 | |
| Condición del cuerpo receptor | 0.50 | 1.00 | | | 0.3333 | 0.3333 | | | 0.3333 | 0.6667 | 2.0000 | 0.0000 | |
| SUMA | 1.50 | 3.00 | | | 1.0000 | 1.0000 | | | 1.0000 | | | - | |

| MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - CRITERIOS TERCARIOS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | |
|--|--|--|---------------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|------------------|-------------------------------|--------|--------|--|
| Flora | | | | | | | | | | | | |
| | Presencia de especies sensibles de flora | Presencia de flora protegida | | | | | | | | | | |
| Presencia de especies sensibles de flora | 1.00 | 0.50 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.6667 | 2.0000 | 2.0000 | 0.0000 | - | | |
| Presencia de flora protegida | 2.00 | 1.00 | 0.6667 | 0.6667 | 0.6667 | 1.3333 | 2.0000 | | | | | |
| SUMA | 3.00 | 1.50 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | | | |
| Fauna | | | | | | | | | | | | |
| | Presencia de fauna protegida. | Presencia de peces | | | | | | | | | | |
| Presencia de fauna protegida. | 1.00 | 1.00 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 | 1.0000 | 2.0000 | 2.0000 | 0.0000 | - | | |
| Presencia de peces | 1.00 | 1.00 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 | 1.0000 | 2.0000 | | | | | |
| SUMA | 2.00 | 2.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | | | |
| Comunidades | | | | | | | | | | | | |
| | Presencia de comunidades | Número de comunidades afectadas por el emplazamiento de la alternativa | Impacto al acceso público | Impacto sobre otra infraestructura | | | | | | | | |
| Presencia de comunidades | 1.00 | 0.50 | 3.00 | 4.00 | 0.2791 | 0.2273 | 0.4615 | 0.3333 | 0.3253 | 1.3440 | 4.1314 | |
| Número de comunidades afectadas por el emplazamiento de la alternativa | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 0.5581 | 0.4545 | 0.3077 | 0.4167 | 0.4343 | 1.8064 | 4.1598 | |
| Impacto al acceso público | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 0.0930 | 0.2273 | 0.1538 | 0.1667 | 0.1602 | 0.6462 | 4.0339 | |
| Impacto sobre otra infraestructura | 0.25 | 0.20 | 0.50 | 1.00 | 0.0698 | 0.0909 | 0.0769 | 0.0833 | 0.0802 | 0.3285 | 4.0945 | |
| SUMA | 3.58 | 2.20 | 6.50 | 12.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | |

MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - CRITERIOS TERCARIOS

MATRIZ NORMALIZADA

**VECTOR
PRIORIDAD**

COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI)

Seguridad

| | Peligro por la presencia del botadero | Presencia de tránsito vehicular en la zona | Posibles impactos por polvo, ruido y vibración | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|--|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Peligro por la presencia del botadero | 1.00 | 4.00 | 3.00 | 0.6316 | 0.5714 | 0.6667 | 0.6232 | 1.8908 | 3.0340 | | | | |
| Presencia de tránsito vehicular en la zona | 0.25 | 1.00 | 0.50 | 0.1579 | 0.1429 | 0.1111 | 0.1373 | 0.4128 | 3.0071 | 3.0183 | 0.0092 | 0.0176 | |
| Posibles impactos por polvo, ruido y vibración | 0.33 | 2.00 | 1.00 | 0.2105 | 0.2857 | 0.2222 | 0.2395 | 0.7218 | 3.0140 | | | | |
| SUMA | 1.58 | 7.00 | 4.50 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | | |

Manejo de aguas

| | Largo de canales de derivación | Área de cuenca de derivación | Área de cuenca no impactada | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Largo de canales de derivación | 1.00 | 1.00 | 6.00 | 0.4615 | 0.4615 | 0.4615 | 0.4615 | 1.3846 | 3.0000 | | | | |
| Área de cuenca de derivación | 1.00 | 1.00 | 6.00 | 0.4615 | 0.4615 | 0.4615 | 0.4615 | 1.3846 | 3.0000 | 3.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| Área de cuenca no impactada | 0.17 | 0.17 | 1.00 | 0.0769 | 0.0769 | 0.0769 | 0.0769 | 0.2308 | 3.0000 | | | | |
| SUMA | 2.17 | 2.17 | 13.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | | |

Desarrollo del botadero de desmante

| | Capacidad máxima potencial de almacenaje | Área (para 60 Mt) | Altitud del botadero de desmante | Preparación del sitio | Fundación | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Capacidad máxima potencial de almacenaje | 1.00 | 4.00 | 1.00 | 7.00 | 4.00 | 0.3784 | 0.4324 | 0.3360 | 0.3182 | 0.4800 | 0.3890 | 2.0036 | 5.1506 | | |
| Área (para 60 Mt) | 0.25 | 1.00 | 0.33 | 4.00 | 1.00 | 0.0946 | 0.1081 | 0.1120 | 0.1818 | 0.1200 | 0.1233 | 0.6241 | 5.0611 | | |
| Altitud del botadero de desmante | 1.00 | 3.00 | 1.00 | 7.00 | 2.00 | 0.3784 | 0.3243 | 0.3360 | 0.3182 | 0.2400 | 0.3194 | 1.6295 | 5.1020 | 5.0847 | 0.0212 |
| Preparación del sitio | 0.14 | 0.25 | 0.14 | 1.00 | 0.33 | 0.0541 | 0.0270 | 0.0480 | 0.0455 | 0.0400 | 0.0429 | 0.2167 | 5.0512 | | |
| Fundación | 0.25 | 1.00 | 0.50 | 3.00 | 1.00 | 0.0946 | 0.1081 | 0.1680 | 0.1364 | 0.1200 | 0.1254 | 0.6344 | 5.0583 | | |
| SUMA | 2.64 | 9.25 | 2.98 | 22.00 | 8.33 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | |

Costos de la alternativa

| MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - CRITERIOS TERCIARIOS | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | | | |
|--|---------------------|-------------------------|---|--------------------|--------|--------|---------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | Costos capitales | Costos operacionales | Costos de cierre y rehabilitación | | | | | | | | | |
| Costos capitales | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 1.0000 | 3.0000 | | | |
| Costos operacionales | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 1.0000 | 3.0000 | 3.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Costos de cierre y rehabilitación | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 | 1.0000 | 3.0000 | | | |
| SUMA | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | |

Tabla 16. Matriz de Prioridades de Alternativas

| | Pendiente del terreno | Forma de la cuenca | Número de cuencas involucradas | Coefficiente de compacidad de la cuenca | Cuenca que sería impactada | Tipo de roca por debajo del botadero | Tipo de suelos perturbados | Calidad de suelos perturbados | Estabilidad de suelos y taludes | Visibilidad de la estructura | Presencia de agua superficial |
|----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------------|---|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Botadero Tingo 1 | 0.3940 | 0.4726 | 0.3562 | 0.2857 | 0.3960 | 0.1580 | 0.2472 | 0.4266 | 0.2472 | 0.2881 | 0.4090 |
| Botadero Tingo 2 | 0.0889 | 0.2395 | 0.3250 | 0.2857 | 0.3960 | 0.1580 | 0.3444 | 0.1647 | 0.3444 | 0.4467 | 0.1386 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.3555 | 0.1817 | 0.1251 | 0.2857 | 0.1476 | 0.1127 | 0.2111 | 0.1746 | 0.2111 | 0.1272 | 0.2902 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.1616 | 0.1062 | 0.1937 | 0.1429 | 0.0603 | 0.5713 | 0.1972 | 0.2341 | 0.1972 | 0.1380 | 0.1622 |

| | Condición del cuerpo receptor | Presencia de especies sensibles de flora | Presencia de flora protegida | Presencia de fauna protegida. | Presencia de peces | Presencia de hábitats sensibles | Requerimientos para monitoreo | Presencia de comunidades | Número de comunidades afectadas por el emplazamiento de la alternativa | Impacto al acceso público | Impacto sobre otra infraestructura |
|----------------------|-------------------------------|--|------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|
| Botadero Tingo 1 | 0.4445 | 0.1697 | 0.3158 | 0.1866 | 0.1749 | 0.1370 | 0.1874 | 0.3750 | 0.4352 | 0.2535 | 0.3992 |
| Botadero Tingo 2 | 0.2832 | 0.5731 | 0.3158 | 0.5488 | 0.2679 | 0.6578 | 0.1674 | 0.3750 | 0.3093 | 0.5364 | 0.0606 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.1651 | 0.1449 | 0.0526 | 0.1467 | 0.4759 | 0.1193 | 0.4879 | 0.1250 | 0.1982 | 0.1305 | 0.2372 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.1072 | 0.1123 | 0.3158 | 0.1179 | 0.0813 | 0.0859 | 0.1574 | 0.1250 | 0.0572 | 0.0796 | 0.3030 |

| | El cambio en el uso de tierra y tenencia | Peligro por la presencia del botadero | Presencia de tránsito vehicular en la zona | Posibles impactos por polvo, ruido y vibración | Presencia de restos arqueológicos | Condición del terreno para habilitar el acceso | Distancia de carga de materiales | Largo de canales de derivación | Área de cuenca de derivación | Área de cuenca no impactada | Capacidad máxima potencial de almacenaje |
|----------------------|--|---------------------------------------|--|--|-----------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| Botadero Tingo 1 | 0.2804 | 0.2887 | 0.2500 | 0.4236 | 0.3624 | 0.3847 | 0.1000 | 0.2000 | 0.1328 | 0.2857 | 0.0705 |
| Botadero Tingo 2 | 0.2446 | 0.1756 | 0.1667 | 0.3731 | 0.3036 | 0.2354 | 0.3000 | 0.4000 | 0.0988 | 0.2857 | 0.1741 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.1589 | 0.2887 | 0.2500 | 0.1083 | 0.2581 | 0.2789 | 0.3000 | 0.2000 | 0.5410 | 0.2857 | 0.1741 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.3161 | 0.2470 | 0.3333 | 0.0951 | 0.0759 | 0.1010 | 0.3000 | 0.2000 | 0.2274 | 0.1429 | 0.5812 |

| | Área (para 60 M) | Altitud del botadero de desmonte | Preparación del sitio | Fundación | Monitoreo geotécnico | Costos capitales | Costos operacionales | Costos de cierre y rehabilitación |
|----------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------|----------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Botadero Tingo 1 | 0.2857 | 0.5498 | 0.3333 | 0.3588 | 0.4836 | 0.5382 | 0.4167 | 0.2857 |
| Botadero Tingo 2 | 0.1429 | 0.1536 | 0.1667 | 0.3588 | 0.2974 | 0.1338 | 0.0833 | 0.1429 |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.2857 | 0.2254 | 0.1667 | 0.2008 | 0.1095 | 0.2571 | 0.4167 | 0.2857 |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.2857 | 0.0712 | 0.3333 | 0.0817 | 0.1095 | 0.0709 | 0.0833 | 0.2857 |

Tabla 17. Vector Prioridad de Criterios

| Criterios Terciarios | Pendiente del terreno | Forma de la cuenca | Número de cuencas involucradas | Coefficiente de compacidad de la cuenca | Cuenca que sería impactada | Tipo de roca por debajo del botadero | Tipo de suelos perturbados | Calidad de suelos perturbados | Estabilidad de suelos y taludes | Visibilidad de la estructura | Presencia de agua superficial | Condición del cuerpo receptor |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------------|---|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | 0.1036 | 0.2984 | 0.1200 | 0.4781 | | 0.1698 | 0.3873 | 0.4429 | | 0.6667 | 0.3333 |
| Criterios Secundarios | Topografía | Geomorfología | | | | Geología | Suelos | | | Aspectos visuales | Agua superficial | |
| | 0.1802 | 0.1714 | | | | 0.0644 | 0.1834 | | | 0.1359 | 0.2648 | |
| Criterios Primarios | Aspectos Físicos | | | | | | | | | | | |
| | 0.0511 | | | | | | | | | | | |

| Criterios Terciarios | Presencia de especies sensibles de flora | Presencia de flora protegida | Presencia de fauna protegida. | Presencia de peces | Presencia de hábitats sensibles | Requerimientos para monitoreo | Presencia de comunidades | Número de comunidades afectadas por el emplazamiento de la alternativa | Impacto al acceso público | Impacto sobre otra infraestructura | El cambio en el uso de tierra y tenencia | Peligro por la presencia del botadero | Presencia de tránsito vehicular en la zona | Posibles impactos por polvo, ruido y vibración |
|-----------------------|--|------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|
| | 0.3333 | 0.6667 | 0.5000 | 0.5000 | | | 0.3253 | 0.4343 | 0.1602 | 0.0802 | | 0.6232 | 0.1373 | 0.2395 |
| Criterios Secundarios | Flora | | Fauna | | Hábitats sensibles | Requerimientos para monitoreo | Comunidades | | | Uso de tierra | Seguridad | | | |
| | 0.1855 | | 0.1802 | | 0.5848 | 0.0495 | 0.3367 | | | 0.0683 | 0.2613 | | | |
| Criterios Primarios | Aspectos biológicos | | | | | | Aspectos Socioeconómicos | | | | | | | |
| | 0.1267 | | | | | | 0.4718 | | | | | | | |

| Criterios Terciarios | Presencia de restos arqueológicos | Condición del terreno para habilitar el acceso | Distancia de carga de materiales | Largo de canales de derivación | Área de cuenca de derivación | Área de cuenca no impactada | Capacidad máxima potencial de almacenaje | Área (para 60 Mt) | Altitud del botadero de desmonte | Preparación del sitio | Fundación | Monitoreo geotécnico |
|-----------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|-------------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| | | | | 0.4615 | 0.4615 | 0.0769 | 0.3890 | 0.1233 | 0.3194 | 0.0429 | 0.1254 | |
| Criterios Secundarios | | Accesibilidad | Carga de materiales | Manejo de aguas | | | Desarrollo del botadero de desmonte | | | | Monitoreo y mantenimiento | |
| | | 0.2698 | 0.1159 | 0.3736 | | | 0.1720 | | | | 0.0687 | |
| Criterios Primarios | Aspectos Culturales | | Aspectos Técnicos | | | | | | | | | |
| | 0.0823 | | 0.1310 | | | | | | | | | |

| Criterios Terciarios | Costos capitales | Costos operacionales | Costos de cierre y rehabilitación |
|-----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| | 0.3333 | 0.3333 | 0.3333 |
| Criterios Secundarios | Costos de la alternativa | | |
| | | | |
| Criterios Primarios | Aspectos Económicos | | |
| | 0.1371 | | |

6.8 Resultados

De esta manera, calculado el Vector Prioridad Global de todas las alternativas se concluye que la mejor alternativa para la ubicación del botadero de desmonte en la mina Cerro Corona lo constituye el Botadero Tingo 1 con una prioridad calculada de 0.27005. La segunda opción para ubicar el botadero de desmonte lo constituye el Botadero Tingo 2 con una prioridad calculada de 0.24499.

En el ítem 6.10 se realizará una breve descripción del entorno donde se emplaza la alternativa elegida.

Tabla 18. Vector Prioridad Global Alternativas

| Alternativa | Vector Prioridad Global | Selección de Alternativa |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Botadero Tingo 1 | 0.27005 | PRIMERA OPCIÓN |
| Botadero Tingo 2 | 0.24499 | SEGUNDA OPCIÓN |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.19630 | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.13123 | |

6.9 Análisis de Sensibilidad

A continuación se procede a realizar un ejemplo de Análisis de Sensibilidad, para el que se ha considerado evaluar cual sería el resultado de modificar los pesos o importancias asignadas a los Criterios Primarios. En la Tabla 19 se muestran los valores asignados a los criterios primarios; en la Tabla 20, se muestra la determinación del vector prioridad de cada criterio primario y el cálculo correspondiente a la razón de consistencia. Finalmente, luego de determinar el vector prioridad de cada alternativa se encontró que la alternativa más adecuada, para estas condiciones, es el Botadero Tingo 2 (prioridad 0.28101).

Tabla 19. Matriz de Criterios Primarios (Análisis de Sensibilidad)

| | Aspectos Físicos | Aspectos biológicos | Aspectos Socioeconómicos | Aspectos Culturales | Aspectos Técnicos | Aspectos Económicos |
|--------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Aspectos Físicos | 1 | 1/3 | 1/5 | 1/2 | 1/2 | 1 |
| Aspectos biológicos | 3 | 1 | 1/2 | 1 | 1 | 3 |
| Aspectos Socioeconómicos | 5 | 2 | 1 | 2 | 4 | 6 |
| Aspectos Culturales | 2 | 1 | 1/2 | 1 | 2 | 4 |
| Aspectos Técnicos | 2 | 1 | 1/4 | 1/2 | 1 | 2 |
| Aspectos Económicos | 1 | 1/3 | 1/6 | 1/4 | 1/2 | 1 |

Tabla 20. Matriz de Comparación por Pares - Criterios Primarios (Análisis de Sensibilidad)

| | MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - CRITERIOS PRIMARIOS | | | | | | MATRIZ NORMALIZADA | | | | | | VECTOR PRIORIDAD | COCIENTE DE CONSISTENCIA (CI) | | |
|--------------------------|---|---------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| | Aspectos Físicos | Aspectos biológicos | Aspectos Socioeconómicos | Aspectos Culturales | Aspectos Técnicos | Aspectos Económicos | | | | | | | Sponderada | λ_{max} | Índice Consistencia | RC |
| Aspectos Físicos | 1.00 | 0.33 | 0.20 | 0.50 | 0.50 | 1.00 | 0.0714 | 0.0588 | 0.0764 | 0.0952 | 0.0556 | 0.0588 | 0.0694 | 0.4214 | 6.0732 | |
| Aspectos biológicos | 3.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 0.2143 | 0.1765 | 0.1911 | 0.1905 | 0.1111 | 0.1765 | 0.1766 | 1.0682 | 6.0470 | |
| Aspectos Socioeconómicos | 5.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00 | 0.3571 | 0.3529 | 0.3822 | 0.3810 | 0.4444 | 0.3529 | 0.3784 | 2.3133 | 6.1129 | 6.0842 |
| Aspectos Culturales | 2.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 0.1429 | 0.1765 | 0.1911 | 0.1905 | 0.2222 | 0.2353 | 0.1931 | 1.1813 | 6.1185 | 0.0168 |
| Aspectos Técnicos | 2.00 | 1.00 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 0.1429 | 0.1765 | 0.0955 | 0.0952 | 0.1111 | 0.1176 | 0.1231 | 0.7484 | 6.0770 | |
| Aspectos Económicos | 1.00 | 0.33 | 0.17 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 0.0714 | 0.0588 | 0.0637 | 0.0476 | 0.0556 | 0.0588 | 0.0593 | 0.3605 | 6.0768 | 0.0135 |
| SUMA | 14.00 | 5.67 | 2.62 | 5.25 | 9.00 | 17.00 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | |

Tabla 21. Vector Prioridad Global Alternativas (Análisis de Sensibilidad)

| Alternativa | Vector Prioridad Global | Selección de Alternativa |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Botadero Tingo 1 | 0.26944 | SEGUNDA OPCIÓN |
| Botadero Tingo 2 | 0.28101 | PRIMERA OPCIÓN |
| Botadero Hualgayoc 1 | 0.19787 | |
| Botadero Hualgayoc 2 | 0.12539 | |

6.10 Breve descripción ambiental de la alternativa elegida

A continuación se procede a describir algunas características del área de emplazamiento del Botadero Tingo 1.

Geología

La mayor parte del valle Las Gordas ha sido modelado por la glaciación del pleistoceno para formar un perfil en forma de "U" casi circular con un fondo relativamente plano y taludes laterales empinados. Los taludes al norte son particularmente empinados y están conformados por riolita mientras que los taludes hacia el este, sur y oeste son moderadamente empinados y están en caliza y diorita.

Suelos

El suelo de cobertura en el valle Las Gordas consiste de arcillas glaciares densas sobre el talud sur y el talud norte inferior, depósitos de bofedales que se ubican en el fondo del valle conformados por turba y limo orgánico saturados y depósitos coluviales.

Algunas pequeñas zonas cársticas han sido observadas en caliza sobre el lado este del valle Las Gordas.

Hidrología

La microcuenca Las Gordas tiene un caudal promedio anual de 46 L/s en año normal. En años secos este caudal baja a 22 L/s y en años húmedos llegará a 80 L/s. El menor caudal promedio mensual calculado en Las Gordas es 6 L/s, se presenta entre julio y agosto de un año seco, en cambio el mayor caudal promedio mensual en un año húmedo puede llegar a 187 L/s en marzo.

Hidrogeología

En el área los taludes superiores del valle Las Gordas actúan como una zona de recarga de agua subterránea y que cantidades significativas vuelven a emerger como manantiales en los taludes inferiores.

Los sondeos realizados en la zona inferior del talud este del valle Las Gordas para el Estudio de Factibilidad del proyecto Cerro Corona (Barrick 1995) interceptan en condiciones artesianas varios manantiales de agua subterránea y pueden observarse en la partes bajas de ambos valles que se están produciendo flujos significativos que descargan al Río Tingo.

El significado de este régimen de flujo subterráneo es que los valles están hidráulicamente confinados y por lo tanto las filtraciones desde el desmonte de mina estarán completamente contenidos.

Sismicidad

El área norte del Perú en la región de Cerro Corona tiene una sismicidad significativa. El área está localizada en la Zona 1 (la más alta) en el Patrón de Resistencia Sísmica del Perú, Reglamento Nacional (1997).

Clima e hidrología

El clima en Cerro Corona puede ser caracterizado como relativamente frío y húmedo, con estaciones marcadas de precipitación alta. La precipitación anual promedio se sitúa generalmente en el rango de 907 a 2 423 mm aunque ésta tiene una variación alta de año a año. La estación seca generalmente ocurre entre abril y octubre con la estación húmeda ocurriendo en el resto de meses que es cuando el 80% de la precipitación anual ocurre.

Capacidad de uso Mayor de Tierras

En el área de emplazamiento se presente la unidad de capacidad de uso mayor denominada Protección – Forestales – Pastoreo. Calidad Agrologica Baja, limitación por suelo y erosión: P3sec-Xse.

- ✓ Sub clase P3sec

Está conformada por suelos localizados en la zona de vida de páramo muy húmedo subalpino subtropical, moderadamente profundos a profundos, de textura media a moderadamente fina, de drenaje bueno, con una reacción que varía de muy fuerte a

extremadamente ácido y una fertilidad de la capa arable baja por los contenidos deficientes de potasio disponible.

La principal limitación de estos suelos es la pendiente empinada que presenta, la cual origina un riesgo a la erosión, que puede acelerar el proceso de pérdida de partículas del suelo y de nutrientes. Asimismo, las bajas temperaturas del ambiente (promedio anual menor de 8 °C) restringen el crecimiento de las plantas. Además, la fertilidad baja constituye otra limitación, debido a la deficiencia de ciertos nutrientes, especialmente el potasio disponible.

El uso de estas tierras requiere de prácticas intensas de conservación y manejo de suelos, para lo cual debe hacerse un uso racional de los pastos, evitando el sobrepastoreo, mediante las siguientes prácticas: instalación de cercos, poca carga animal, pastoreo distanciado para que se recuperen los pastos, etc. Asimismo, se debe implantar especies leguminosas para mejorar la calidad de los pastos y poder soportar una mayor carga animal. Mantener las especies nativas propias del medio ecológico hasta que las investigaciones nos indiquen las especies a utilizar.

✓ Sub clase Xse

Se encuentra conformada por aquellos suelos mayormente de topografía fuertemente inclinada a muy empinada o escarpada, que comprende suelos esqueléticos, lechos o cauces de ríos y quebradas, suelos muy superficiales, áreas con severos problemas de erosión hídrica como cárcavas, surcos, badlands (tierras malas); suelos con abundante gravosidad, pedregosidad, rocosidad y/o la presencia de un contacto lítico dentro y/o sobre el perfil, que limitan la profundidad efectiva y el volumen útil del suelo, principalmente. Esta unidad de Tierras de Protección generalmente está asociada a la topografía accidentada en fase por pendiente empinada a extremadamente empinada (25-75%); pero también comprende aquellas áreas de topografía más suave sin o con una escasa o esporádica cubierta vegetal, donde existe un dinámico proceso erosivo laminar, arroyadas, canículas, surcos y en casos extremos cárcavas y badlands.

Cobertura Vegetal

En el área se encuentra presente la formación pajonal compuesta de comunidades de herbáceas alto andinas. Las especies dominantes de esta formación son la

gramínea *Festuca dolichophylla*, siguiéndole en orden de abundancia, la Asteraceae *Hypochoeris taraxacoides*, y las gramíneas *Calamagrostis vicunarum*, *Stipa ichu* y *Stipa obtusa*.

La asociación Festucetum ocupa áreas planas o laderas con pendientes que varían entre ligeramente inclinadas a moderadamente empinada, la especie dominante de esta asociación es la *Festuca dolichophylla*, la acompañan comúnmente *Hypochoeris taraxacoides* y *Calamagrostis vicunarum*; frecuentemente se encuentran también *Alchemilla pinnata*, *Scirpus rigidus*, *Agrostis breviculmis*, *Azorella crenata*; ocasionalmente *Werneria* sp, *Luzula peruviana*, *Ephedra americana* y *Gnaphalium* sp.

Zonas de Vida

El botadero se encuentra en la zona de vida llamada Bosque muy húmedo - Montano Tropical, la que se caracteriza por tener una biotemperatura media anual máxima es de 10,9°C y la media anual mínima es de 6,5°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1722 mm y el promedio mínimo, es de 834,4 mm. Asimismo en esta zona de vida se estima que el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 0,25 y 0,5 veces el volumen de precipitación promedio total por año, ubicándose en la provincia de humedad: Perhúmedo.

El relieve topográfico es por lo general accidentado, con laderas fuertes sobre 60 %. El escenario edáfico suele presentar suelos un tanto ácidos, relativamente profundos, de textura media y pesada, con tonos rojizos o pardos. Asimismo se encuentran presentes suelos donde predominan materiales de naturaleza calcárea. Completan el cuadro edáfico los Litosoles y otras formas de suelos superficiales.

Esta zona de vida es más húmeda y, por tanto, la vegetación natural originaria está constituida por especies arbóreas de los géneros *Polylepis*, *Buddleia*, *Escallonia*, *Alnus*, *Oreopanax*, asociados con gramíneas altas, tupidas y siempre verdes de los géneros *Stipa*, *Calamagrostis*, *Festuca*, etc., constituyendo praderas de pastos naturales.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

El desarrollo del presente escrito ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- ✓ La importancia del método de Análisis Jerárquico en los procesos de selección de alternativas recae en su facilidad de aplicación y sistematización.
- ✓ El método AHP contribuye sustancialmente a la solución de problemas de decisión multicriterio.
- ✓ El método AHP es perfectamente aplicable a la selección de alternativas de sitios para todo tipo de instalación de la industria en general.
- ✓ La verificación y ajuste (de ser necesario) de la consistencia de los valores asignados a cada criterio o alternativa es simple.
- ✓ De las alternativas de la ubicación del botadero de desmonte para el caso desarrollado (mina Cerro Corona), la alternativa más adecuada en base a los criterios considerados y preferencias asignadas es el Botadero Tingo 1, ubicado en la quebrada Las Gordas, lado oeste del Cerro Candela.
- ✓ El método AHP es fácilmente aplicable haciendo uso de softwares ampliamente disponibles, como son las hojas de cálculo (Excel), lo que hace más accesible su uso.

7.2 Recomendaciones

A continuación se indican algunas recomendaciones para una mejor aplicación del método AHP:

- ✓ Dado que usualmente los procesos de toma de decisiones involucran la evaluación de una diversidad de criterios relacionados a distintas ramas de la ciencia, se considera necesario la participación de un equipo multidisciplinario de profesionales tal que permita un mayor grado de certeza en la asignación de las prioridades.
- ✓ Es importante contar con la información suficiente sobre cada alternativa respecto a los criterios a evaluar, a fin de contar con mayores elementos de juicio para la determinación de las preferencias.

GLOSARIO

Alternativa

Comprende aquellas propuestas factibles mediante las cuales se puede cumplir el objetivo general.

Árbol de Jerarquías

Consiste en elaborar una representación gráfica del problema en términos del objetivo global, los criterios y las alternativas de decisión.

Consistencia

Se refiere a que las preferencias hechas por el grupo decisor en el transcurso de las comparaciones pareadas, sean lo más consistentes posibles, es decir, que las variaciones entre ellas sean las mínimas. Una matriz es consistente si los elementos de la matriz respetan el supuesto de transitividad y reciprocidad.

Criterio

Son las dimensiones relevantes que afectan significativamente a los objetivos y deben expresar las preferencias de los integrantes del grupo de decisiones.

Decisores

Persona o personas quienes toman la decisión o decisiones respecto a un problema.

Jerarquía

Es una abstracción de la estructura de un sistema utilizada para estudiar las interacciones funcionales de sus componentes y su impacto en el suprasistema.

Objetivo

Es una dirección identificada para mejorar una situación existente.

Pesos

Es la asignación de un valor de la preferencia de un criterio o alternativa sobre otro.

Problema

Es la situación que se desea resolver mediante la selección de una de las alternativas previamente establecidas.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARBA-ROMERO, Sergio. Evaluación multicriterio de proyectos de ciencia y tecnología. En Evaluación, planificación y gestión de ciencias y tecnología (Martínez, Eduardo). Caracas. 1993.
2. FLAMENT, MICHEL. Evaluación multicriterio de proyectos de ciencia y tecnología. En Evaluación, planificación y gestión de ciencias y tecnología (Martínez, Eduardo). Caracas. 1993.
3. KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Cerro Corona (Sociedad Minera La Cima S.A.). Lima, Perú. Mayo, 2005.
4. MARTÍN DEL CAMPO, CECILIA. Apuntes de la asignatura de Análisis de expansión de sistemas eléctricos – Módulo 4 Análisis de Decisión. Departamento de Sistemas Energéticos, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. México. Abril, 2008.
5. SAATY, THOMAS L. How to make a Descision: The Analytic Hierarchy Process. Interfaces Vol. 24, N° 6. Noviembre – Diciembre, 1994.
6. TOSKANO H., GERARD B. El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Tesis de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 2005.
7. <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>. Métodos Cuantitativos Aplicados a la Administración.