

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO: CENTRO DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS INDUSTRIALES - BARROTIETA

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
QUÍMICO**

LILIANA DEL CISNE GRANDA ALVAREZ

lilianagranda@hotmail.es

DIRECTOR: ING. ERNESTO DE LA TORRE

edelatorre@epn.edu.ec

Quito, Septiembre 2012

© Escuela Politécnica Nacional (2012)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Liliana del Cisne Granda Álvarez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Liliana Granda Álvarez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Liliana del Cisne Granda Álvarez, bajo mi supervisión.

Ing. Ernesto de la Torre.

DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

A Dios que a diario ilumina y guía mis pasos, a mis Padres Adrián Granda y Susana Álvarez, a mi esposo Andrés Almeida, a mi hija Yamilé, por su amor y apoyo incondicional y por ser quienes inspiran cada día de mi vida.

De corazón y de manera especial a quienes de una u otra forma me han brindado ayuda, fortaleza, sabios consejos y han creído en mí y la esperanza de mis ideales.

LILIANA

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios, por la vida y demás bendiciones que he recibido a lo largo de mi existencia. A mi familia, quienes me han brindado su apoyo incondicional en todo momento, en especial a mis padres, por la formación que he recibido, a mi esposo Andrés Almeida, a mi hija Yamilé por la paciencia y soporte para poder alcanzar mis metas.

Al personal de Incinerox Cía. Ltda. por la ayuda proporcionada durante la investigación, especialmente al Ing. Pedro Mantilla y Diego Román. Al director de mi proyecto Ing. Ernesto de la Torre, por la asesoría brindada, a la Ing. Alicia Guevara por su inmensa colaboración.

A todos mis detractores, cuyas críticas han servido de incentivo para esforzarme día a día y mejorar constantemente para ser un mejor ser humano.

A mis amigos y a todas aquellas personas que llegaron a ser parte de mi vida y que de una u otra forma contribuyeron en la elaboración y culminación del presente trabajo.

LILIANA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xix
INTRODUCCIÓN	xxi
1. PARTE TEÓRICA	1
1.1 Técnicas de valoración de Impactos Ambientales en la Industria	1
1.1.1 Matrices de interacción Causa – Efecto	2
1.1.1.1 Método de Leopold	3
1.1.1.2 Método Battelle-Columbus	9
1.1.2 Método de Criterios Relevantes Integrados (CRI)	13
1.1.3 Método de Evaluación Rápida del Impacto Ambiental (RIAM)	14
1.1.4 Método de Vicente Conesa Fernández - Vitora	15
1.1.4.1 Valoración cualitativa del Impacto Ambiental	16
1.1.4.2 Caracterización de los Impactos	18
1.1.4.3 Importancia de los Impactos	20
1.1.5 Método Delphi	20
1.1.5.1 Base del método	21
1.1.5.2 Tratamiento Estadístico	22
1.1.6 Análisis Costo Beneficio	23
1.1.6.1 Los costos ambientales y el Análisis Costo – Beneficio (ACB)	24
1.1.6.2 Valoración de los efectos sobre el medio ambiente	25
1.1.7 Nuevos Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental	25
1.1.7.1 Modelos de sistemas computarizados de información geológica (SIG)	25
1.1.7.2 Modelos de predicción	28
1.1.7.3 Modelos de técnicas difusas en la evaluación del impacto ambiental	28
1.1.7.4 Método de Simulación	29
1.2 Índices de Calidad Ambiental	30
1.2.1 Índice de Calidad del agua (ICA)	31
1.2.2 Índice de Calidad del aire (ICARE)	32
1.2.3 Indicador Oraqui (Oak Ridge Air Quality Index)	33
1.2.4 Análisis CRETIB	34
1.2.5 Test TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure)	35
1.3 Diseño, construcción de las celdas y vertederos de seguridad	37
1.3.1 Construcción de las celdas de seguridad	40
1.3.1.1 Características del terreno	40
1.3.1.2 Detalles de la construcción de celdas de seguridad	41
1.3.1.3 Construcción de los drenajes	42
1.3.1.4 Parámetros de la construcción de las celdas de seguridad	42

1.3.1.5	Requisitos de las geomembranas	43
1.3.1.6	Otros parámetros a considerar	44
1.3.2	Diseño del proceso	45
1.4	Legislación ambiental vigente	47
1.4.1	Ley de gestión ambiental	47
1.4.2	Ley de prevención y control de la contaminación ambiental	48
1.4.3	Texto unificado de la legislación ambiental secundaria	49
1.4.4	Otras leyes y resoluciones relacionadas	49
1.4.5	Ley orgánica de la salud	50
1.4.6	Código penal	50
1.4.7	Acuerdo Ministerial No. 026	50
2.	METODOLOGÍA	51
2.1	Determinación de las condiciones iniciales, donde se desarrollaran las actividades	51
2.1.1	Ubicación geopolítica	51
2.1.2	Área de influencia del proyecto Barrotieta	52
2.1.2.1	Medio Físico	52
2.1.2.2	Medio Biótico	57
2.1.2.3	Medio Socioeconómico	58
2.2	Identificación de impactos ambientales, relativo a los factores: aire, agua, flora y aspecto socio económico	58
2.2.1	Identificación de impactos ambientales por componente ambiental	58
2.2.1.1	Impactos al ambiente físico	59
2.2.1.2	Impactos al ambiente biológico	59
2.2.1.3	Impactos a los factores culturales	59
2.2.1.4	Impactos a las relaciones ecológicas	60
2.2.2	Identificación de los impactos ambientales por actividades del proyecto	60
2.2.2.1	Actividades por modificación del régimen	60
2.2.2.2	Actividades por transformación del territorio y construcción	61
2.2.2.3	Actividades por extracción de recursos	61
2.2.2.4	Actividades por procesos	61
2.2.2.5	Actividades por alteración del terreno	62
2.2.2.6	Actividades por recursos renovables	62
2.2.2.7	Actividades por cambios en tráfico	62
2.2.2.8	Actividades por situación y tratamiento de residuos	63
2.2.2.9	Actividades por tratamiento químico	63
2.2.2.10	Actividades por accidentes	63
2.3	Evaluación de impactos ambientales, relativo a los factores aire, agua, flora y aspecto socio económico	64

2.3.1	Carácter del impacto o signo (+/-)	64
2.3.2	Evaluación de impactos ambientales con el método de criterios relevantes integrados	65
2.3.2.1	Intensidad del impacto (I)	65
2.3.2.2	Extensión o influencia espacial del impacto (E)	66
2.3.2.3	Duración del impacto (D)	66
2.3.2.4	Magnitud del impacto ambiental (M)	67
2.3.2.5	Reversibilidad del impacto (RV)	67
2.3.2.6	Riesgo o probabilidad del suceso (RG)	68
2.3.3	Evaluación de impactos ambientales con el método RIAM (evaluación rápida de impacto ambiental)	68
2.3.3.1	Importancia del componente ambiental (A1)	69
2.3.3.2	Magnitud del cambio/efecto (A2)	69
2.3.3.3	Permanencia (B1)	70
2.3.3.4	Reversibilidad (B2)	70
2.3.3.5	Acumulación del impacto (B3)	71
2.3.4	Evaluación de impactos ambientales con el método de Vicente Conesa	71
2.3.4.1	Determinación de la importancia de los impactos	72
2.3.5	Evaluación de impactos ambientales con el método de Delphi	76
2.3.6	Evaluación de impactos ambientales mediante el análisis costo – beneficio ambiental	77
2.4	Cualificación y cuantificación de impactos ambientales	78
2.4.1	Método de criterios relevantes integrados	78
2.4.2	Método de evaluación rápida del impacto ambiental (RIAM)	79
2.4.3	Método de Vicente Conesa	80
2.4.3.1	Importancia del impacto (I)	80
2.4.3.2	Valoración del impacto ambiental total	81
2.4.4	Método de Delphi	83
2.4.4.1	Tratamiento Estadístico	83
2.4.5	Método de análisis Costo – Beneficio	83
2.5	Elaboración del Plan de Manejo Ambiental	83
2.5.1	Plan de prevención y mitigación de impactos	84
2.5.2	Plan de seguridad industrial	84
2.5.3	Plan de contingencias	84
2.5.4	Plan de relaciones comunitarias	85
2.5.5	Plan de capacitación	85
2.5.6	Plan de monitoreo y seguimiento	85
2.5.7	Plan General de Abandono	86
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	87
3.1	Ubicación geopolítica	87
3.2	Área de influencia del proyecto Barrotieta	88

3.2.1	Medio físico	88
3.2.1.1	Localización Geográfica	88
3.2.1.2	Clima y meteorología	89
3.2.1.3	Geología	91
3.2.1.4	Estratigrafía en el sector de Barrotieta	92
3.2.1.5	Hidrología y calidad del agua	94
3.2.1.6	Suelos	94
3.2.1.7	Riesgos Naturales	95
3.2.1.8	Naturalidad Paisajística	96
3.2.1.9	Nivel de Ruido	97
3.2.2	Medio biótico	97
3.2.3	Medio socioeconómico	99
3.2.3.1	Población y Vivienda	99
3.3	Resultados de la identificación de impactos ambientales, relativo a los factores: aire, agua, flora y aspecto socio económico	102
3.3.1	Impactos al ambiente físico	102
3.3.2	Impactos al ambiente biótico	103
3.3.3	Impactos al ambiente socio económico	104
3.3.3.1	Impactos sociales	104
3.3.3.2	Impactos económicos	105
3.3.3.3	Identificación de las actividades del proyecto	105
3.3.3.4	Identificación de los componentes ambientales de proyecto	106
3.3.3.5	Signo del impacto	107
3.4	Evaluación de impactos ambientales, relativo a los factores aire, agua, flora y aspecto socio económico	108
3.4.1	Evaluación de impactos ambientales con el método de criterios relevantes integrados (CRI)	108
3.4.1.1	Discusión de resultados por componentes ambientales	112
3.4.1.2	Discusión de resultados por actividad del proyecto	115
3.4.2	Evaluación de impactos ambientales con el método de evaluación rápida del impacto ambiental (RIAM)	117
3.4.2.1	Discusión de resultados	119
3.4.3	Evaluación de impactos ambientales con el método de Vicente Conesa.	122
3.4.3.1	Resultados por componentes ambientales	127
3.4.3.2	Resultados por actividades del proyecto	131
3.4.4	Evaluación de impactos ambientales con el método de Delphi	133
3.4.4.1	Diseño del cuestionario	133
3.4.4.2	Discusión de resultados	135
3.4.5	Evaluación de impactos ambientales con el método de análisis costo beneficio.	139
3.4.5.1	Análisis cualitativo	139
3.4.5.2	Análisis cuantitativo	140

3.5	Resultados consensuados de las metodologías	142
3.5.1	Por indicadores o variables empleadas	142
3.5.2	Por actividades ambientales	144
3.5.3	Por actividades del proyecto	144
3.5.4	Resultados del estudio de impacto ambiental a considerarse en el Plan de Manejo Ambiental	146
3.6	Plan de Manejo Ambiental	150
3.6.1	Plan de prevención y mitigación impactos	150
3.6.1.1	Etapa de Construcción	151
3.6.1.2	Etapa de Operación	156
3.6.2	Plan de seguridad industrial	161
3.6.2.1	Procedimiento de Seguridad Industrial	161
3.6.2.2	Reglamento Interno de Seguridad Industrial	163
3.6.3	Plan de contingencias	165
3.6.3.1	Comité de Contingencias	165
3.6.3.2	Señalización de la Planta	166
3.6.3.3	Procedimiento en caso de incendio	166
3.6.3.4	Procedimientos de seguridad frente a un riesgo sísmico	172
3.6.3.5	Detección y evaluación de riesgos internos y externos	173
3.6.4	Plan de relaciones comunitarias	177
3.6.5	Plan de capacitación	183
3.6.5.1	Campañas	184
3.6.5.2	Talleres	185
3.6.5.3	Cursos	185
3.6.6	Plan de monitoreo y seguimiento	187
3.6.6.1	Efluentes Líquidos	187
3.6.6.2	Ruido	188
3.6.6.3	Suelo	188
3.6.6.4	Lixiviados	190
3.6.6.5	Seguimiento a los procesos	190
3.6.7	Plan general de abandono	190
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	194
4.1	Conclusiones	194
4.2	Recomendaciones	196
	BIBLIOGRAFÍA	197
	ANEXOS	206

INDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1.	Componentes ambientales considerados en la Matriz de Leopold	5
Tabla 2.	Actividades propuestas en la Matriz de Leopold	7
Tabla 3.	Criterios que caracterizan el impacto ambiental	16
Tabla 4.	Componentes ambientales	17
Tabla 5.	Matriz de identificación de impactos	18
Tabla 6.	Matriz de importancia para el subsistema medio físico	19
Tabla 7.	Rango de clasificación del ICA de acuerdo al criterio general	32
Tabla 8.	Normas EPA de calidad del aire	34
Tabla 9.	Propiedad y definición del término CRETIB	35
Tabla 10.	Métodos analíticos requeridos para el ensayo de toxicidad TCLP (EPA 1311)	36
Tabla 11.	Principales ventajas y desventajas de los materiales de las geomembranas usadas en la construcción de celdas de seguridad	44
Tabla 12.	Parámetros y elementos de evaluación paisajística	56
Tabla 13.	Escala de valoración de la intensidad del impacto, según método Criterios Relevantes Integrados	65
Tabla 14.	Escala de valoración de la extensión del impacto, según el método de Criterios Relevantes Integrados	66
Tabla 15.	Escala de valoración de la duración del impacto, según el método de Criterios Relevantes Integrados	66
Tabla 16.	Escala de valoración de la reversibilidad de los impactos, según método de Criterios Relevantes Integrados	68
Tabla 17.	Escala de valoración de la intensidad del impacto, según el método de Criterios Relevantes Integrados	68

Tabla 18.	Escala de valoración de la importancia del componente, según el método RIAM	69
Tabla 19.	Escala de valoración de la magnitud del cambio, según el método RIAM	70
Tabla 20.	Escala de valoración de la permanencia del impacto, según el método RIAM	70
Tabla 21.	Escala de valoración de la reversibilidad del impacto, según el método RIAM	71
Tabla 22.	Escala de valoración de la acumulación del impacto, según el método RIAM	71
Tabla 23.	Intensidad del impacto, según el método de Conesa	72
Tabla 24.	Extensión del impacto, según el método de Conesa	73
Tabla 25.	Momento del impacto, según el método de Conesa	73
Tabla 26.	Persistencia del impacto, según el método Conesa	74
Tabla 27.	Reversibilidad del impacto, según el método Conesa	74
Tabla 28.	Recuperación del impacto, según el método de Conesa	75
Tabla 29.	Sinergia del impacto, según el método de Conesa	75
Tabla 30.	Periodicidad del impacto, según el método de Conesa	76
Tabla 31.	Escala de significatividad de los impactos evaluados, según el método CRI	79
Tabla 32.	Escala de significación de los impactos evaluados, según el método RIAM	80
Tabla 33.	Valores promedios mensuales de temperatura en la Estación La Tola (2007-2011)	89
Tabla 34.	Valores promedios mensuales de precipitación en la Estación La Tola (2007-2011)	90
Tabla 35.	Valores promedios mensuales de humedad relativa en la Estación	90
Tabla 36.	Valores promedios mensuales de velocidad mayor observada del viento en la Estación La Tola (2007-2011)	91

Tabla 37.	Registro del ruido ambiental, medido con un equipo Sonómetro digital electrónico EXTECH, Modelo: 407736	97
Tabla 38.	Características económicas del área de influencia directa del Proyecto	99
Tabla 39.	Principales aspectos educativos de la parroquia de Pintag. (2010)	100
Tabla 40.	Identificación de las actividades del proyecto Barrotieta	106
Tabla 41.	Identificación de los componentes ambientales del proyecto	106
Tabla 42.	Identificación del signo de los impactos ambientales del proyecto Barrotieta	107
Tabla 43.	Cálculo de la magnitud de los impactos ambientales del proyecto Barrotieta, según método de CRI	109
Tabla 44.	Resultados del cálculo del Valor del Impacto Ambiental (VIA) del proyecto Barrotieta, según método de CRI	110
Tabla 45.	Resultados de la distribución de los impactos ambientales positivos y negativos según CRI	112
Tabla 46.	Número de impactos por componente ambiental	113
Tabla 47.	Componentes ambientales ordenados de acuerdo al impacto sufrido	113
Tabla 48.	Impactos generados por las actividades del proyecto	115
Tabla 49.	Actividades del proyecto que originan impactos ambientales en forma porcentual	116
Tabla 50.	Resultados de la ponderación de la importancia, magnitud, permanencia, reversibilidad y acumulación de los impactos ambientales del proyecto Barrotieta	118
Tabla 51.	Resultados del puntaje ambiental, significación del puntaje ambiental y significado de los impactos ambientales del proyecto Barrotieta	119
Tabla 52.	Jerarquización de impactos ambientales, según el RIAM	120
Tabla 53.	Componentes ambientales impactados, según método de RIAM	121
Tabla 54.	Componentes ambientales del proyecto, según método de Conesa	123

Tabla 55.	Resultados del cálculo del valor de la importancia del impacto, según el método de Conesa	124
Tabla 56.	Resultados de la valoración absoluta y relativa de los impactos ambientales del proyecto Barrotieta, según el método de Conesa	125
Tabla 57.	Resultados de la importancia absoluta de los impactos evaluados, de acuerdo a método de Conesa	126
Tabla 58.	Impactos por componente ambiental, según Método de Conesa	128
Tabla 59.	Componentes ambientales impactados: importancia absoluta, según el método de Conesa	130
Tabla 60.	Interrelaciones de las actividades del proyecto vs sistemas del medio ambiente	131
Tabla 61.	Actividades del proyecto de acuerdo a los resultados de Importancia absoluta, según el método de Conesa	132
Tabla 62.	Resultados obtenidos en el primer cuestionario, pregunta uno	133
Tabla 63.	Resultados del cuestionario uno, segunda pregunta	135
Tabla 64.	Consenso de los cuestiona	135
Tabla 65.	Medianas obtenidas para cada factor y comparación del consenso del primer y segundo cuestionario	136
Tabla 66.	Resultados del análisis cualitativo de costo beneficio ambiental	139
Tabla 67.	Resultados cuantitativos de análisis costo - beneficio	141
Tabla 68.	Indicadores utilizados en el método CRI	142
Tabla 69.	Indicadores considerados en el RIAM	143
Tabla 70.	Indicadores considerados en el método de Vicenta Conesa	143
Tabla 71.	Categorización de las actividades ambientales, en consenso las metodologías empleadas para la evaluación del impacto ambiental	144
Tabla 72.	Categorización de los componentes ambientales, en consenso con las metodologías empleadas para la evaluación del impacto ambiental	145

Tabla 73.	Consideraciones generales de los componentes ambientales del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Barrotieta y las medidas correctivas y preventivas a considerarse en el Plan de Manejo Ambiental	146
Tabla 74.	Matriz de costos y cronograma de ejecución del Plan de Manejo Ambiental	147
Tabla 75.	Distribución de gabinetes y extintores	169
Tabla 76.	Ubicación de detectores de humo	170

INDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1.	Sistema de evaluación ambiental Batelle-Columbus	11
Figura 2.	Cuantificación de las Externalidades Ambientales	24
Figura 3.	Esquema del diseño de la construcción de las celdas de seguridad	39
Figura 4.	Diagrama de la descripción de los procesos del Proyecto Barrotieta	46
Figura 5.	Esquema del equipo de penetración cónica (Cone Penetration Test CPT)	53
Figura 6.	Fotografía del área destinada para la implementación del proyecto Barrotieta	87
Figura 7.	Ubicación del Proyecto Barrotieta (Instituto Geográfico Militar)	88
Figura 8.	Relieve representativo del área de estudio en el proyecto Barrotieta	93
Figura 9.	Visita paisajística del área del proyecto Barrotieta	96
Figura 10.	Fotografía de las quebradas y barrancos del sector Barrotieta	98
Figura 11.	Porcentaje de impactos por ambientes, según el método de CRI	114
Figura 12.	Impactos producidos por las actividades del proyecto	116
Figura 13.	Porcentajes de interacciones por subsistemas, según método de Conesa	129
Figura 14.	Resultados del análisis costo beneficio ambiental y costo de Implementación	141

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Resultados de caracterización del agua	207
ANEXO II Resultados de caracterización del suelo	208
ANEXO III Investigación de aguas subterráneas, prospección geofísica de superficie	209
ANEXO IV Matrices de ponderación del método de Criterios Revelantes Integrados (CRI)	212
ANEXO V Matrices de ponderación del Método de Conesa	215
ANEXO VI Diseño del cuestionario, según metodología de Delphi	221
ANEXO VII Costos de implementación del Proyecto	224

RESUMEN

Se elaboró un estudio impacto ambiental para implementar un centro de almacenamiento temporal y disposición final de desechos industriales peligrosos, en celdas y vertederos de seguridad. Este proyecto denominado “Barrotieta” está ubicado en el Km 15,5 de la vía Pifo – Sangolquí, en la parroquia de Pintag del cantón Quito, este sector está considerado como una zona eco-industrial y cuenta con un área de 63000 m².

Las celdas y vertederos de seguridad son estructuras que posibilitan almacenar sustancias o materiales peligrosos, de acuerdo a sus características y peligros potenciales. (Ministro del Medio Ambiente, 2002).

Se describió el entorno inicial (línea base) de los medios físico, biótico y socioeconómico. Con base en esta información, se determinaron las actividades del proyecto que generarán impactos al ambiente y los componentes ambientales que se verán afectados con la ejecución de dichas actividades.

Se desarrollaron 5 métodos para la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales: a) Criterios Relevantes Integrados, b) Evaluación Rápida del Impacto Ambiental, c) Delphi, d) Vicente Conesa, e) Análisis Costo – Beneficio), los cuales fueron considerados para las etapas de: construcción, ejecución y cierre del proyecto.

Cada método proporciona información sobre los componentes ambientales afectados en mayor intensidad por las actividades del proyecto. De la comparación y consenso de estos resultados, se determinó que el mayor impacto ambiental negativo del proyecto, se llevará a cabo durante la etapa de construcción de las celdas de seguridad, siendo el componente ambiental mayormente afectado la calidad del suelo.

El Proyecto Barrotieta tendrá un impacto ambiental poco significativo. Los

resultados obtenidos en el análisis cualitativo y cuantitativo de cada componente ambiental, reflejaron los lineamientos y pautas para la elaboración del plan de manejo ambiental.

El plan de manejo ambiental fue elaborado para potenciar los impactos ambientales positivos y mitigar los daños ambientales negativos que pudiesen afectar al ambiente durante la construcción, operación y cierre del proyecto Barrotieta, con la finalidad de brindar un servicio con los más altos estándares de calidad, seguridad y un valioso aporte para la conservación y desarrollo sostenible del Ecuador.

INTRODUCCIÓN

La empresa Incinerox Cia. Ltda., se dedica a la incineración controlada y manejo de residuos industriales y peligrosos. Por tal motivo proyecta la ampliación de su rango de acción en esta gestión ambiental. Se tiene prevista la construcción de un centro de almacenamiento temporal y disposición final de desechos, que requieren un tratamiento especial de confinación, como son las pilas, fluorescentes, residuos electrónicos, lodos inorgánicos.

El proyecto Barrotieta tendrá su ubicación en la zona industrial mixta de la Parroquia Pintag, que por los estudios de factibilidad técnica, tecnológica y económica, se prevé que el proyecto tendrá gran importancia social y ambiental.

Al considerar lo estipulado en la normativa ambiental local y nacional y particularmente de lo señalado en los artículos 19 y 20 de la Ley de Gestión Ambiental, que exige que toda actividad, obra, instalación, construcción o inversión que pueda ocasionar un impacto ambiental, durante su ejecución, vigencia, operación, mantenimiento, modificación, o abandono, necesitará la obtención de la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente. (Ministro del Medio Ambiente, 2002).

Para la obtención de la Licencia ambiental, se elaborará un estudio de impacto ambiental, el mismo que determinará la interrelación: Proyecto – Ambiente, tomando en cuenta la capacidad de afectación de las actividades del proyecto hacia los factores ambientales físicos, biológicos, culturales, sociales y económicos.

En base del Estudio de Impacto Ambiental se elaborará un Plan de Manejo Ambiental con el afán de mitigar los impactos negativos y a la vez potenciar los impactos positivos, dando cumplimiento a la normativa vigente y garantizando la preservación de nuestro planeta.

Consecuentemente el presente trabajo se enmarca en las pautas y procedimientos establecidos para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, instaurados en el TULAS (Texto de legislación ambiental secundaria) del Ecuador, en la Ordenanza 213 del Distrito metropolitano de Quito y el Ministerio del Ambiente.

Se determinarán las condiciones iniciales donde se implementará el proyecto Barrotieta, lo cual permitirá la identificación de los impactos ambientales más sobresalientes, los mismos que serán analizados, evaluados y cuantificados mediante el desarrollo de cinco metodologías: a) Criterios Relevantes Integrados, b) Evaluación Rápida del Impacto Ambiental, c) Delphi, d) Vicente Conesa, e) Análisis Costo – Beneficio); las actividades y componentes ambientales mayormente afectados durante las etapas de construcción, operación y cierre, serán considerados para la elaboración del plan de manejo ambiental, el mismo que a través de los sub-planes, fortalecerá los aspectos positivos y mitigará los impactos negativos que pudiesen afectar al ambiente.

1. PARTE TEÓRICA

1.1 TÉCNICAS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA

Los métodos y técnicas están destinados a medir los impactos directos que involucran pérdida total o parcial de un recurso, o el deterioro de un componente ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la incitación de otros potenciales (Conesa, 2009).

“La selección de la metodología enfoca los impactos de manera objetiva”, algunos métodos son ajustados para aumentar la exactitud y eficiencia. No existe una metodología mejor que otra, lo conveniente y útil es la combinación de varias de ellas en la evaluación del impacto ambiental (Conesa, 2009).

Según Espinoza, 2007, los factores que deben considerarse en la selección de los métodos o técnicas se basan en:

- El tipo de proyecto
- El tamaño del proyecto
- Las alternativas existentes en el proyecto
- La naturaleza de los impactos
- La experiencia del equipo de trabajo
- Los recursos disponibles (información, especialistas, equipos, etc.)
- La experiencia del equipo
- La legislación existente
- La participación ciudadana, entre otros.

Canter (1998), clasificó las metodologías para la evaluación del impacto ambiental en 22 grupos, que se listan a continuación:

- 1) Análogos (estudio de casos)
- 2) Listas de chequeo simple
- 3) Listas de chequeo enfocadas a decisiones
- 4) Análisis costo – beneficio ambiental
- 5) Opinión de expertos
- 6) Sistemas expertos
- 7) Índices o indicadores
- 8) Pruebas de laboratorio y modelos a escala
- 9) Evaluación de paisajes
- 10) Revisión de literatura
- 11) Balances de masa (inventarios)
- 12) Matrices de interacción
- 13) Monitorización
- 14) Estudios de campo
- 15) Redes
- 16) Sobreposición de mapas con SIG
- 17) Montajes de fotografías
- 18) Modelización cualitativa (conceptual)
- 19) Modelización cuantitativa (matemática)
- 20) Evaluación de riesgo
- 21) Construcción de escenarios
- 22) Extrapolación de tendencias

La combinación de varias metodologías para la evaluación del impacto ambiental, es ideal para realizar un efectivo Estudio de Impacto ambiental.

1.1.1 MATRICES DE INTERACCIÓN CAUSA - EFECTO

Son cuadros de doble entrada, en una de las cuales se coloca los componentes ambientales relevantes, en la otra entrada se ubican las actividades del proyecto que causan impactos a dichos componentes ambientales. En la matriz, se marcan

las casillas con el símbolo (X), donde se pudiese ocasionar una interacción, las (X) identifican potenciales impactos (Rojas, 2005).

“Una matriz interactiva simple, muestra a las actividades del proyecto en un eje, y los componentes ambientales pertinentes a lo largo del otro eje”. Cuando se prevé que una actividad determinada incite un cambio en un componente ambiental, este se anota en la casilla de interacción de la matriz. “La utilización de las matrices puede efectuarse con una recopilación de datos ecológicos y técnicos, además se requiere de familiaridad con la naturaleza y el área afectada por el proyecto”. “Contribuye a una rápida identificación de los posibles impactos, la consulta al personal involucrado en el proyecto, expertos, y a las autoridades” (Rojas, 2005).

1.1.1.1 Método de Leopold

“El método de Leopold es de utilidad para la evaluación preliminar de aquellos proyectos de los que se prevén importantes impactos ambientales. Se desarrolla una matriz con la finalidad de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto” (Espinoza, 2007).

“Consiste en un listado de 88 componentes ambientales, susceptibles de ser impactados y 100 acciones o actividades que pueden causar impactos ambientales. Esta combinación produce una matriz de 8 800 casilleros” (Espinoza, 2007).

Subsiguientemente, para cada una de las actividades, se suponen todos los componentes ambientales que puedan ser afectados de manera significativa, trazando una diagonal en las casillas donde se interceptan con la actividad (Espinoza, 2007).

Según Espinoza (2007) cada cuadrícula marcada con una diagonal admite dos valores:

- 1) Magnitud del impacto, “se ubica en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y (-) para los negativos”.
- 2) Importancia del impacto, “se escribe en la mitad inferior derecha del cuadro. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia”.

La forma de utilizar la matriz de Leopold puede sintetizarse en los siguientes pasos:

- Delimitar el área de influencia.
- Determinar las actividades que desarrollará el proyecto sobre el área.
- Determinar para cada actividad, que componentes ambientales son afectados (esto se logra mediante el rayado de la casilla de intersección).
- Determinar la importancia del impacto en una escala de 1 a 10.
- Determinar la magnitud del impacto sobre cada factor, en una escala de 1 a 10.
- Determinar si la magnitud es positiva o negativa.
- Determinar el número de actividades del proyecto afectan el medio ambiente, desglosándolas en positivas y negativas.
- Agregar los resultados para las actividades.
- Determinar cuántos componentes ambientales son afectados por el proyecto desglosándolos en positivo y negativo.
- Agregar los resultados para cada factor ambiental.

En la matriz de Leopold, la "objetividad no es una característica destacada",

porque se puede subjetivamente realizar la clasificación en la escala numérica entre el 1 y el 10, además que no posee ninguna metodología para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto. La ventaja de este método, es que nos ayuda con la determinación de los componentes ambientales, en virtud de las tablas 1 y 2 y las actividades que pueden causar impactos al ambiente, según las tablas 3 y 4, expuestas a continuación (Espinoza, 2007).

Tabla 1. Componentes ambientales considerados en la Matriz de Leopold

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	
A.1. TIERRA	
a. Recursos minerales	d. Geomorfología
b. Material de construcción	e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo
c. Suelos	f. Factores físicos singulares
A.2. AGUA	
a. Superficiales	e. Temperatura
b. Marinas	f. Recarga
c. Subterráneas	g. Nieve, hielos y heladas
d. Calidad	
A.3. ATMÓSFERA	
a. Calidad (gases, partículas)	c. Temperatura
b. Clima (micro, macro)	
A.4. PROCESOS	
a. Inundaciones	f. Compactación y asientos
b. Erosión	g. Estabilidad
c. Deposición (sedimentación y precipitación)	h.. Sismología (terremotos)
d. Solución	i. Movimientos de aire
e. Sorción (intercambio de iones, complejos)	

Tabla 1. Componentes ambientales considerados en la Matriz de Leopold.
(Continuación...)

B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	
B.1. FLORA	
a. Árboles	f. Plantas acuáticas
b. Arbustos	g. Especies en peligro
c. Hierbas	h. Barreras, obstáculos
d. Cosechas	i. Corredores
e. Microflora	
B.2. FAUNA	
a. Aves	f. Microfauna
b. Animales terrestres, incluso reptiles	g. Especies en peligro
c. Peces y mariscos	h. Barreras
d. Organismos bentónicos	i. Corredores
e. Insectos	
C. FACTORES CULTURALES	
C.1. USOS DE TERRITORIO	
a. Espacios abiertos y salvajes	f. Zona residencial
b. Zonas húmedas	g. Zona comercial
c. Selvicultura	h. Zona industrial
d. Pastos i. Minas y canteras	
e. Agricultura	
C.2. RECREATIVOS	
a. Caza	e. Camping
b. Pesca	f. Excursión
c. Navegación	g. Zonas de recreo
d. Zona de baño	
C.3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	
a. Vistas panorámicas y paisajes	f. Parques y reservas
b. Naturaleza	g. Monumentos
c. Espacios abiertos	h. Especies o ecosistemas especiales
d. Paisajes	i. Lugares u objetos históricos o arqueológicos
e. Agentes físicos singulares j. Desarmonías	

Tabla 1. Componentes ambientales considerados en la Matriz de Leopold.
(Continuación...)

C.4. NIVEL CULTURAL	
a. Modelos culturales (estilos de vida)	c. Empleo
b. Salud y seguridad	d. Densidad de población
C.5. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	
a. Estructuras	d. Disposición de residuos
b. Red de transportes (movimiento, accesos)	e. Barreras
c. Red de servicios	f. Corredores
D. RELACIONES ECOLÓGICAS	
a. Salinización de recursos hidráulicos	e. Salinización de suelos
b. Eutrofización	f. Invasión de maleza
c. Vectores, insectos y enfermedades	g. Otros
d. Cadenas alimentarias	

(Espinoza, 2007)

Tabla 2. Actividades propuestas en la Matriz de Leopold

A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN	
a. Introducción de flora y fauna exótica	g. Control del río y modificación del flujo
b. Controles biológicos	h. Canalización
c. Modificación del hábitat	i. Riego
d. Alteración de la cubierta terrestre	j. Modificación del clima
e. Alteración de la hidrología	k. Incendios
f. Alteración del drenaje	l. Superficie o pavimento
m. Ruido y vibraciones	
B. TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN	
a. Urbanización	k. Revestimiento de canales
b. Emplazamientos industriales y edificio	l. Canales
c. Aeropuertos	m. Presas y embalses
d. Autopistas y puentes	n. Puertos deportivos y terminales marítimas
e. Carreteras y caminos	o. Estructuras en alta mar
f. Vías férreas	p. Estructuras recreacionales
g. Cables y elevadores	q. Voladuras y perforaciones
h. Líneas de transmisión, oleoductos	r. Desmontes y rellenos
i. Barreras incluyendo vallados	s. Túneles y estructuras subterráneas
j. Dragados y alineado de canales	

Tabla 2. Actividades propuestas en la Matriz de Leopold. (Continuación...)

C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS	
a. Voladuras y perforaciones	e. Dragados
b. Excavaciones superficiales	f. Explotación forestal
c. Excavaciones subterráneas	g. Pesca comercial y caza
d. Perforación de pozos y transporte de fluidos	
D. PROCESOS	
a. Agricultura	h. Industria química e Industria textil
b. Ganadería y pastoreo	i. Almacenamiento de productos
c. Piensos	j. Automóviles y aeroplanos
d. Industrias lácteas	k. Refinerías de petróleo
e. Generación energía eléctrica	l. Alimentación
f. Minería	m. Herrerías (explotación de maderas)
g. Metalurgia	n. Celulosa y papel
E. ALTERACIONES DEL TERRENO	
a. Control de la erosión, cultivo en terrazas o bancales	d. Paisaje
b. Sellado de minas y control de residuos	e. Dragado de puertos
c. Rehabilitación de minas a cielo abierto	f. Aterramientos y drenajes
F. RECURSOS RENOVABLES	
a. Repoblación forestal	d. Fertilización
b. Gestión y control vida natural	e. Reciclado de residuos
c. Recarga aguas subterráneas	
G. CAMBIOS EN TRAFICO	
a. Ferrocarril	g. Deportes náuticos
b. Automóvil	h. Caminos
c. Camiones	i. Telesillas, telecabinas, etc.
d. Barcos	j. Comunicaciones
e. Aviones	k. Oleoductos
f. Tráfico fluvial	

Tabla 2. Actividades propuestas en la Matriz de Leopold. (Continuación...)

H. SITUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS	
a. Vertidos en mar abierto	g. Disposición en pozos profundos n. Lubricantes o aceites usados
b. Vertedero	h. Vertido de aguas de refrigeración
c. Emplazamiento de residuos y desperdicios mineros	i. Vertido de residuos urbanos
d. Almacenamiento subterráneo	j. Vertido de efluentes líquidos
e. Disposición de chatarra	k. Balsas de estabilización y oxidación
f. Derrames en pozos de petróleo m. Emisión de corrientes residuales a la atmósfera	l. Tanques y fosas sépticas, comerciales y domésticas
I. TRATAMIENTO QUÍMICO	
a. Fertilización	d. Control de maleza y vegetación terrestre
b. Descongelación química de autopistas, etc.	e. Pesticidas
c. Estabilización química del suelo	
J. ACCIDENTES	
a. Explosiones	c. Fallos de funcionamiento
b. Escapes y fugas	

(Espinoza, 2007)

1.1.1.2 Método Battelle-Columbus

El método consiste en “usar indicadores que permitan evaluar cuantitativamente y en forma homogénea los impactos ambientales producidos por un proyecto” (García, 2004).

Se fundamenta en “una lista de indicadores de impacto, con 78 factores ambientales, que representan un aspecto del medio ambiente, que vale considerarse por separado y cuya evaluación es representativa del impacto ambiental derivado de las actividades de los proyectos” (García, 2004).

“Estos parámetros están ordenados en un primer nivel según los 18 componentes ambientales que son los siguientes: suelo, biota, objetivos artesanales, composición, valores educacionales y científicos, valores históricos, cultura, sensaciones, estilos de vida, especies y poblaciones, hábitat y comunidades,

ecosistema, contaminación del agua, contaminación atmosférica, contaminación del suelo, contaminación por ruido, aire, agua” (García, 2004).

Estos componentes ambientales se agrupan en 4 categorías ambientales que son:

- Ecología
- Contaminación
- Aspectos estéticos
- Aspectos de interés humano

Los niveles de información progresiva que se requiere son:

Categorías → Componentes → Parámetros → Medidas

A partir de este punto se realiza una valoración cualitativa y una valoración cuantitativa.

En la valoración cualitativa, “se considera que el medio ambiente vale 1000 UIP (unidades de importancia ponderadas), y se le fija un valor subjetivo a cada factor ambiental, como se muestra en la figura 1 (García, 2004).

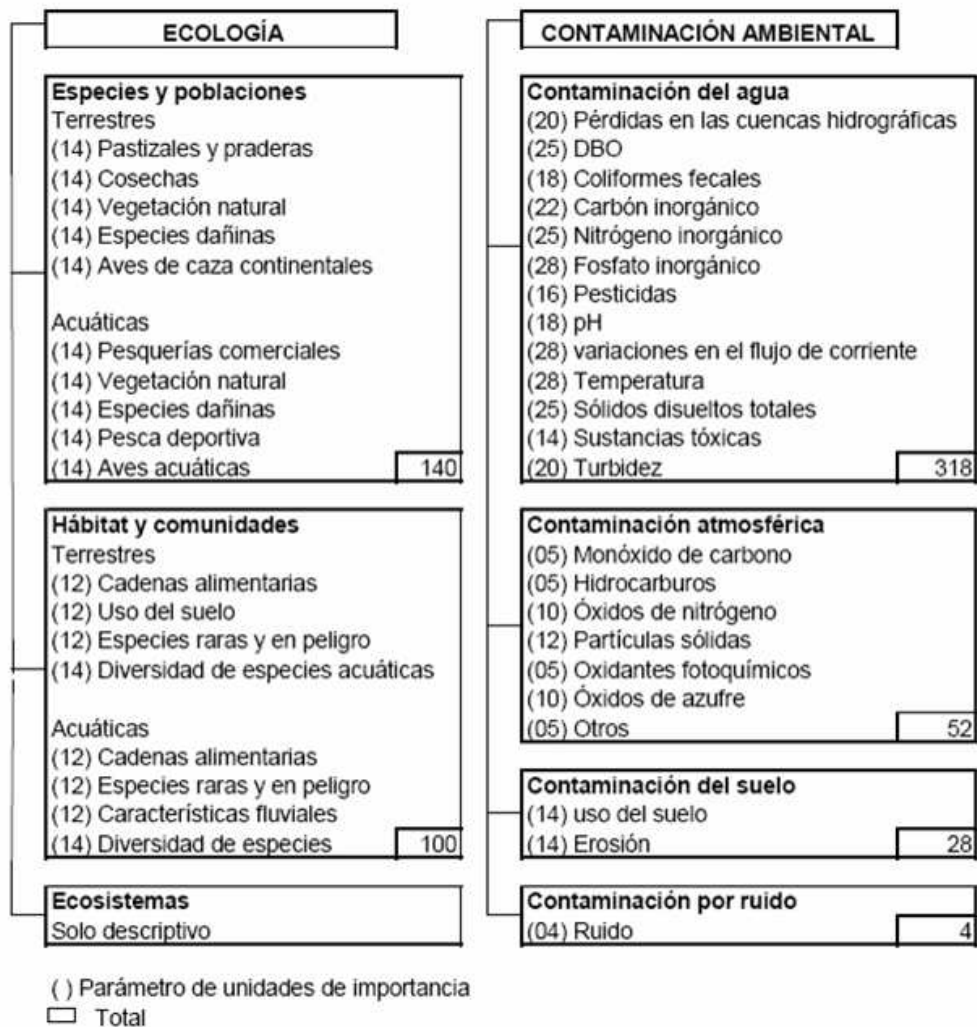


Figura 1. Sistema de evaluación ambiental Batelle-Columbus.
 (García, 2004)

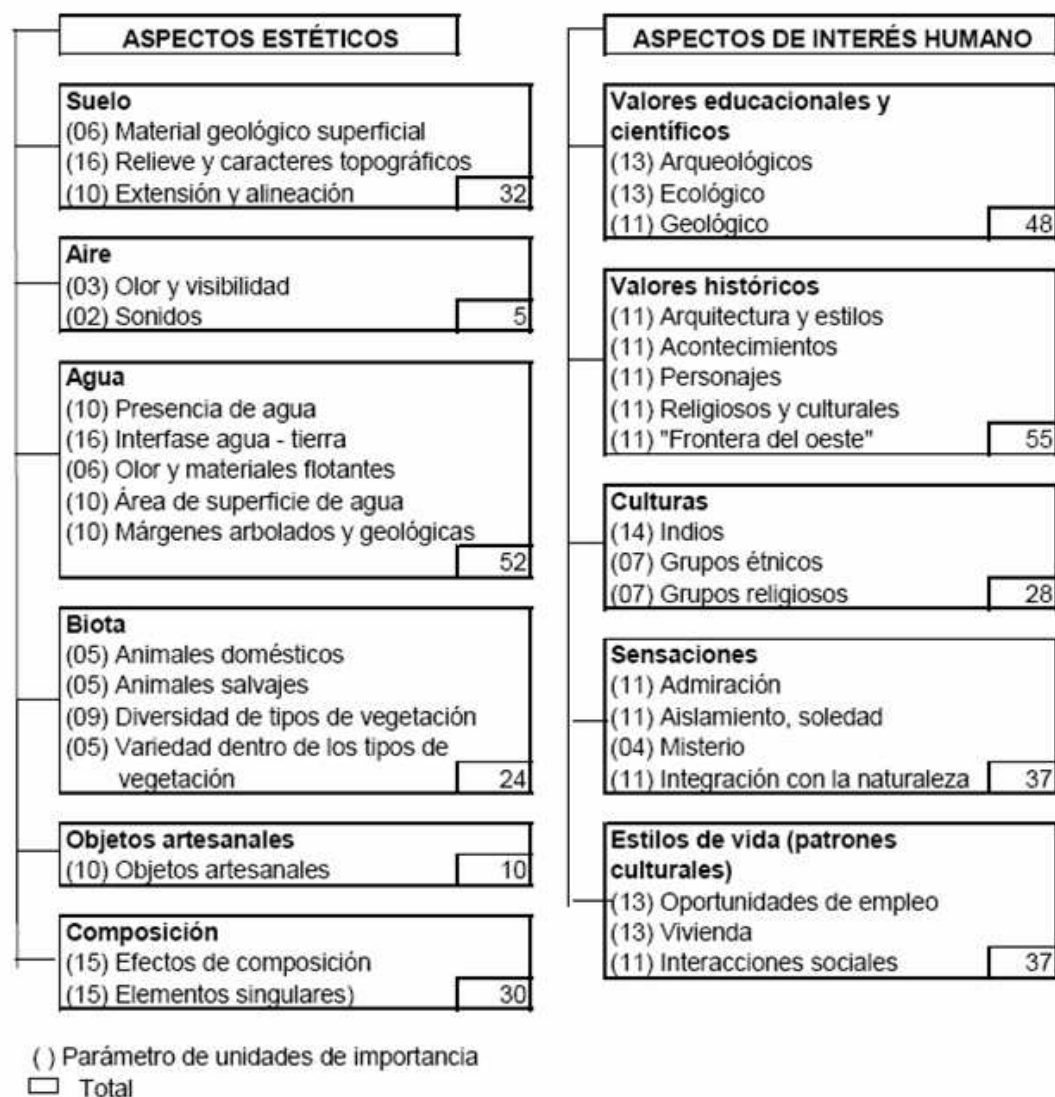


Figura 1. Sistema de evaluación ambiental Batelle-Columbus. (Continuación...)
 (García, 2004)

Posteriormente, al realizar la suma ponderada de los factores, se consigue el valor de cada componente, categoría y el valor ambiental total.

“Obtenidas las unidades homogéneas y medibles de los valores de cada indicador, se deducen cuantitativamente los impactos globales del proyecto” (García, 2004).

El método del Instituto Batelle-Columbus realiza una planificación a mediano y largo plazo. A continuación se detalla un resumen de las fases de este método:

- Establecimiento de una lista de indicadores.
- Ponderación de los indicadores.
- Medición de los valores de los indicadores "sin proyecto".
- Predicción de estos valores "con proyecto".
- Transformación de esos valores en unidades de calidad ambiental.
- Suma ponderada de calidad ambiental en la situación "sin proyecto".
- Suma ponderada de calidad ambiental en la situación "con proyecto".

1.1.2 METODO DE CRITERIOS RELEVANTES INTEGRADOS (CRI)

El método propone la valoración del índice VIA (Valor del Índice Ambiental) para cada impacto que generará el proyecto e identificarlo en la matriz respectiva.

Para determinar las relaciones causa – efecto, se completan matrices tipo Leopold, entre las actividades del proyecto fuentes de impacto ambiental y los posibles efectos ambientales (Gómez, 2002).

El valor del índice ambiental (VIA) “se calcula como una suma ponderada de los valores de los indicadores”: carácter, intensidad, extensión, duración, magnitud, reversibilidad y riesgo o probabilidad del impacto. Una vez obtenido el VIA se categoriza el impacto de acuerdo al riesgo de ocurrencia (Canter, 1998).

Para complementar la evaluación de impactos, se requiere de una fase de caracterización cualitativa de los impactos evaluados cuantitativamente; para esto, se elabora la matriz de significatividad de impactos, en la que se detallan en forma cualitativa las características de los mismos (Canter, 1998).

1.1.3 METODO DE EVALUACIÓN RÁPIDA DEL IMPACTO AMBIENTAL (RIAM)

El método de Evaluación Rápida del Impacto Ambiental RIAM, garantiza una evaluación rápida, segura y objetiva de los impactos ambientales generados por un proyecto, debido a que todos los componentes y parámetros ambientales son integrados (Canter, 1998).

El RIAM proporciona una investigación holística, pues clasifica al medio ambiente en cuatro categorías ambientales:

a. Ambiente físico y químico, incluye todos los aspectos físicos y químicos del medio ambiente, incluyendo los recursos naturales no renovables y la degradación del medio ambiente físico por contaminación: relieve, suelos, agua superficial, agua subterránea, aire, ruidos y vibraciones (Canter, 1998).

b. Ambiente biológico, incluye todos los aspectos biológicos del medio ambiente, incluyendo los recursos naturales renovables, la conservación de la biodiversidad, la interacción entre especies y la contaminación de la biosfera: flora, fauna y ecosistemas (Canter, 1998).

c. Ambiente social y cultural, incluye los aspectos humanos del medio ambiente, incluyendo temas sociales que afectan a los individuos y las comunidades; considerando aspectos culturales, esto incluye la conservación del legado cultural de las comunidades y el desarrollo humano: paisaje, restos arqueológicos, uso de tierras, percepciones y expectativas relacionadas con el agua, percepciones de impactos en el aire, expectativas de empleo, percepciones y expectativas de desarrollo (Canter, 1998).

d. Ambiente económico, identifica cualitativamente las consecuencias económicas del cambio ambiental, temporal o permanente: empleo y desarrollo local.

El RIAM, “requiere un proceso de selección de los componentes ambientales que serán impactados y serán ubicados en las cuatro categorías ambientales arriba indicadas” (Canter, 1998).

Los impactos ocasionados por las actividades del proyecto son evaluados contra los componentes ambientales. Para cada componente, se determina un resultado que indica el grado de beneficio o perjuicio que ocasiona la actividad en el componente ambiental.

Los criterios de evaluación más importantes se pueden clasificar en dos grupos:

Criterio 1, Deja ver el grado de importancia de la condición, y que particularmente puede cambiar el resultado obtenido. Los criterios son: importancia del componente ambiental y magnitud del cambio.

Criterio 2, Relacionado con el progreso de la condición, particularmente no es capaz de afectar el resultado alcanzado. Los criterios son: permanencia, reversibilidad y acumulación del impacto.

Para complementar la evaluación de impactos, se realiza una caracterización cualitativa de los impactos evaluados cuantitativamente. Para esto, se elabora la matriz de significatividad de impactos, detallando en forma cualitativa las características de los mismos. La significatividad del impacto se determina basándose en el Valor de la Evaluación Ambiental del Impacto (VEAI) (Canter, 1998).

1.1.4 METODO DE VICENTE CONESA FERNANDEZ-VITORA

Según Conesa (2009), el proceso de valoración de los impactos comprende dos etapas: la valoración cualitativa (importancia) y la valoración cuantitativa (magnitud). Los criterios que se consideran para ambas valoraciones se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Criterios que caracterizan el impacto ambiental

IMPACTO AMBIENTAL	SIGNO	Positivo +		
		Negativo -		
		Indeterminado x		
	VALOR (GRADO DE MANIFESTACIÓN)	IMPORTANCIA (GRADO DE MANIFESTACIÓN CUALITATIVA)	Grado de incidencia	Intensidad
			Caracterización	Extensión
				Plazo de manifestación
				Persistencia
				Reversibilidad
				Sinergia
				Acumulación
Efecto				
Periodicidad				
MAGNITUD (GRADO DE MANIFESTACIÓN CUANTITATIVA)	Cantidad			
	Calidad			

(Conesa, 2009)

1.1.4.1 Valoración cualitativa del impacto ambiental

La metodología se resume en los siguientes pasos detallados a continuación:

- Describir el medio ambiente como un conjunto de componentes ambientales.
- Describir el proyecto que se evalúa como un conjunto de actividades.
- Identificar los impactos que cada actividad tiene sobre cada componente ambiental.
- Caracterizar cada impacto mediante la estimación de su importancia.
- Analizar la importancia global del proyecto sobre el medio ambiente, utilizando para ello las importancias de cada impacto.

Tabla 4. Componentes ambientales

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	UIP	
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	Aire	60	
		Clima	60	
		Agua	60	
		Tierra y suelo	60	
		Procesos	60	
		TOTAL MEDIO INERTE	300	
	MEDIO BIÓTICO	Vegetación	60	
		Fauna	60	
		Procesos	60	
		TOTAL MEDIO BIÓTICO	180	
	MEDIO PERCEPTUAL	Valor testimonial	20	
		Paisaje intrínseco	20	
		Intervisibilidad	20	
		Componentes singulares	20	
		Recursos científico-culturales	20	
		TOTAL MEDIO PERCEPTUAL	100	
TOTAL MEDIO FÍSICO			580	
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	UIP	
MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	MEDIO RURAL	Recreativo al aire libre	20	
		Productivo	20	
		Conservación de la naturaleza	20	
		Viario rural	20	
		Procesos	20	
		TOTAL MEDIO RURAL	100	
	MEDIO DE NÚCLEOS HABITADOS	Estructura de los núcleos	30	
		Estructura urbana y equipamientos	30	
		Infraestructura y servicios	40	
		TOTAL MEDIO NÚCLEOS HABITADOS	100	
	MEDIO SOCIO CULTURAL	Aspectos culturales	30	
		Servicios colectivos	30	
		Aspectos humanos	30	
		Patrimonio histórico y artístico	30	
		TOTAL MEDIO SOCIAL CULTURAL	120	
	MEDIO ECONÓMICO	Economía	50	
		Población	50	
		TOTAL MEDIO ECONÓMICO	100	
	TOTAL MEDIO SOCIO – ECONÓMICO Y CULTURAL			420
	TOTAL MEDIO AMBIENTE AFECTADO			1000

(Conesa, 2009)

Como se aprecia en la tabla 4, el medio ambiente, está fragmentado en dos sistemas ambientales: medio físico y medio socio económico y cultural. Estos se subdividen en 7 subsistemas ambientales, los cuales a su vez se subdividen en componentes ambientales, que se descomponen en factores ambientales. Esta descomposición depende de la minuciosidad con que se pretende ejecutar el estudio de impacto ambiental.

1.1.4.2 Caracterización de los impactos

Se empieza con la identificación de las actividades que pueden causar impactos, sobre una serie de componentes ambientales, es decir determinar la matriz de identificación de impactos (Conesa, 1997).

Tabla 5. Matriz de identificación de impactos

COMPONENTES DEL MEDIO	ACTIVIDADES DEL PROYECTO							
	A1	A2	A3			Ai		An
C1				X		X		
C2			X					X
C3					X	X		
.	X	X						
.				X		X	X	X
Cj	X							
.		X			X			
Cm			X			X	X	X

(Conesa, 1997)

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de identificación de impactos, como se muestra en la Tabla 5. Los resultados se registran en la matriz de importancia de impactos del proyecto, cuya estructura se muestra en la tabla 6.

Los elementos de la matriz de importancia identifican la trascendencia del impacto ambiental (I_{ij}) generado por una acción simple de una actividad (A_j) sobre un componente ambiental considerado (C_i).

Tabla 6. Matriz de importancia para el subsistema medio físico

			ACCIONES IMPACTANTES							
			FASE DE CONSTRUCCIÓN							
			ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2	ACTIVIDAD 3	ACTIVIDAD I	ACTIVIDAD n	TOTAL FASE DE CONSTRUCCIÓN		
ABSOLUTA	RELATIVA									
UIP		COMPONENTES AMBIENTALES IMPACTADOS								
SUBSISTEMA MEDIO FÍSICO	MEDIO FÍSICO INERTE	P1	COMPONENTE 1							
		P2	COMPONENTE 2							
		Pp	COMPONENTE p				I_{jp}			
		TOTAL IMPACTO MEDIO FÍSICO INERTE								
	MEDIO FÍSICO BIÓTICO		COMPONENTE 1							
			COMPONENTE 2							
		Pj	COMPONENTE j				I_{ij}		I_j	IR_j
		TOTAL IMPACTO MEDIO FÍSICO BIÓTICO								
	MEDIO FÍSICO PERCEPTUAL		COMPONENTE 1							
			COMPONENTE 2							
		Pq	COMPONENTE q				I_{qj}			
		TOTAL IMPACTO MEDIO FÍSICO PERCEPTUAL								
	TOTAL IMPACTO SUBSISTEMA	ABSOLUTO	ABSOLUTO				I_i		I	
		RELATIVO	RELATIVO				IR_i			IR

(Conesa, 2009)

NOTA: Se debe ampliar esta matriz para cada subsistema y para cada una de las fases del proyecto.

1.1.4.3 Importancia de los impactos

La importancia de un impacto es una medida cualitativa del mismo. Se obtiene a partir del grado de incidencia (intensidad) de la alteración producida, y de una caracterización del efecto (Iribarren, 2011).

Los criterios para establecer la importancia del impacto son los siguientes:

El signo del impacto indica el carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes actividades impactantes que van a actuar sobre los distintos componentes ambientales considerados (Iribarren, 2011).

Los criterios a ser ponderados son: intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperación del impacto, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad, importancia del impacto.

Para valorar cualitativamente la importancia del efecto de cada actividad sobre estos componentes se realiza una doble valoración: la relativa y la absoluta (Iribarren, 2011).

1.1.5 METODO DELPHI

Este método se basa en la opinión consensuada de un grupo de expertos en un área específica del conocimiento (Oñate, 2002).

El método Delphi, es una técnica de consenso, debido a que el juicio colectivo es distinto al individual y muchas veces más preciso, da una visión de más cercana de la realidad, disminuyendo de esa manera la subjetividad inherente al método.

1.1.5.1 Base del método

El consenso entre los expertos se puede lograr de dos maneras diferentes: reunión simultánea presencial “cara a cara” en un mismo lugar o evitando cualquier contacto directo entre los participantes del panel, mediante el envío de cuestionarios a expertos en lugares geográficos distintos (Conesa, 1997).

La desventaja de la reunión presencial es que puede darse el llamado efecto Líder, se requiere de una buena coordinación de la reunión y disponibilidad de tiempo de todos los participantes en el estudio.

En la segunda, los expertos no trabajan físicamente juntos sino que, cada uno de ellos responde por escrito a cuestionarios estructurados, de forma libre, sin que ninguno de los otros participantes conozca sus opiniones personales.

La esencia de la técnica comprende el envío de una serie de cuestionarios diseñados para obtener y desarrollar respuestas individuales de un grupo de seleccionado de expertos a un problema específico. Al entregar los resultados de la ronda inmediatamente anterior, se permite a los expertos en cualquier etapa del estudio replantear sus puntos de vista, a fin de generar convergencia de opiniones tomando en cuenta el conjunto de las respuestas de los participantes del estudio (Conesa, 1997).

Etapas del método Delphi

- a) Diseño del cuestionario para establecer los componentes ambientales con mayor afectación ambiental y las actividades del proyecto que causarán mayores repercusiones sobre dichos componentes ambientales.
- b) Selección de los expertos
- c) Circulación del cuestionario entre los participantes (primera ronda)
- d) Análisis estadístico de las respuestas de la primera ronda. Se prepara un segundo cuestionario

- e) Circulación del segundo cuestionario. Los expertos pueden re-evaluar las opiniones emitidas por el resto de los participantes.
- f) Se obtienen nuevas conclusiones de esta segunda vuelta
- g) Finalmente se presenta un estudio estadístico y se analiza la información recopilada en todas las rondas llevadas a cabo.

El método Delphi hace énfasis en la obligación de cambiar el esquema del cuestionario, cuando los expertos, normalmente en la primera ronda, hacen sugerencias sobre la inclusión de nuevas variables y escalas de valor.

1.1.5.2 Tratamiento Estadístico

A medida que avanza el proceso iterativo y disponer de la estadística y opiniones de la primera ronda, la dispersión en las respuestas debe disminuir, alcanzándose cada vez un mayor grado de consenso (Oñate, 2002).

Para establecer el grado de consenso alcanzado en cada ronda, se utilizan varias herramientas estadísticas; las más frecuentemente utilizadas son: la media y la mediana como medidas de tendencia central, y la desviación estándar o en rango intercuartílico (RIC) como medidas de dispersión.

El rango intercuartílico es el valor absoluto de la diferencia entre el percentil 75 y el 25. Con esta información, disponible en cada fase del proceso iterativo, los especialistas compararan sus respuestas con las de la mayoría, representada por la mediana, reduciendo al mínimo el rango intercuartílico.

La muestra de expertos debería estar comprendida entre 17 y 50 individuos, siendo 9 el número mínimo exigible (Gómez, 2002).

1.1.6 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

La importancia y la ponderación de tales efectos dependen en gran parte de la magnitud y del grado de irreversibilidad del daño ambiental causado por estos. Los impactos ambientales provocados por el desarrollo de proyectos, por lo general, pueden ser positivos y negativos. La magnitud de estos impactos depende de su participación en el Valor Presente Neto y el efecto de éste sobre la tasa interna de retorno del proyecto básico (Dixon, 1994).

A la hora de analizar situaciones que incorporen problemáticas ambientales, es de suma utilidad “la Teoría de las Externalidades”. De forma simple, una externalidad es definida como cualquier acción ejecutada por un individuo consumidor o por un individuo productor que afecte o influya en la función de utilidad de otro consumidor o la función de ganancias de otro productor.

Se plantea una solución factible a este problema “la imposición de un precio adecuado mediante un impuesto con el objetivo de internalizar los costos de deterioro del medio ambiente y así poder igualar los costos privados a los costos sociales” (Coria, 2008).

En el eje horizontal se representan los niveles de contaminación y en el eje vertical se representa el costo o el beneficio en términos monetarios producto del incremento o disminución de la contaminación. “La curva con el nombre CMgC, representa el costo marginal de contaminación ambiental, expresada en términos sociales, producto del daño causado al medio ambiente por las actividades de contaminación”. La otra curva con nombre CMgD, “representa los costos que en términos sociales representa la descontaminación del medio ambiente” (Coria, 2008).

“El CMgC tiene pendiente positiva, mostrando con esto, que entre mayores sean los niveles de contaminación, mayores serán los costos sociales producto del daño ambiental provocado. La pendiente negativa de la curva de CMgD, indica

entre más se reduzcan los niveles de contaminación, el costo de descontaminación social será mucho mayor” (Coria, 2008).

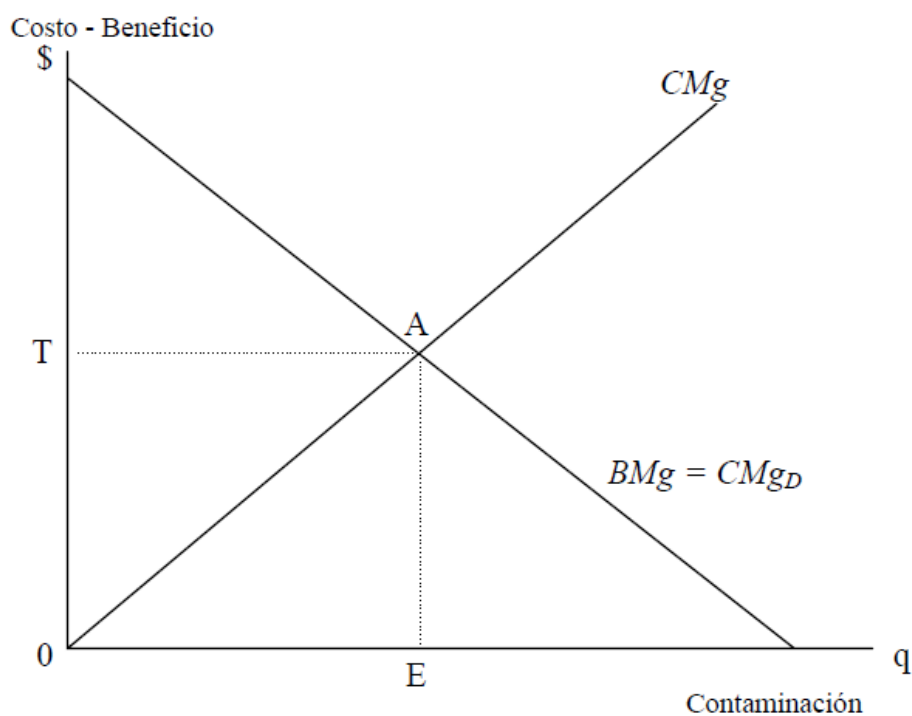


Figura 2. Cuantificación de las Externalidades Ambientales
(Coria, 2008)

1.1.6.1 Los costos ambientales y el Análisis Costo – Beneficio (ACB)

Para el Análisis Costo Beneficio, “el objetivo es llevar a cabo un registro y estimación de todos los efectos que en términos de costos y beneficios puede generar un proyecto”. El indicador que permite averiguar el grado de rentabilidad, se trata de la suma de todos los costos y beneficios durante la vida útil del proyecto, descontados al período inicial (Dixon, 1994).

1.1.6.2 Valoración de los efectos sobre el medio ambiente

La valoración de los efectos ambientales depende en parte del tipo de valor que se asigne recurso ambiental. La literatura sobre economía ambiental ha propuesto tres conceptos básicos sobre valor:

- Valor de Uso
- Valor de Opción
- Valor de Existencia (Tipo de Valor de No Uso)

Munier (2011) define el “valor de uso como el valor determinado por la disponibilidad a pagar que ofrecen los individuos por usar actualmente el medio ambiente”. En cambio, el Valor de Opción lo define como el “valor representado por la disponibilidad a pagar de los individuos por utilizar el medio ambiente en el futuro, siempre y cuando no lo utilicen hoy”.

Por último, el valor de existencia lo define como el valor representado por la disponibilidad a pagar de los no usuarios por la preservación del ambiente.

1.1.7 NUEVOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1.7.1 Modelos de sistemas computarizados de información geológica (SIG)

“Los sistemas computarizados de información geológica SIG, surgen como una herramienta para el manejo de los datos espaciales, aportando soluciones a problemas geográficos complejos, lo cual mejora la habilidad del usuario en la toma de decisiones de investigación, planificación y desarrollo” (Oñate, 2002).

Entre las aplicaciones de los sistemas de información geográfica, se destacan los servicios ofrecidos para:

1. Procesamiento y análisis de imágenes de satélite para:

- Estudios de impacto ambiental
- Planes de uso del suelo
- Estudios sobre recursos naturales

2. Geomorfología, producción de modelos de elevación digital para:

- Cálculo de volúmenes en el diseño de vías
- Ubicación de sitios de presas
- Cálculo de mapas de pendientes y perfiles para el apoyo de estudios geomorfológicos y estimativos de erosión
- Mapas temáticos que combinan relieve sombreado con información temática como suelos, cobertura y uso del suelo

En la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para:

- Identificación y valoración del estado preoperacional del medio
- Elaboración de inventarios estandarizados para los factores ambientales y generación de la cartografía temática asociada
- Identificación y valoración de impactos potenciales
- Selección de alternativas

“Este sistema de manejo de datos automatizado por ordenador puede capturar, gestionar, manipular, analizar, modelar y trazar datos con dimensiones espaciales para resolver la planeación compleja y la gestión de problemas” (Otero, 2011).

“Algunas aplicaciones con GIS contienen los siguientes elementos esenciales: adquisición de datos, pre procesamiento, gestión de datos, manipulación, análisis y generación de la producción” (Otero, 2011).

“El procedimiento usado para convertir un conjunto de datos dentro de un formato apropiado para introducir el GIS, se llama pre procesamiento. La conversión del formato de datos como digitalización de mapas impresión de registros y grabación de esta información en una base de datos del ordenador, es el paso clave en el pre procesamiento” (Otero, 2011).

“El preprocesamiento también incluye proyección de mapas, reducción y generalización de datos, detección de errores e interpolación” (Otero, 2011).

“La estructura de un SIG contiene software para desplegar mapas, graficas e información tabular sobre una variedad de medios de salida, esto permite al usuario maximizar el efecto la presentación de resultados” (Otero, 2011).

La aplicación de la tecnología SIG al proceso de EIA se ha hecho apenas en años recientes. “Relativo a las fases de EIA, la SIG puede tener aplicación directamente o como herramienta de soporte en todas ellas. Además, se puede usar SIG como una herramienta en el seguimiento o monitoreo de impactos y gestión del proyecto” (Otero, 2011).

Aunque los SIG ofrecen muchas ventajas como herramienta en los estudios de impacto ambiental, tiene algunas limitaciones:

- La tecnología para modelar SIG todavía no ha sido suficientemente desarrollada para lograr ciertos modelos ambientales complejos
- Los enlaces a otros paquetes de software o a programas de propósito especial puede necesitar que se desarrolle especialmente para una aplicación de EIA y
- Muy poca de la información requerida para estudios de EIA está también disponible de forma que pueda ser cargada directamente al SIG

1.1.7.2 Modelos de predicción

Están basados en modelos de transporte y transformación de contaminantes en la atmósfera o el agua superficial y subterránea.

Si existen datos básicos suficientes y correctos de la zona de afectación por las emisiones o vertidos de uno o varios focos, “estos métodos efectúan un análisis mediante la modelización de las características básicas de los medios emisores” (Pardo, 2002).

Los modelos matemáticos permiten obtener datos y resultados concretos de los siguientes aspectos:

- Evaluación del impacto ambiental de un foco contaminante de la atmósfera, ya sea de nueva implantación o existentes, o de focos múltiples
- Estudio de situaciones pre operacionales, o de punto cero, para determinar la contaminación de fondo existente en un lugar
- Diseño de redes de vigilancia de la calidad del aire
- Predicción de la contaminación potencial
- Planificación urbana e industrial, en el ámbito local, regional y nacional

1.1.7.3 Modelos de técnicas difusas en la evaluación del impacto ambiental

Las metodologías de estudios de impacto ambiental conocidas suelen adolecer de varias deficiencias, como por ejemplo:

- No se valora la imprecisión de la predicción realizada
- No se incorporan adecuadamente al análisis aquellas variables no medibles
- Las metodologías evalúan los impactos pero no proponen cómo modificarlos

En el ámbito de la “Computación Flexible”, las “Técnicas Difusas” son una herramienta útil para abordar problemas en los que la imprecisión y la vaguedad estén presentes, y que “también brinda un marco adecuado para tratar simultáneamente variables numéricas y lingüísticas” (Sbarato, 2007).

“Las Técnicas Difusas pueden ayudar a subsanar las dificultades que presentan las metodologías actuales de Evaluación del Impacto Ambiental relacionadas con la combinación de información cuantitativa y cualitativa, y con la presencia de incertidumbre” (Otero, 2011).

Esta nueva metodología para los Estudios de Impacto Ambiental, empleando sistemas de computación con palabras basados en aritmética difusa puede:

- Incorporar en los Estudios de Impacto Ambiental la posibilidad de definir variables con incertidumbre
- Manipular en un marco unificado las variables de tipo numérico y lingüístico
- Caracterizar las medidas correctoras que deben tomarse para lograr que el impacto total tenga un valor “permitido”

1.1.7.4 Método de Simulación

La mayoría de modelos considera que los impactos son inmutables con el tiempo, pero no han considerado que el ambiente está constantemente cambiando, y “los factores ambientales, modifican sus orientaciones originales, por lo que se limita el análisis de los impactos a períodos de tiempo moderados, sin considerar la dinámica de los sistemas ambientales” (Otero, 2011).

“Los modelos de simulación son modelos matemáticos, destinados a representar la estructura y funcionamiento de los sistemas ambientales, explorando a partir de un conjunto de hipótesis y suposición de un proyecto” (Otero, 2011).

Los modelos pueden procesar variables cualitativas y cuantitativas, incorporar las medidas de la magnitud e importancia de los impactos y considerar las interacciones de los factores ambientales.

Método Simulador K. SIM (Kane Simulation): “Estructura una simulación de la percepción que se tiene del sistema a estudiar, estructura, funcionamiento, naturaleza de interacciones, la fiabilidad se ve limitada por las hipótesis utilizadas. Evalúa en conjunto el impacto ambiental, mediante la simulación del sistema y observar los resultados de manera inmediata” (Otero, 2011).

Método Simulador G. SIM (Simulation): “Simula el comportamiento de sistemas complejos de los que se dispone poca información, aplicable especialmente a situaciones con causas y efectos discretos, el resultado se refiere a la información sobre las tendencias cualitativas temporales de las variables y al comportamiento del sistema en general” (Otero, 2011).

1.2 INDICES DE CALIDAD AMBIENTAL

Un indicador es una representación numérica que sintetiza información en un período de tiempo. Los indicadores ambientales son formas directas o indirectas de medir la calidad del ambiente, pueden ser utilizados para determinar la situación actual y las tendencias en la capacidad del ambiente para sustentar la salud ecológica y humana.

Para determinar la calidad ambiental del medio ambiente, sus características pertinentes y significativas deben ser medibles y cuantificables a través de indicadores e índices ambientales que permitan una gestión eficiente.

1.2.1 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)

El ICA indica el grado de contaminación que existe en el agua a la fecha del muestreo, expresado como un porcentaje de agua pura. Un agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a 0%, el agua en excelentes condiciones tendrá un ICA de 100% (Vidal y Gutiérrez, 1994).

El cálculo del ICA se realiza aplicando la ecuación [1]. (Vidal y Gutiérrez, 1994).

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad [1]$$

Dónde: ICA = índice de calidad del agua global
 li = índice de calidad para el parámetro i
 Wi = Coeficiente de ponderación del parámetro i
 n = Número total de parámetros

Existen 18 parámetros para determinar el ICA global, estos son:

Demanda Bioquímica de Oxígeno, oxígeno Disuelto, coliformes fecales, coliformes totales, potencial de hidrógeno, dureza total, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, cloruros, conductividad eléctrica, alcalinidad, grasas y aceites, nitrógeno de nitratos, nitrógeno amoniacal, fosfatos totales, color, turbiedad (Vidal y Gutiérrez, 1994).

Además del ICA general, es posible calcular los valores del ICA para las categorías siguientes: materia orgánica, bacteriológico, material iónico, material en suspensión y nutrientes.

La tabla 7 presenta la escala de clasificación del índice de calidad del agua considerando un criterio general y los distintos usos que se les da al agua.

Tabla 7. Rango de clasificación del ICA de acuerdo al criterio general

Índice de calidad del aire	Criterio General
85-100	No contaminado
70-84	Aceptable
50-69	Poco contaminado
30-49	Contaminado
0-29	Altamente contaminado

(Vidal y Gutiérrez, 1994)

1.2.2 INDICE DE CALIDAD DEL AIRE (ICARE)

Es un valor representativo de los niveles de contaminación atmosférica asociados a una región determinada en el tiempo transcurrido del monitoreo (Conesa, 2009).

Se evalúan los siguientes parámetros:

- Material particulado total PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Material particulado con diámetro menor a 10 micras PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Humo negro HN ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Dióxido de azufre SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Dióxido de Nitrógeno NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Monóxido de Carbono CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Ozono O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

El índice se calcula para cada contaminante por separado, tomando como base 100, valor a partir del cual la Organización Mundial de la Salud OMS “considera que la concentración de ese contaminante en el aire supera el valor estándar deseable en el aire urbano” (Conesa, 2009).

Un $\text{ICaire} \leq 100$ corresponde a la calificación de buena a aceptable para las actividades que se realizan al aire libre.

Según Conesa (2009) se han establecido 5 categorías de Calidad del Aire:

1. BUENA: El ICAire está entre 0 y 50, se considera que la calidad del aire es satisfactoria y no existe riesgo para desarrollar las actividades al aire libre.
2. ACEPTABLE: El ICAire está entre 51 y 100, a pesar de que en el aire estén algunos contaminantes, los niveles en los que se encuentren no presentan riesgos para la mayoría de la gente, siendo posible que algunas personas sensibles se vean afectadas.
3. INADECUADA: El ICAire está entre 101 a 200. La mayoría de las personas no se ven afectadas.
4. MALA: El ICAire está entre 201 a 300. Las personas empiezan a sentir efectos sobre la salud, las aparecen las molestias en personas sensibles.
5. MUY MALA: El ICAire es mayor de a 301. La presencia del contaminante puede causar efectos sobre la salud de cualquier persona.

1.2.3 INDICADOR ORAQUI (OAK RIDGE AIR QUALITY INDEX)

Wood (2006), planteó un “índice sencillo”, a través del cual se controle la calidad del aire, se basa en la suma ponderada de la contribución de cada uno de los cinco contaminantes principales:

- SO₂ y derivados (óxidos)
- Partículas en suspensión (PM)
- NO₂ y derivados (óxidos)
- CO
- C_nH_n

Se fundamenta en las normas de calidad difundidas por la EPA (1971 y posteriores) y se representa mediante la siguiente ecuación [2] (Seoáñez, 2002):

$$ORAQUI = \left(5.7 \sum_{i=5}^{i=1} \frac{Ci}{Si} \right)^{1.37} \quad [2]$$

dónde:

C_i = Concentración del contaminante i

S_i = Norma EPA referente al contaminante i

Tabla 8. Normas EPA de calidad del aire

Agente	Norma (24h)		Concentración (en ppm, salvo para PS)	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	Fondo	Urbana
Oxidantes (OX)	59	0,003	0,02	0,03
Partículas sólidas (PS)	150	-----	$37 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
SO_3	266	0,200	0,0002	0,05
NO_2	400	0,200	0,001	0,04
CO	7.800	7,000	0,1	7

(Seoáñez, 2002)

“Para la calibración del índice se utilizan: el coeficiente 5,7 y el exponente 1,37, de tal forma que el ORAQI tendrá un valor de 10 en ambientes no contaminados y un valor de 100 en ambientes muy contaminados, considerando el cuadro de normas EPA de calidad del aire, donde la concentración de fondo es de ambientes no contaminados” (Sánchez, 1994).

Además se basa en unos “diagramas que representan las concentraciones de cada contaminante”, adaptándose su escala a las normas EPA de calidad del aire, dadas en la tabla 8 (Sánchez, 1994).

1.2.4 ANALISIS CRETIB

El término CRETIB se forma con las iniciales de los vocablos: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, bio-infeccioso (Miranda, 2005).

Tabla 9. Propiedad y definición del término CRETIB

PROPIEDAD	DEFINICIÓN
Corrosividad	En estado líquido o en solución acuosa el residuo presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2,0 o mayor o igual a 12,5.
	En estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55°C el residuo es capaz de corroer acero al carbón (SAE 1020) a una velocidad de 6,35 mm o más por año.
Reactividad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajo condiciones normales (25°C y 1 atm) se combina o polimeriza violentamente sin detonación. ▪ En condiciones normales (25 °C y 1 atm) reacciona violentamente formando gases, vapores o humos cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo – agua) de 5:1, 5:3 o 5:5. ▪ Bajo condiciones normales (25 °C y 1 atm) cuando se pone en contacto con soluciones de pH ácido (HCl 1N) o básico (NaOH 1N) en relación (residuos – solución) de 5:1, 5:3 o 5:5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos. ▪ Posee en su constitución cianuro o sulfuros que cuando se expone a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg de HCN/kg de residuo o 500 mg de H₂S/kg de residuo. ▪ Es capaz de producir radicales libres.
Explosividad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del di nitrobenzeno. ▪ Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y a 1,03 kg/cm² de presión.
Toxicidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un residuo se considera peligroso por su toxicidad cuando al someterse a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la NOM-053-ECOL-1993, en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas.
Inflamabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen. ▪ Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60 °C ▪ No es un líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25 °C y a 1,03 kg/cm²) ▪ Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.
Características biológico infecciosas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos patógenos. ▪ Cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos. Posiblemente no se considere el parámetro en legislaciones recientes.

(Miranda, 2005)

1.2.5 TEST TCLP (TOXICITY CHARACTERISTIC LEACHING PROCEDURE)

El test de TCLP es utilizado para determinar la lixiviación potencial de las sustancias orgánicas peligrosas, “este método es recogido por el método EPA

1311, consiste en establecer la movilidad compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en desechos multifase” (Jiménez, 2005).

Su análisis se realiza por los métodos establecidos para ello, según se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Métodos analíticos requeridos para el ensayo de toxicidad TCLP (EPA 1311)

Volátiles (EPA 8260B)	Semivolátiles (EPA 8270C)	Herbicida (EPA 8151A)	Plaguicida (EPA 8081A)
Benceno	Cresoles	2,4-D	Clordano
Tetracloruro de carbono	1,4-Diclorobenceno	2,4,5-TP (Silvex)	Endrin
Clorobenceno	2,4-Diclorobenceno		Heptaclor (y el epóxido)
Cloroformo	Hexaclorobenceno		Lindano
1,2-Dicloroetano	Hexaclorobutadieno		Metoxiclor
1,1-Dicloroetileno	Hexacloroetano		Toxafeno
Metil etil cetona	Nitrobenceno		
Tetracloroetileno	Pentaclorofenol		
Tricloroetileno	2,4,5-Triclorofenol		
Cloruro de vinilo	2,4,6-Triclorofenol		
	Piridina		

(Jiménez, 2005)

Procedimiento de caracterización toxicológica EPA TCLP 1311

“Inicialmente se reduce el tamaño de la muestra para pasar por un filtro de 9.5 mm.; la muestra representativa es pesada en un contenedor y es extraída con una cantidad de fluido de extracción igual a 20 veces el peso del sólido” (Castells, 2000).

Después de una extracción de 18 horas, el extracto líquido es separado de la fase sólida, por filtración a través de un filtro de fibra de vidrio de 0.6 a 0.8 micrones (μm). La solución filtrada es analizada por toxicidad de acuerdo las guías de la US EPA: As (5mg/L), Ba (100 mg/L), Cd (1 mg/L), Cr (5 mg/L), Pb (5 mg/L), Hg (0.2 mg/L), Se (1 mg/L) y Ag (5mg/L) (Castells, 2000).

1.3 DISEÑO, CONSTRUCCIÓN DE LAS CELDAS Y VERTEDEROS DE SEGURIDAD

Según la Norma Técnica del Libro VI, Anexo 12 (Ministro del Medio Ambiente, 2002), para la construcción de celdas y vertederos de seguridad, los requisitos de diseño son:

- Contar con sistema de captación de lixiviados.
- Las celdas deben contar con sistemas de venteo.
- Impermeabilizar la celda de seguridad .
- Los muros de contención deben tener un espesor de 60 cm de concreto, con una resistencia de 240 Kg/cm² o su equivalente en otros materiales.
- Análisis estructural de los taludes y fondo de la celda, que considere la acción de las siguientes cargas: presión de relleno, cargas de construcción, operación, reparación y sismo. Si la compactación resultara menor del 90% de la prueba Proctor, deberán efectuarse las obras de ingeniería complementarias para alcanzar este porcentaje.
- El coeficiente sísmico del diseño será de 0,3 en todos los casos .
- La cubierta de la celda constará de dos capas. La inferior de arcilla, con un espesor, grado de compactación y humedad del material para obtener un coeficiente de permeabilidad 1×10^{-7} cm/seg; o con un material sintético equivalente en su permeabilidad; la capa superior de suelo vegetal de 40 cm de espesor. En el caso de celdas que contengan desechos susceptibles de generar gases o vapores, además de las capas mencionadas, deberá considerarse una capa subyacente de grava, con un espesor mínimo de 25 cm.

Restricciones

- Sólo podrán depositarse en la celda los desechos peligrosos previstos en los Listados Nacionales de Desechos Peligrosos, con excepción de los que

contengan sulfuros y cianuros reactivos, bifenilos policlorados con concentraciones mayores a 50 ppm dibenzo-dioxinas – policlorados, dibenzo-furanos-policlorados, (hexacloro-benceno, hexacloroetano, hexacloro-butadieno) o aquellas que tengan características de inflamabilidad.

- En una misma celda no podrán depositarse desechos peligrosos incompatibles de acuerdo a la Norma de Almacenamiento de desechos peligrosos INEN 22:88.
- Sólo podrán depositarse en la celda desechos peligrosos con un porcentaje de agua que no exceda del 30%. Los que excedan este porcentaje deberán depositarse envasados.
- No podrán depositarse desechos peligrosos cuyo contenido de aceite sea superior al 5%.
- Los desechos cuyo contenido de aceite sea igual o inferior al 5%, no podrán depositarse en la celda si contienen más del 25% de humedad.

Diseño y construcción del sistema de captación de lixiviados

- El sistema debe estar compuesto de colector, subcolector, reservorio de captación y pozos de monitoreo de lixiviados como mínimo.
- El colector y los subcolectores deben ser de 15 y 10 cm de diámetro como mínimo, respectivamente.
- Un sistema de captación de lixiviados por cada 1000 m² de celda o fracción de la misma.
- La pendiente del colector y subcolectores de lixiviados no debe ser menor del 2% en dirección al reservorio de captación.

El volumen útil del reservorio de captación no deberá ser inferior a un metro cúbico. El sistema de captación de lixiviados debe contar con dos pozos de monitoreo independientes, uno para captar los lixiviados conducidos por los colectores sobre la membrana y otro para captar los lixiviados que penetren la primera barrera de impermeabilización.

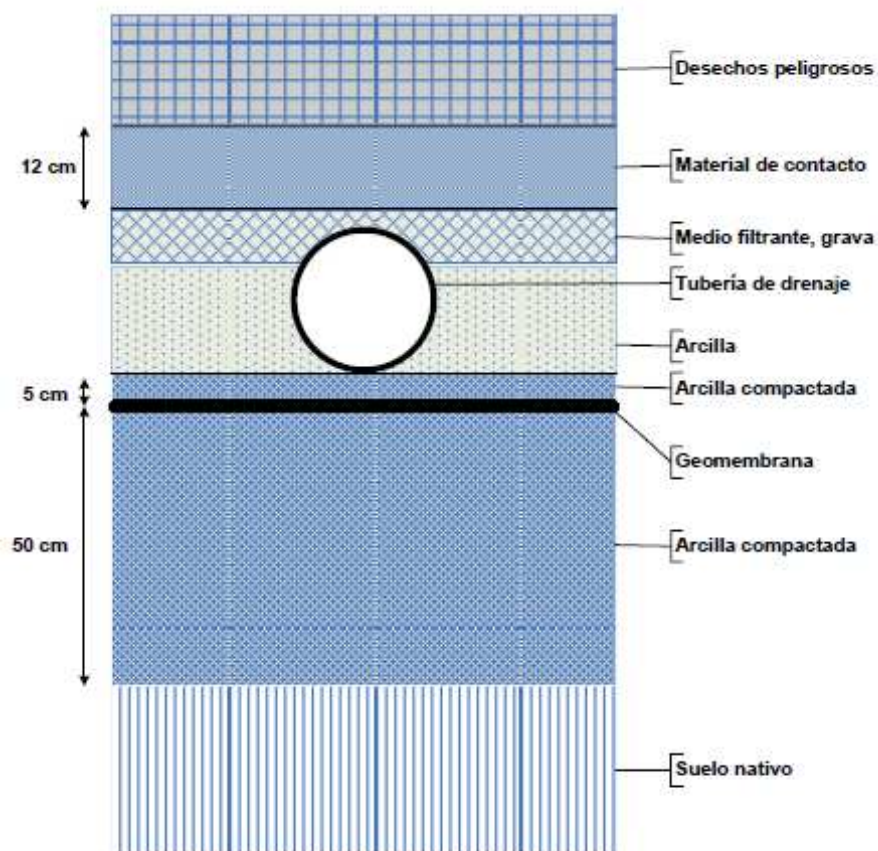


Figura 3. Esquema del diseño de la construcción de las celdas de seguridad.
(Ministerio del Ambiente, 2010)

Secuencia de construcción y disposición

1. Excavación
2. Remoción del suelo excavado
3. Colocación del revestimiento de bloque prensado en las paredes
4. Construcción del sistema de recolección de lixiviados
5. Colocación de la geomembrana
6. Colocación de la capa de grava filtrante
7. Colocación del geotextil para separación de fases
8. Inicio de la disposición de desechos Industriales

1.3.1 CONSTRUCCIÓN DE LAS CELDAS DE SEGURIDAD

Las celdas pueden ser abiertas o techadas, el régimen de lluvias es uno de los aspectos clave que determinará el volumen de los lixiviados, mientras que la composición del lixiviado fijará los requerimientos de tratamiento.

La obra de construcción tendrá las siguientes características:

- Estabilidad estructural
- Impermeabilidad
- Durabilidad
- Resistencia mecánica
- Resistencia a la intemperie
- Compatibilidad con los residuos

Los elementos de diseño con los que debe contar la obra son:

- Sistema de impermeabilización de base y taludes de doble barrera
- Sistema de captación, conducción y tratamiento de lixiviados
- Sistema de detección de pérdidas
- Sistema de captación y conducción de gases
- Elementos de control de ingreso de agua de lluvia por escurrimiento
- Pozos de monitoreo
- Sistema de impermeabilización superior para la clausura

1.3.1.1 Características del terreno

Según el Ministerio del Ambiente (2011), los principales parámetros a considerar en el análisis y la evaluación del terreno:

- Tipo de suelo: Suelos areno-limo-arcillosos

- Permeabilidad del suelo: Baja percolación del agua a través de un suelo
- Profundidad del nivel freático: Altura dominante del nivel freático
- Cálculo de la generación de lixiviado o percolado
- Sismicidad de la región

El volumen de lixiviado depende de los siguientes factores:

- Precipitación pluvial en el área del relleno
- Escorrentía superficial y/o infiltración subterránea
- Evapotranspiración
- Humedad natural de los desechos
- Grado de compactación
- Capacidad de campo (capacidad del suelo y de los desechos para retener humedad)
- Aguas lluvias que se infiltran a través de las grietas en el terreno

1.3.1.2 Detalles de la construcción de celdas de seguridad

- *Selección del método del relleno:* Seleccionar el tipo de vertedero denominado de contención donde se inmoviliza y se encapsula a los contaminantes de los desechos industriales para evitar la formación y problemas de lixiviados al medio ambiente circundante durante la vida útil de las monoceldas de seguridad.
- *Conocimiento de la cantidad y tipo de desechos que se encuentran destinados a la disposición final.*
- *Capacidad de vida útil:* Calculado para una vida útil de aproximadamente 100 años.
- *Especificación de las dimensiones del diseño:* longitud, profundidad, ancho, espaciamiento, número de zanjas o celdas y grosor de las capas de cobertura intermedia y final.

- *Especificación de la topografía final (contornos y pendientes):* De preferencia deben ser terrazas planas y pendientes naturales.

1.3.1.3 Construcción de los drenajes

- **Sistemas de control externos e internos:** Se contará con un sistema de drenaje interno para colección de lixiviados que consta de una tubería de 2 pulgadas de diámetro dispuesta a lo largo de fondo del vertedero con perforaciones laterales cada 10 cm, la tubería descarga en el pozo de recolección antes descrito.
- **Agua de escorrentía:** Las celdas serán completamente cubiertas con una estructura metálica y cubierta de galvalum, así como rodeado íntegramente por canales de recolección de aguas lluvias.

1.3.1.4 Parámetros de la construcción de las celdas de seguridad

- Base del revestimiento de fondo de 2,4 m por encima del nivel freático.
- Pendiente recomendada en cubierta final: 2% mínimo, recomendado 5%, máximo 33%, en pendientes intermedias y perimetrales: 1% a 5% y en la base: 2% deseable, 0,5 % mínimo.
- Aislamiento del vertedero con permeabilidad $\leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s.
- Aislamiento de la arcilla, cantidad mínima de 25 – 28% del peso, compactada a 95% densidad máxima.
- Aislamiento de membrana flexible con polímeros sintéticos, resistentes a ataques químicos.
- Sistema de recogida / captación de gases y lixiviados: consiste en una red de drenajes para recoger y eliminar cualquier acumulación de líquido que pueda acumularse en el fondo impedir la migración del lixiviado al subsuelo
- Drenaje de recogida con una capa con permeabilidad no inferior a 10-3 m/sec, espesor mínimo de 30 cm, y pendiente mínima de 3%.
- Tubería de drenaje:

1. tamaño y capacidad hidráulica: anchura suficiente para transportar fuera el lixiviado recogido.
 2. tamaño: 15 cm de diámetro perforado, espaciamiento: 5 a 60 m de separación.
 3. sistema pasivo de salida de gases usando pozos verticales, debido a que serán dispuestos residuos inertes.
- Cobertura / cubierta final: Es necesario prever una sobrecarga de las curvas de nivel de 10 – 25% dependiendo de los residuos vertidos.
 - Geometría: Evitar encharcamientos, tener un drenaje adecuado que no induzca a una inaceptable erosión e integración adecuada en el paisaje.
 - Sistemas de drenaje de escorrentías: consisten en una combinación de diques, cunetas y colectores para interceptar las áreas de escorrentía exterior y desviarla fuera de las celdas de seguridad. Los canales de recolección de aguas lluvias tienen una sección mínima de 0,15 m x 0,15 m.

1.3.1.5 Requisitos de las geomembranas

Según el Ministerio del Ambiente (2011), los requisitos que deben cumplir estas barreras sintéticas son:

- Resistencia a químicos, clima y microorganismos.
- Flexibilidad, dureza y elasticidad.
- Fácil de reparar.
- Los materiales más comunes empleados en la construcción de geomembranas son el polietileno de alta densidad (HDPE) y el cloruro de polivinilo (PVC), en ambos casos con el agregado de una serie de aditivos que permiten mejorar su desempeño.

En la siguiente tabla se presentan las principales características.

Tabla 11. Principales ventajas y desventajas de los materiales de las geomembranas usadas en la construcción de celdas de seguridad

Material	Aditivos	Ventajas	Desventajas
HDPE	Antioxidantes y protección UV	Dureza, resistencia a los aceites y productos químicos, baja permeabilidad, resistencia a intemperie y altas temperaturas.	Poca resistencia a la punción
PVC	Plastificantes	Resistencia a la punción, abrasión y elongación, buena flexibilidad, resistencia a los inorgánicos, fácil de soldar y reparar.	Poca resistencia a orgánicos

1.3.1.6 Otros parámetros a considerar

El sistema de detección de pérdidas se ubicará entre las dos geomembranas y estará compuesto por una capa de material drenante (de conductividad hidráulica mayor a 1×10^{-2} cm/s) y una red de tuberías que conduzcan el líquido hacia un reservorio de captación (Ministerio del Ambiente, 2011).

Para la captación y conducción de lixiviados se utilizará un sistema ubicado sobre la geomembrana superior compuesto por una capa de material drenante (de conductividad hidráulica mayor a 1×10^{-2} cm/s) y una red de tuberías que conduzcan el lixiviado hacia un reservorio de captación. La sección de las tuberías se calculará de forma de garantizar una altura máxima de lixiviado dentro del relleno de 30 cm. Como material de construcción de los drenes se puede emplear arena limpia o grava, así como mallas de materiales sintéticos (Ministerio del Ambiente, 2011).

Una vez finalizada la vida útil de la celda, será clausurada utilizando una cobertura impermeable, la misma estará compuesta por una capa de material arcilloso de 60 cm de espesor y conductividad hidráulica máxima de 1×10^{-7} cm/s, o su equivalente en material sintético, no pudiendo ser de espesor menor a 30

cm. Sobre ésta se colocará una geomembrana de material plástico, similar a la utilizada para la base, sobre la geomembrana se colocará un sistema de drenaje de material granular o sintético, cubierto por geotextil y una capa de suelo de 60 cm con cobertura vegetal (Ministerio del Ambiente, 2011).

1.3.2 DISEÑO DEL PROCESO

Los desechos ingresan a la planta previo realización del análisis de CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, bio infeccioso) y conjuntamente con sus análisis de caracterización y hojas de seguridad, de ser el caso., basta que un desecho tenga una de estas características para ser considerado como peligroso. En la primera fase se realiza la diferenciación de los desechos peligrosos y los reciclables, los desechos reciclables como papel, cartón, vidrio son llevados a gestores calificados para su tratamiento, los desechos considerados peligrosos son llevados a las bodegas de almacenamiento temporal, el almacenaje se debe realizar bajo la norma INEN 2266.

En las bodegas de almacenamiento temporal se clasificará el desecho de acuerdo a sus propiedades físico químicas con la finalidad de determinar la disposición final adecuada.

Los desechos que tengan un porcentaje de carbono mayor al 5% serán llevados al proceso de incineración, mientras los que con porcentaje de carbón menor (inorgánicos) y que contengan metales pesados, con un porcentaje de humedad menor al 30 %, serán dispuestos en vertederos de seguridad, como son lodos de galvanostegia y curtiembre.

Mientras que los desechos con características especiales como: lámparas fluorescentes, pilas, baterías, desechos explosivos estabilizados, serán dispuestos en celdas de seguridad.

Los desechos a ser dispuestos en las celdas de seguridad, serán preparados para su disposición en tanques de plástico herméticamente cerrados.

Se tendrá un control para los posibles lixiviados que se generen en las celdas y vertederos de seguridad, y el tratamiento de los mismos.

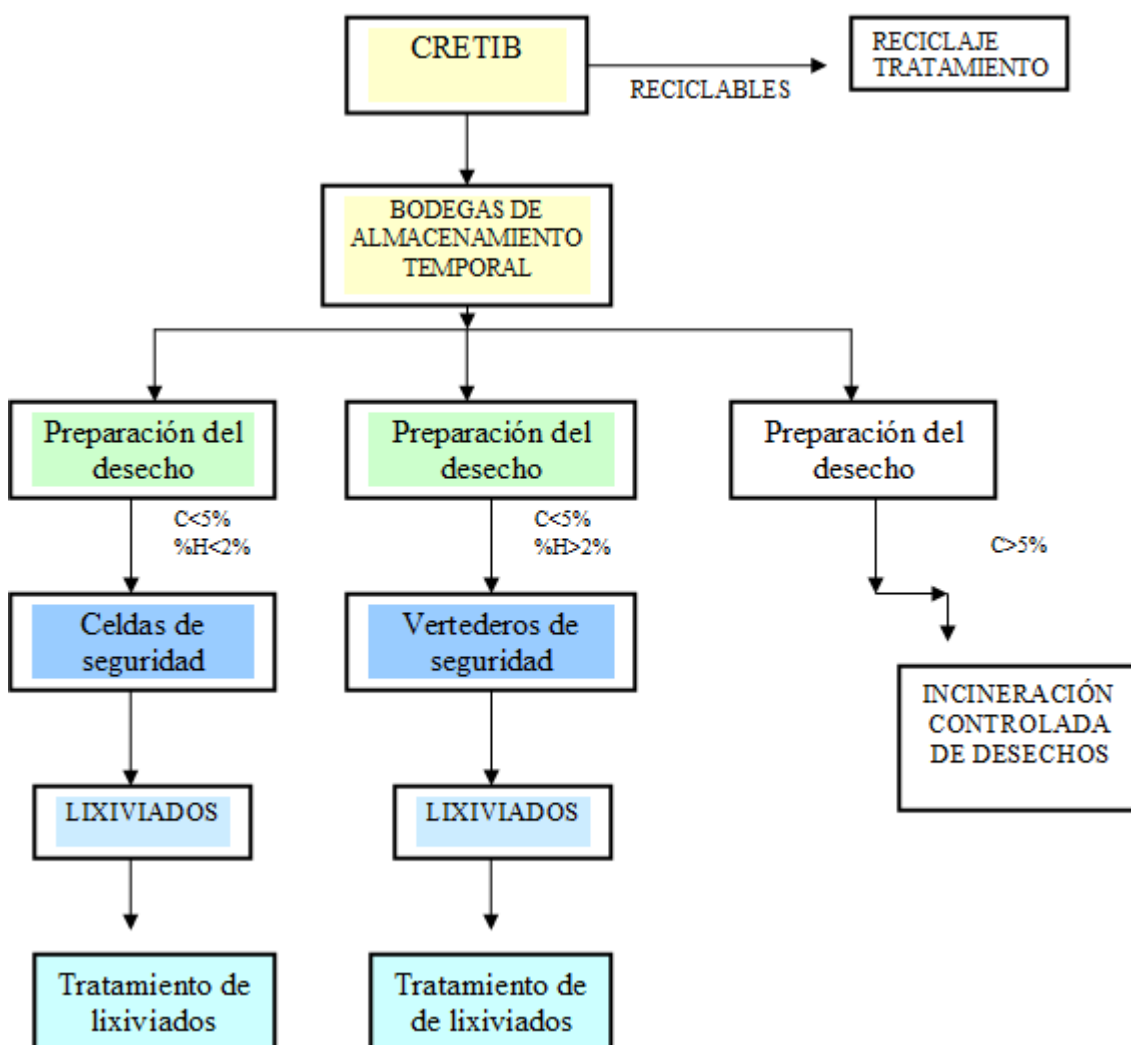


Figura 4. Diagrama de la descripción de los procesos del Proyecto Barrotieta

1.4 LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE

Según lo señalado en el artículo 19 de la Ley de Gestión Ambiental que exige que las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, sean calificadas previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control ambiental.

El artículo 20 de la Ley de Gestión Ambiental menciona que para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia ambiental respectiva. Este artículo es reglamentado en el artículo 3 del Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria en lo referente al Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), donde se manifiesta que toda obra, instalación, construcción, inversión o cualquier intervención que pueda suponer ocasione impacto ambiental durante su ejecución o puesta en vigencia, o durante su operación o aplicación, mantenimiento, modificación, y abandono o retiro, requerirá la correspondiente licencia ambiental.

Estos estudios ambientales, son requeridos como instrumentos que facilitarán la toma de decisiones para la implementación del Proyecto Barrotieta; en este sentido, se deberá desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental y el correspondiente Plan de Manejo Ambiental, para la obtención de la Licencia Ambiental, a fin de dar fiel cumplimiento de la normativa ambiental vigente (Ministerio del Ambiente, 2011).

1.4.1 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

El artículo 12 del Capítulo IV De la participación de las Instituciones del Estado, define como obligaciones de las instituciones del Estado del sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia: Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que establezca el Ministerio del Ambiente.

Según el capítulo II, artículo 19 sobre la Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental, las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que pueden causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

El artículo 21 establece que los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base, evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos, planes de manejo, planes de manejo de riesgo, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono.

El artículo 23 define los componentes de la evaluación de impacto ambiental en los siguientes aspectos: 1. La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada; 2. Las condiciones de tranquilidad pública tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y, 3. La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico escénico y cultural (Ministerio del Ambiente, 2011).

1.4.2 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Expedida mediante decreto Supremo N° 374 del 21 de Mayo de 1976 publicada en el registro oficial N° 97, del mismo mes y año, tiene como finalidad fundamental precautelar la buena utilización y conservación de los recursos naturales del país, en pro del bienestar individual y colectivo. Muchos artículos de esta Ley han sido derogados por la Ley de Gestión Ambiental en tanto en cuanto se refieren a

aspectos de institucionalidad y coordinación organizacional no existente en la actualidad.

1.4.3 TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA

Libro VI de la Calidad Ambiental, en donde se dan las directrices nacionales sobre el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental a través del reglamento denominado Sistema Único de Manejo Ambiental SUMA, define los elementos regulatorios del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en aspectos de prevención y control de contaminación ambiental y promulga las nuevas Normas de Calidad Ambiental para los siguientes propósitos:

- Anexo 1: norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua
- Anexo 2: norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.
- Anexo 3: norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión
- Anexo 4: norma de calidad del aire ambiente.
- Anexo 5: límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones.
- Anexo 6: norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.
- Anexo 7: listados nacionales de productos químicos prohibidos, peligrosos y de uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador.

1.4.4 OTRAS LEYES Y RESOLUCIONES RELACIONADAS

- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Decreto Ejecutivo 2393, publicado en el R. O. 565 del 17 de noviembre de 1986.

- Norma Técnica Ecuatoriana NTN INEN 2-266:2000, Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos, Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTN INEN 2-288:2000, Productos Químicos Industriales Peligrosos, Etiquetado de Precaución, Requisitos.

1.4.5 LEY ORGÁNICA DE LA SALUD

En el Artículo 396: Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

1.4.6 CODIGO PENAL

El artículo 437 establece una serie de infracciones tipificadas como Delitos Ambientales, relacionados con aspectos de contaminación ambiental, destrucción de biodiversidad, y manejo inadecuado de sustancias tóxicas y peligrosas. Las penas van de entre dos a cinco años dependiendo de los casos y las circunstancias.

1.4.7 ACUERDO MINISTERIAL No. 026

En el que se expiden los procedimientos, para el registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de desechos peligrosos.

2. METODOLOGÍA

2.1 DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES, DONDE SE DESARROLLARAN LAS ACTIVIDADES

Con la colaboración de un equipo multidisciplinario de expertos, se elaboraron algunos análisis y determinaciones de las condiciones iniciales del área proyecto Barrotieta, cuyos nombres, serán mencionados a lo largo de la metodología.

Este equipo multidisciplinario está conformado por:

- José Luis Pozo (Geólogo)
- Kléver Chávez (Biólogo)
- Diego Román (Gerente de Incinerox Cía. Ltda.)

2.1.1 UBICACIÓN GEOPOLÍTICA

La ubicación geopolítica del predio se estableció con la consulta de medios informativos publicados por la Alcaldía Metropolitana y el Gobierno de la Provincia de Pichincha, así como también de la información obtenida de la escritura de la propiedad y el comprobante de pago del impuesto predial.

2.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO BARROTIETA

2.1.2.1 Medio Físico

a. Localización Geográfica

Para ubicar geográficamente al Proyecto Barrotieta, se recurrió al uso de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), marca Garmin, modelo: GPSMap 60Cx, tipo Off Road cartográfico de montaña.

b. Clima y meteorología

Se obtuvo los datos de temperatura, precipitaciones, humedad relativa, velocidad del viento a la Estación Meteorológica LA TOLA – Código M002 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2011).

c. Geología

Se realizó trabajo de campo, bajo la dirección del Geólogo José Luis Díaz designado por la Empresa Incinerox Cía. Ltda., cuyo procedimiento se basará en la observación de las características y textura de los suelos, para luego efectuar un análisis comparativo de las tipologías físico – mecánicas presentes en esta región, evaluación de la resistencia del material poroso de los suelos y su respectiva clasificación en el Ecuador, según datos bibliográficos de Sierra, 2004, además del apoyo de la hoja geológica a escala 1:10,000 obtenida de la prospección geofísica de la superficie que se muestra en el Anexo III.

d. Estratigrafía en el sector de Barrotieta

Para establecer rápida y económicamente el perfil del subsuelo, el Geólogo José Luis Díaz designado por la Empresa Incinerox Cía. Ltda., realizará el ensayo de penetración cónica (CPT - Cone Penetration Test), que consiste en introducir en

el suelo una pieza de forma cónica vinculada a una célula de carga que mide en forma continua la resistencia del suelo a la penetración de la punta, en forma simultánea mide la resistencia a la fricción lateral que ofrece el suelo al paso de una pieza cilíndrica.

Este ensayo permitió identificar el tipo de suelo presente, el equipo utilizado consta fundamentalmente de una punta eléctrica normalizada, un sistema electrónico de adquisición de datos y un sistema de empuje de accionamiento hidráulico con una capacidad de 18 t.

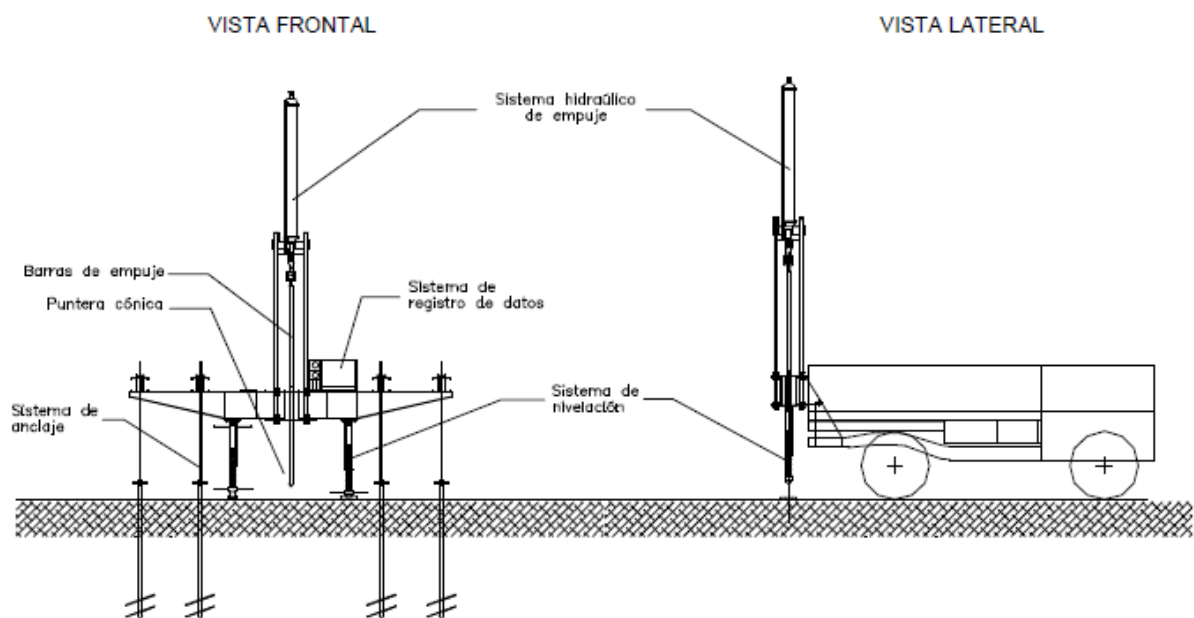


Figura 5. Esquema del equipo de penetración cónica (Cone Penetration Test CPT)

e. Geomorfología

Para la caracterización geomorfológica del área se utilizaron las cartas topográficas del Ecuador escala 1:50,000, en los sectores de Pifo y Pintag, proporcionados por el Instituto Geográfico Militar, los mismos que fueron interpretados por el Geólogo José Luis Díaz designado por la Empresa Incinerox Cía. Ltda., para el análisis e interpretación de pendientes, inclinaciones y relieves

que se encontraron en el área de influencia del proyecto.

f. Hidrología y calidad del agua

Se ubicaron los efluentes líquidos dentro de la zona de influencia directa del proyecto, para lo cual se utilizó los mapas de las cuencas hidrográficas del Distrito Metropolitano de Quito y visitas al sitio.

Se tomaron muestras en la quebrada Rumihuaico, ubicada a 3 kilómetros de la zona destinada para el proyecto, estas muestras fueron analizadas (mediante método APHA y EPA), en el laboratorio certificado “Anncy”, para la determinación de metales pesados, y posterior comparación con la tabla 3 del TULAS (texto unificado de legislación ambiental secundaria), y observar si los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

g. Suelos

Se realizó un muestreo del suelo que será influenciado durante la ejecución del proyecto, estas muestras fueron analizadas de acuerdo a los parámetros establecidos en la tabla 2 del TULAS. La caracterización de llevó a cabo en el laboratorio certificado “Anncy”, el mismo que empleó el método EPA 3050 B/3010A para dichos análisis.

Seguidamente se realizó la comparación de los resultados obtenidos, con los límites máximos permisibles indicados en la misma tabla, y se pudo definir el estado inicial de la composición del suelo, antes de arrancar con el proyecto.

h. Riesgos Naturales

- **Peligro de inundación:** Se determinó mediante la información proporcionada en el SIISE Sistema integrado de indicadores sociales del Ecuador, de la Dirección de Gestión de Información Socio-económica del Sector Social del Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social.
- **Amenaza sísmica:** Para determinar los niveles de amenaza sísmica, se realizó un análisis bibliográfico de la cartografía de las amenazas de origen natural por cantones del Ecuador, elaborado por el SIISE y Oxfam International y el programa de información e indicadores de gestión de riesgos del Banco Interamericano de desarrollo.
- **Peligro de deslizamiento:** Se determinó mediante la información proporcionada en el SIISE Sistema integrado de indicadores sociales del Ecuador, del Ministerio de bienestar social, de la Dirección de Gestión de Información Socio-económica del Sector Social del Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social.

i. Naturalidad Paisajística

Con la colaboración del biólogo Klever Chávez se realizó la percepción visual de la naturaleza, el área geográfica y el medio ambiente, de acuerdo a la metodología señalada por Zambrano (2002), la cual propone elaborar un modelo visual que refleja todas las cualidades paisajísticas de un territorio y analizar los parámetros, los mismos que se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. Parámetros y elementos de evaluación paisajística.

	Parámetro	Elementos
Valor Paisajístico	Unidad Visual (UV)	Abiótico
		Biótico
		Antrópico
	Organización Visual (OV)	Contraste Visual
		Dominancia Visual
		Importancia Relativa de las Características Visuales
	Calidad Visual (CV)	Diversidad
		Naturalidad
		Singularidad
		Complejidad Topográfica
		Superficie y Límite de Agua
		Actuaciones Humanas
		Degradación de la Capacidad Visual
	Calidad Escénica (CE)	Morfología o Topografía
		Vegetación
		Formas de Agua, Ríos o Lagos
		Color
		Fondo Escénico
		Rareza
		Actuaciones Humanas

(Zambrano, 2002)

k. Nivel de Ruido

Se midió el ruido con un sonómetro digital electrónico de marca EXTECH, modelo 407736, previamente calibrado, en dos puntos del sitio para determinar los niveles máximos de intensidad sonora, según el libro IV Anexo 5 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria.

2.1.2.2 Medio Biótico

Se utilizó una metodología de evaluación ecológica rápida, se trata de un conjunto de procedimientos que permiten de forma general obtener información inmediata y lo más precisa posible de un área, determinando presencia, distribución y estado de los componentes bióticos dentro de la zona de estudio y el área de influencia directa.

a. Flora

Con la ayuda del mapa bioclimático del Ecuador, la categorización de las zonas ecológicas de Holdridge (Cañadas, 1983), y las clasificaciones vegetales de Sierra (2004); se describió a las especies vegetales presentes en el piso zoogeográfico que podrían verse afectadas con la implementación del proyecto.

b. Fauna

Para la caracterización faunística se realizó una evaluación basada en la información de Albuja (1980), mediante la identificación de los organismos animales, estimación por indicios de presencia, registro de excrementos, huellas y sonidos, de los diferentes grupos de vertebrados terrestres (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), además se complementará con consultas y encuestas a los pobladores sobre los animales que habitan en la zona.

c. Biogeografía y caracterización de la formación vegetal

Se determinaron las características climáticas del ecosistema dominante, mediante una investigación y estudio en el Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador (Cañadas, 1983), ejecutado en base al sistema de clasificación de Holdridge, en donde se caracteriza a una región en base al análisis de dos elementos meteorológicos, como son la temperatura y la pluviosidad.

Se categorizó a las formaciones de acuerdo a criterios fisonómicos, ambientales, bióticos y topológicos (piso florístico).

2.1.2.3 Medio Socioeconómico

El trabajo se realizó con la información proporcionada por el SIISE (2011), además se realizaron visitas y encuestas a las comunas de los barrios aledaños del proyecto que son Pifo y Pintag, para recopilar información referente a la población, vivienda, aspectos sociales, económicos, aspectos de salud, aspectos educativos, agua potable y alcantarillado, energía eléctrica, telefonía, vías, tráfico y actividades productivas.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, RELATIVO A LOS FACTORES: AIRE, AGUA, FLORA Y ASPECTO SOCIO ECONÓMICO

Los impactos ambientales se identificaron en función de los resultados obtenidos en la determinación de las condiciones iniciales, los mismos que se clasificaron en subsistemas: medio físico, medio biótico, medio abiótico, medio socioeconómico, medio socio cultural, y por actividades del proyecto de implementación de celdas de seguridad, en sus diferentes etapas de construcción, operación y cierre.

2.2.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR COMPONENTE AMBIENTAL

La identificación de los impactos ambientales se realizó en función del análisis de las condiciones iniciales, considerando las características ambientales físicas, condiciones biológicas, factores culturales, relaciones socioeconómicas y ecológicas, que se verán afectadas durante la implementación del proyecto.

2.2.1.1 Impactos al ambiente físico

La identificación de los principales componentes ambientales físicos, que serán afectados de una manera positiva o negativa durante las fases del proyecto, se realizó en función de las condiciones iniciales establecidas en la sección 2.1 y en base a la tabla 1, parte A de sección 1.1.1.1.

La identificación de estos componentes ambientales físicos nos ayudará más adelante en la elaboración de las matrices causa-efecto.

2.2.1.2 Impactos al ambiente biológico

La caracterización de las primordiales condiciones ambientales biológicas, que serán afectadas de una manera positiva o negativa durante las fases del proyecto, se realizó en función de la tabla 1, parte B de sección 1.1.1.1.

La caracterización de estas condiciones ambientales biológicas nos ayudará luego en la construcción de las matrices causa-efecto.

2.2.1.3 Impactos a los factores culturales

La determinación de los principales factores ambientales culturales, que serán afectados de una manera positiva o negativa durante las fases del proyecto, se llevó a cabo en base a la tabla 1, parte C de sección 1.1.1.1.

Esta identificación de estos factores ambientales culturales nos servirá luego en la elaboración de las matrices causa-efecto.

2.2.1.4 Impactos a las relaciones ecológicas

La caracterización de las principales relaciones ambientales ecológicas, que serán afectadas de una manera positiva o negativa durante las fases del proyecto, se realizó en función de la tabla 1, parte D de sección 1.1.1.1.

La caracterización de estas relaciones ambientales ecológicas nos ayudará luego en la construcción de las matrices causa-efecto.

2.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Se identificaron las actividades que permitirán el desarrollo del proyecto, en sus etapas de construcción, operación y cierre; enfatizando en aquellas que causarán mayores impactos ambientales positivos o negativos sobre los componentes ambientales identificados en la sección 2.2.1.

2.2.2.1 Actividades por modificación del régimen

La identificación de las principales actividades del proyecto por modificación del régimen, que afectarán positiva o negativamente a los componentes ambientales establecidos en la sección 2.2.1, se realizó en función de la tabla 2, parte A de sección 1.1.1.1. Las actividades identificadas complementarán la construcción de las matrices de causa-efecto.

2.2.2.2 Actividades por transformación del territorio y construcción

La identificación de las principales actividades del proyecto por transformación del territorio y construcción, que afectarán positiva o negativamente a los

componentes ambientales establecidos en la sección 2.2.1, se realizó en función de la tabla 2, parte B de sección 1.1.1.1.

Las actividades identificadas ayudarán a complementar la construcción de las matrices de causa-efecto.

2.2.2.3 Actividades por extracción de recursos

La identificación de las actividades principales del proyecto por extracción de recursos, que afectarán de forma positiva o negativa a los componentes ambientales establecidos en la sección 2.2.1, se realizó en función de la tabla 2, parte C de sección 1.1.1.1.

Las actividades identificadas complementarán la construcción de las matrices de causa-efecto.

2.2.2.4 Actividades por procesos

La identificación de las principales actividades del proyecto por procesos, que afectarán positiva o negativamente a los componentes ambientales establecidos en la sección 2.2.1, se realizó en función de la tabla 2, parte C de sección 1.1.1.1.

Las actividades identificadas complementarán la construcción de las matrices de causa-efecto.

2.2.2.5 Actividades por alteración del terreno

La identificación de las principales actividades del proyecto por alteraciones del terreno, que afectarán positiva o negativamente a los componentes ambientales

establecidos en la sección 2.2.1, se realizó en función de la tabla 2, parte E de sección 1.1.1.1.

Las actividades identificadas complementarán la construcción de las matrices de causa-efecto.

2.2.2.6 Actividades por recursos renovables

La identificación de las principales actividades del proyecto por recursos renovables, que afectarán positiva o negativamente a los componentes ambientales establecidos en la sección 2.2.1, se realizó en función de la tabla 2, parte F de sección 1.1.1.1.

Las actividades identificadas complementarán la construcción de las matrices de causa-efecto.

2.2.2.7 Actividades por cambios en tráfico

La identificación de las principales actividades del proyecto por cambios en tráfico, que afectarán positiva o negativamente a los componentes ambientales establecidos en la sección 2.2.1, se realizó en función de la tabla 2, parte G de sección 1.1.1.1.

Las actividades identificadas complementarán la construcción de las matrices de causa-efecto.

2.2.2.8 Actividades por situación y tratamiento de residuos

La identificación de las principales actividades del proyecto por situación y tratamiento de residuos, que afectarán positiva o negativamente a los

componentes ambientales establecidos en la sección 2.2.1, se realizó en función de la tabla 2, parte H de sección 1.1.1.1.

Las actividades identificadas complementarán la construcción de las matrices de causa-efecto.

2.2.2.9 Actividades por tratamiento químico

La identificación de las principales actividades del proyecto por tratamiento químico, que afectarán positiva o negativamente a los componentes ambientales establecidos en la sección 2.2.1, se realizó en función de la tabla 2, parte I de sección 1.1.1.1.

Las actividades identificadas complementarán la construcción de las matrices de causa-efecto.

2.2.2.10 Actividades por accidentes

La identificación de las principales actividades del proyecto por accidentes, que afectarán positiva o negativamente a los componentes ambientales establecidos en la sección 2.2.1, se realizó en función de la tabla 2, parte J de sección 1.1.1.1.

Las actividades identificadas complementarán la construcción de las matrices de causa-efecto.

2.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, RELATIVO A LOS FACTORES AIRE, AGUA, FLORA Y ASPECTO SOCIO ECONÓMICO

Se evaluó los impactos ambientales, relativo a los factores aire, agua, flora y aspecto socio económico, con los siguientes métodos:

- Método de criterios relevantes integrados
- Método de evaluación rápida de impacto ambiental
- Método de Vicente Conesa
- Método de Delphi
- Método de análisis costo – beneficio ambiental

Mediante las diferentes técnicas de evaluación de impactos que se utilizó en el presente trabajo, se buscó disminuir la subjetividad de las conclusiones.

2.3.1 CARÁCTER DEL IMPACTO O SIGNO (+/-)

Una vez elaborada la matriz de interacción sobre las actividades y componentes ambientales, donde se colocaron en las filas las actividades más importantes del proyecto, y en las columnas los componentes ambientales que se verán afectados por dichas actividades, se procedió a establecer el carácter positivo o negativo del impacto.

Un carácter será considerado positivo cuando, la actividad que se va a realizar sea beneficiosa, provechosa o de ganancia para el componente ambiental, entonces se colocará el signo (+).

Un carácter será considerado negativo cuando, la actividad que se va a realizar sea perjudicial, dañina o de pérdida para el componente ambiental, entonces se colocará el signo (-).

2.3.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EL MÉTODO DE CRITERIOS RELEVANTES INTEGRADOS

La metodología conocida como Criterios Relevantes Integrados, basada en Buroz (1998) evalúa el impacto ambiental en función de 6 variables que son: la intensidad, extensión, duración, magnitud, reversibilidad y riesgo.

Este método apunta a la valoración de los impactos ambientales considerados relevantes para caracterizarlos, al mismo tiempo que brinda la posibilidad de integrar la información proporcionada, facilitando la comparación con los resultados de las otras metodologías utilizadas.

2.3.2.1 Intensidad del impacto (I)

Se consideró qué tan grave puede ser la influencia de la actividad del proyecto sobre el componente ambiental analizado. Para esta evaluación se propuso un valor numérico de intensidad que varía de 1 a 10 dependiendo de la severidad del impacto analizado. La tabla 13 muestra la escala de valores sugeridos para calificar esta variable:

Tabla 13. Escala de valoración de la intensidad del impacto, según método Criterios Relevantes Integrados

Intensidad	Descripción	Valor
Baja	Cuando el grado de alteración es pequeño, y la condición original de la componente prácticamente se mantiene.	1
Media	Cuando el grado de alteración implica cambios notorios respecto a su condición original, pero dentro de rangos aceptables.	5
Alta	Cuando el grado de alteración de su condición original es significativo.	10

(Buroz, 1998)

2.3.2.2 Extensión o influencia espacial del impacto (E)

Se ponderó el impacto de acuerdo al tamaño de la superficie o extensión afectada por las actividades desarrolladas en el proyecto, tanto directa como indirectamente.

La escala de calificación de esta variable se aprecia en la Tabla 14.

Tabla 14. Escala de valoración de la extensión del impacto, según el método de Criterios Relevantes Integrados

Intensidad	Descripción	Valor
Puntual	Cuando su efecto se verifica dentro del área en que se localiza la fuente de impacto.	1
Local	Cuando su efecto se verifica fuera del área en que se ubica la fuente del impacto, pero dentro del territorio administrativo del proyecto.	5
Extenso	Cuando su efecto abarca el territorio que se encuentra fuera de la propiedad del proyecto.	10

(Buroz, 1998)

2.3.2.3 Duración del impacto (D)

Se ponderó el tiempo que durará el efecto de la actividad del proyecto sobre el componente ambiental analizado. En la tabla 15 se muestra la escala de valores utilizados para calificar la variable.

Tabla 15. Escala de valoración de la duración del impacto, según el método de Criterios Relevantes Integrados

Duración	Plazo	Valor
Más de 10 años	Largo	1
De 5 a 10 años	Mediano	5
Menos de 5 años	Corto	10

(Buroz, 1998)

2.3.2.4 Magnitud del impacto ambiental (M)

El valor se obtuvo relacionando las variables anteriores (signo, intensidad, extensión y duración), mediante la siguiente ecuación tomada de Buroz, 1998:

$$M_i = \pm [(I_i \times W_I) + (E_i \times W_E) + (D_i \times W_D)] \quad [2.1]$$

Donde,

I: Intensidad

E: Extensión

D: Duración

M: Magnitud del impacto ambiental

En la ecuación (1); W_I , W_E y W_D , son factores adimensionales que representan el peso de incidencia de la variable considerada sobre la magnitud del impacto, y cuyo valor numérico individual es inferior a 1. La suma de los tres coeficientes de peso debe ser siempre igual a 1. La asignación de los valores a los coeficientes de peso se realizará en consenso con el grupo multidisciplinario que se describe en la sección 2.1; en caso de dudas, se asignará un valor de 1/3 a cada factor de peso.

2.3.2.5 Reversibilidad del impacto (RV)

Se ponderó la capacidad del sistema de retornar a las condiciones originales una vez cesada la actividad generadora del impacto. La tabla 16 indica la escala de valores para calificar esta variable.

Tabla 16. Escala de valoración de la reversibilidad de los impactos, según método de Criterios Relevantes Integrados

Categoría	Capacidad de Reversibilidad	Valor
Irreversible	Baja o irrecuperable	10
	El impacto puede ser recuperable a muy largo plazo (> 30 años) y a elevados costos	8
Parcialmente Reversible	Media. Impacto reversible a largo y mediano Plazo	5
Reversible	Alta. Impacto reversible de forma inmediata o a corto plazo	1

(Buroz, 1998)

2.3.2.6 Riesgo o probabilidad del suceso (RG)

Se ponderó la probabilidad de ocurrencia del impacto sobre el componente ambiental analizado. En la tabla 17 se observa la escala de valores para esta variable:

Tabla 17. Escala de valoración de la intensidad del impacto, según el método de Criterios Relevantes Integrados

Probabilidad	Rango de ocurrencia	Valor
Alta	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia mayor al 50%	10
Media	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia entre el 10% y el 50%	5
Baja	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia casi nula en un rango menor al 10%	1

(Buroz, 1998)

2.3.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EL MÉTODO RIAM (EVALUACIÓN RÁPIDA DE IMPACTO AMBIENTAL)

Esta metodología es descrita por Canter (1998) ayudará a realizar un análisis sistemático de los componentes ambientales afectados, puesto que permitirá valorar los medios físico, biológico, cultural y socioeconómico.

Este método aportará información clara para la determinación de los componentes ambientales mayormente afectados, en función de los cuales se elaborará más adelante el plan de manejo ambiental.

Los criterios a considerarse en RIAM son: importancia, magnitud, permanencia, reversibilidad y acumulación del impacto.

2.3.3.1 Importancia del Componente ambiental (A1)

Se ponderó el grado de importancia de un determinado componente ambiental en relación con su entorno, representada en función a los límites espaciales o de interés humano. La tabla 18 muestra los valores asignados a esta variable.

Tabla 18. Escala de valoración de la importancia del componente, según el método RIAM

Valor	Importancia del componente
4	Importante para el interés nacional / internacional
3	Importante para el interés regional / nacional
2	Importancia local y áreas inmediatas
1	Importancia sólo local
0	Sin importancia

(Canter, 1998)

2.3.3.2 Magnitud del cambio/efecto (A2)

Se ponderó la medida de beneficio o perjuicio de un determinado impacto.

Los valores asignados se exponen en la tabla 19.

Tabla 19. Escala de valoración de la magnitud del cambio, según el método RIAM

Valor	Cambio/efecto
+3	Grandes beneficios
+2	Mejora significativa del estado general
+1	Mejora del estado general
0	Sin cambio
-1	Cambio negativo del estado general
-2	Cambio negativo significativo del estado general
-3	Grandes impactos negativos

(Canter, 1998)

2.3.3.3 Permanencia (B₁)

Se ponderará si la condición es temporal o permanente. Se considerará como una medición del estatus temporal de la condición de la componente ambiental. En la tabla 20 se aprecia los valores asignados.

Tabla 20. Escala de valoración de la permanencia del impacto, según el método RIAM

Valor	Permanencia del impacto
1	Sin cambio
2	Temporal
3	Permanente

(Canter, 1998)

2.3.3.4 Reversibilidad (B₂)

Se ponderará la capacidad que tiene un componente para retornar a sus características originales o similares a las originales. Los valores asignados son mostrados en la tabla 21.

Tabla 21. Escala de valoración de la reversibilidad del impacto, según el método RIAM

Valor	Reversibilidad del impacto
1	Sin cambio o no aplicable
2	Reversible
3	Irreversible

(Canter, 1998)

2.3.3.5 Acumulación del impacto (B₃)

Se ponderó si el efecto tendrá un impacto directo simple o si habrá o sinérgico. En la tabla 22 se observa los valores asignados.

Tabla 22. Escala de valoración de la acumulación del impacto, según el método RIAM

Valor	Reversibilidad del impacto
1	Sin cambio o no aplicable
2	Simple o no acumulativo
3	Acumulativo o sinérgico

(Canter, 1998)

2.3.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EL MÉTODO DE VICENTE CONESA

Esta metodología fue publicada por Conesa (1997), la misma que propone una estructura jerárquica tipo árbol para la representación del medio ambiente: sistema ambiental, componente general y componente específico.

Luego de la elaboración de las matrices según los criterios de Conesa (1997) que se expondrán más adelante, se obtendrá la importancia relativa del impacto, mediante la cual determinaremos las actividades del proyecto y los componentes ambientales mayormente afectados y que posteriormente servirán de pauta para la elaboración del plan de manejo ambiental.

2.3.4.1 Determinación de la importancia de los impactos

El criterio de Conesa establece el cálculo de la importancia del efecto de las actividades sobre los factores ambientales determinados en las secciones 2.2.1 y 2.2.2.

Se obtiene a partir del grado de incidencia (intensidad) de la alteración producida, y de una caracterización del efecto. Su cálculo se realizó mediante los criterios de intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperación del impacto, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad, importancia del impacto.

Intensidad (I)

Se ponderó el grado de incidencia de la actividad sobre un componente ambiental. Los valores asignados a esta variable están comprendidos entre 1 y 12. La tabla 23 indica los valores asignados.

Tabla 23. Intensidad del impacto, según el método de Conesa

Categoría	Grado de destrucción del impacto	Valor
Baja	Afección mínima del componente	1
Media	Afectación media del componente	2
Alta	Afectación alta del componente	4
Muy alta	Afectación muy alta del componente	8
Total	Destrucción total del componente	12

(Conesa, 1997)

Extensión (EX)

Se ponderó el área de influencia, respecto al total del área del entorno, en que se manifiesta el efecto. La tabla 24 muestra los valores asignados.

Tabla 24. Extensión del impacto, según el método de Conesa

Categoría	Extensión del impacto	Valor
Puntual	Efecto muy localizado	1
Parcial	Situación intermedia	2
Extenso	Situación extensa	4
Total	No puede ubicarse en un punto concreto del entorno, influye en toda su extensión	8

(Conesa, 1997)

Momento (MO)

Se ponderó el tiempo transcurrido desde la aparición de la actividad, hasta que se manifiesta el efecto sobre el componente ambiental. Los valores correspondientes son indicados en la tabla 25.

Tabla 25. Momento del impacto, según el método de Conesa

Categoría	Momento del impacto	Valor
Inmediato	El tiempo transcurrido es nulo	8
Corto plazo	Menor a un año	4
Medio plazo	El período de tiempo es de 1 a 5 años	2
Largo plazo	El impacto tarda en manifestarse más de 5 años	1

(Conesa, 1997)

Persistencia (PE)

Se ponderó el tiempo que se supone que permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el componente afectado volvería a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales o por la introducción de medidas correctoras. La tabla 26 muestra los valores asignados.

Tabla 26. Persistencia del impacto, según el método Conesa

Categoría	Persistencia del impacto	Valor
Fugaz	La permanencia del efecto tiene lugar durante Menos de 1 año.	1
Temporal	Dura entre 1 y 10 años	2
Permanente	Mayor de 10 años 4	4

(Conesa, 1997)

Reversibilidad (RV)

Se ponderó la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales anteriores a la actividad impactante por medios naturales, una vez que deja de actuar sobre el medio. Los valores asignados son observados en la tabla 27.

Tabla 27. Reversibilidad del impacto, según el método Conesa

Categoría	Reversibilidad del impacto	Valor
Corto plazo	La reversibilidad del impacto tiene lugar durante menos de 1 año	1
Mediano plazo	Dura entre 1 y 10 años	2
Irreversible	Mayor de 10 años	4

(Conesa, 1997)

Recuperación del impacto (MC)

Se ponderó la posibilidad de retornar (total o parcialmente) a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). En la tabla 28 se indican los valores asignados.

Tabla 28. Recuperación del impacto, según el método de Conesa

Recuperación del impacto	Valor
Totalmente recuperable de forma inmediata	1
Totalmente recuperable a mediano plazo	2
Parcialmente	4
Irrecuperable con posibilidad de introducir medidas compensatorias	4
Irrecuperable	8

(Conesa, 1997)

Sinergia (SI)

Se ponderó la interacción y reforzamiento de dos o más efectos simples, provocando un efecto superior al que generan actuando independientemente. Los valores son mostrados en la tabla 29.

Tabla 29. Sinergia del impacto, según el método de Conesa

Sinergia del impacto	Valor
No existe sinergia	1
Existe sinergia entre una acción y otra/s que actúan sobre el mismo factor	2
Altamente sinérgico	4

(Conesa, 1997)

Acumulación (AC)

Se ponderó el incremento progresivo de la manifestación del efecto a medida que la acción impactante actúa de forma continuada.

Cuando una actividad no produce efectos acumulativos, el efecto se valorará como 1. Si el efecto es acumulativo se valorará como 4.

Efecto (EF)

Se ponderó el efecto sobre un factor, como resultado de una acción. Si la repercusión de la acción es consecuencia directa de ella, el efecto será directo y valdrá 4. Si la repercusión de la acción no es consecuencia directa de ella, el efecto será indirecto y valdrá 1.

Periodicidad (PR)

Se ponderó la regularidad de manifestación de un efecto, bien sea de manera cíclica o periódica, de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). En la tabla 30 se aprecian los valores asignados.

Tabla 30. Periodicidad del impacto, según el método de Conesa

Periodicidad del impacto	Valor
Irregular o inhabitual y discontinuo	1
Periódico	2
Continuo	4

(Conesa, 1997)

2.3.5 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EL MÉTODO DE DELPHI

Según lo expuesto por Garmendia, A. et al., este método aprovecha la sinergia del debate en el grupo y elimina las interacciones sociales indeseables. Las fases del método están expuestas en la sección 1.1.5.

La selección de los 9 participantes, se realizó en base a los siguientes criterios:

- Experiencia en el tema de estudios de impacto ambiental
- Experiencia en evaluación de impactos ambientales
- Experiencia en gestión de desechos industriales

- Experiencia en temas de legislación ambiental

Se entregó la encuesta en forma individual para que sea llenada, si las respuestas fuesen muy diferentes, se compartiría las respuestas conservando el anonimato de los encuestadores, para que se ratifique o se cambie de opinión.

Se realizó una comparación de los resultados, con los datos obtenidos por el método Delphi y los otros métodos desarrollados en el presente trabajo, para determinar los componentes ambientales y actividades del proyecto mayormente afectados, y que servirán de pauta para la elaboración del plan de manejo ambiental que propondrá una serie de acciones para mitigar los impactos ambientales negativos e impulsar a los impactos positivos.

2.3.6 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES MEDIANTE EL ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO AMBIENTAL

Este método está basado en la cuantificación monetaria de los costos y beneficios ambientales externos, producidos por el proyecto y su incorporación al análisis económico del mismo, según Field B. y Azqueta D, 1998.

En base al estudio de mercado realizado a los clientes actuales de Incinerox, se cuantificará la cantidad de lodos inorgánicos, lámparas fluorescentes, pilas y baterías que requieren tratamiento mediante encapsulamiento en celdas y vertederos de seguridad.

Se realizó los cálculos estimados del costo monetario que conlleva la implementación del proyecto, el costo monetario de la remediación ambiental por disposición de estos desechos a la intemperie, y el beneficio monetario de una correcta gestión de los mismos.

Con estos resultados, se estableció la factibilidad de la creación del proyecto, a más de determinarse las principales actividades y componentes ambientales que

alcanzan los índices más altos en cuanto a dinero se refiere, los mismos que serán considerados para la elaboración del plan de manejo ambiental.

2.4 CUALIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

2.4.1 METODO DE CRITERIOS RELEVANTES INTEGRADOS

Una vez calificadas las seis variables de la valoración ambiental indicadas en el apartado 2.3.2, se procedió a calcular el valor del índice ambiental (VIA). Este valor considera la relación de la magnitud (M), la reversibilidad (RV) y el riesgo (RG), mediante la siguiente expresión matemática tomada de Buroz, 1998:

$$VIA = RV^{WRV} \times RG^{WRG} \times M^{WM} \quad [2.2]$$

Dónde:

RV = Reversibilidad

RG = Riesgo

M = Magnitud

VIA = Valor del Índice Ambiental

En esta ecuación, WRV, WRG y WM, son factores adimensionales que representan el peso de incidencia de la reversibilidad, el riesgo y la magnitud respectivamente. Al igual que la ecuación de magnitud, dichos coeficientes son menores que 1 y la suma de los mismos, debe ser 1.

La significatividad del impacto se determinará basándose en el valor de índice ambiental (VIA) de acuerdo a la tabla 31.

Tabla 31. Escala de significatividad de los impactos evaluados, según el método CRI

Valor del índice ambiental (VIA)	Significatividad del impacto
< 2,0	No significativo
2,0 – 4,0	Poco significativo
4,0 – 6,0	Medianamente significativo
6,0 – 8,0	Significativo
> 8,0	Muy significativo

(Buroz, 1998)

2.4.2 METODO DE EVALUACIÓN RÁPIDA DEL IMPACTO AMBIENTAL (RIAM)

Una vez ponderados los criterios: A₁, A₂, B₁, B₂, B₃, se procederá a calcular el puntaje ambiental del componente. Se utilizará las siguientes ecuaciones, según Canter, 1998:

$$1) AT = A_1 * A_2 \quad [2.3]$$

$$2) BT = B_1 + B_2 + B_3 \quad [2.4]$$

$$3) ES = AT * BT \quad [2.5]$$

Dónde:

A₁ = Importancia

A₂ = Magnitud

B₁ = Permanencia

B₂ = Reversibilidad

B₃ = Acumulabilidad

AT = Resultado de la multiplicación de todos los resultados A

BT = Resultado de la suma de todos los resultados B

ES = Puntaje ambiental (Environmental score)

La significatividad del impacto se determina basándose en el Valor de la Evaluación Ambiental del Impacto (VEAI) de acuerdo a la tabla 32.

Tabla 32. Escala de significación de los impactos evaluados, según el método RIAM

Puntaje ambiental	Rango alfabético	Rango Numérico	Descripción
72 a 108	E	5	Impacto positivo importante
36 a 71	D	4	Impacto positivo significativo
19 a 35	C	3	Impacto positivo moderado
10 a 18	B	2	Impacto positivo menor
1 a 9	A	1	Impacto positivo leve
0	N	0	No hay impacto
-1 a -9	-A	-1	Impacto negativo leve
-10 a -18	-B	-2	Impacto negativo menor
-19 a -35	-C	-3	Impacto negativo moderado
-36 a -71	-D	-4	Impacto negativo significativo
-72 a -108	-E	-5	Impacto negativo importante

(Canter, 1998)

2.4.3 METODO DE VICENTE CONESA

2.4.3.1 Importancia del impacto (I)

Luego de ser ponderadas los once criterios ambientales de acuerdo a lo señalado en el apartado 2.3.3, se calculará el valor de la importancia del impacto. Este valor se calculará mediante la siguiente expresión matemática, según Conesa, 2009:

$$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad [2.6]$$

Dónde:

- I = Intensidad
- EX = Extensión
- MO = Momento
- PE = Persistencia
- RV = Reversibilidad
- SI = Sinergia

AC	= Acumulación
EF	= Efecto
PR	= Periodicidad
MC	= Recuperabilidad

La importancia del impacto tomará valores de acuerdo a las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Son severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

2.4.3.2 Valoración del impacto ambiental total

Para obtener la valoración absoluta de estas acciones se sumó las importancias del impacto de cada elemento por columnas. El valor más alto identificaría a la acción más agresiva. Sin embargo, los valores de la importancia de cada cuadro de la matriz no guardan una proporción entre sí, es decir, sí que podemos decir que una acción tiene un impacto mayor o menor que otra, pero no podemos saber cuánto mayor o menor es.

Del mismo modo, se sumó las importancias por filas, para obtener cuáles son los factores ambientales impactados en mayor o menor medida, pero no podríamos deducir si su contribución al deterioro del medio ambiente total es pequeña o grande.

El cálculo de la valoración relativa es más laboriosa, este sistema da una buena aproximación para comparar acciones entre sí y deducir en qué proporción se diferenciarán sus impactos. También permite saber en qué porcentaje va a contribuir un factor ambiental al deterioro del medio ambiente total.

Las fórmulas utilizadas son:

- La importancia total I_i , de los efectos debidos a cada acción i .

$$I_i = \sum_j I_{ij} \quad [2.7]$$

- La importancia total ponderada I_{Ri} , de los mismos.

$$I_{Ri} = \frac{\sum_j I_{ij} * P_j}{\sum_j P_j} \quad [2.8]$$

- La importancia total I_j , de los efectos causados a cada factor j .

$$I_j = \sum_i I_{ij} \quad [2.9]$$

- La importancia total ponderada I_{Rj} , de los mismos.

$$I_{Rj} = \frac{\sum_i I_{ij} * P_j}{\sum_j P_j} \quad [2.10]$$

- La importancia total I (es la absoluta), de los efectos debidos a la actuación.

$$I = \sum_j I_j \quad [2.11]$$

- La importancia total ponderada I_R (es la relativa), de los efectos debidos a la actuación.

$$I_R = \sum_j I_{Rj} \quad [2.12]$$

Los valores que salgan en la matriz de importancia nos informan numéricamente sobre las alteraciones que sufren los factores del medio por parte de las acciones impactantes del proyecto, en las diferentes fases del proyecto.

2.4.4 METODO DE DELPHI

2.4.4.1 Tratamiento Estadístico

De los valores obtenidos en las encuestas, se realizó un análisis e interpretación estadística, se calculó la mediana con la formula del programa excel (=mediana (*rango de datos*)), que toma como medida la tendencia central, y el rango intercuartílico (RIC) como medidas de dispersión, según Mendoza, 2000, el criterio aceptable de RIC debe ser ≤ 1 .

2.4.5 METODO DE ANALISIS COSTO – BENEFICIO

Se realizó la cualificación y cuantificación de los costos y beneficios ambientales, de acuerdo a las proyecciones económicas realizadas en la implementación del proyecto, en las fases de construcción, operación y cierre.

2.5 ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En función de los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental, será desarrollado el Plan de Manejo Ambiental.

El plan de manejo ambiental (PMA) se elaboró, acorde a lo estipulado en el Libro VI De la Calidad Ambiental, en los artículos 17 al 19 sobre la realización y contenido del mismo, demás se basó en lo indicado en la Ordenanza 213 del Distrito metropolitano de Quito, Anexo 1, Guía para planes de manejo ambiental.

En el PMA se detalló las acciones y medidas para la prevención, control, remediación, mitigación y compensación ambiental en procura de un desarrollo sustentable de las actividades que se desarrollarán durante las fases de construcción, operación y cierre del proyecto.

2.5.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Se propuso acciones para mejorar la calidad de los componentes ambientales mayormente afectados, según los resultados del consenso de las metodologías empleadas en la sección 2.3.

2.5.2 PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Se elaboró un procedimiento que permita que se realicen los trabajos con excelentes condiciones de seguridad, señalización y rotulación adecuada, en las actividades y etapas del proyecto. Se propuso un reglamento interno de seguridad industrial.

2.5.3 PLAN DE CONTINGENCIAS

Tomando en consideración las actividades de la sección 2.2.2, se elaboró un plan de contingencias que permita una eficiente capacidad de respuesta en caso de producirse una emergencia en cada fase del proyecto, según la Ordenanza 213.

Se elaboró procedimientos en casos de emergencias; se propondrá sistemas de detección, control, entrenamiento y capacitaciones del personal que laborará en la ejecución del proyecto Barrotieta, con la finalidad de evitar incidentes o accidentes, y asegurar la preservación de la vida humana y del ambiente.

2.5.4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS

Según lo estipulado en la Ordenanza 213, se propuso el desarrollo de programas de comunicación, difusión del estudio de impacto ambiental elaborado, educación ambiental y código de conducta de los trabajadores, considerando la diversidad cultural y étnica de los grupos presentes.

La finalidad del plan de relaciones comunitarias es armonizar las relaciones entre las comunidades aledañas de Pintag y Pifo, y quienes desarrollarán el proyecto, previniendo conflictos sociales.

2.5.5 PLAN DE CAPACITACIÓN

Se elaboró un plan de capacitación enmarcado en informar y sensibilizar de manera didáctica al personal que laborará dentro del proyecto Barrotieta y a sus posibles clientes, sobre la normativa ambiental vigente de nuestro país, las políticas ambientales de la Secretaría Ambiental y Ministerio del Ambiente.

Se propuso campañas de capacitación sobre legislación ambiental vigente, talleres de difusión sobre el estudio de impacto y el plan de manejo ambiental, cursos sobre normas de salud, seguridad, primeros auxilios y equipos de protección personal.

2.5.6 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Se elaboró un procedimiento para el monitoreo de los efluentes líquidos, suelos y niveles sonoros. Los resultados del monitoreo se analizarán en base a los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS, Anexo 2 del Libro IV de la calidad ambiental, y se establecerá procedimientos de seguimiento, con la finalidad de que los parámetros estén siempre dentro de los rangos permisibles.

De esta manera se asegurará un proceso ambientalmente seguro durante las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto.

2.5.7 PLAN GENERAL DE ABANDONO

Desarrollar un procedimiento para la clausura adecuada de celdas y vertederos de seguridad, con el objeto de entregar el área del proyecto Barrotieta en condiciones similares a las condiciones similares recibidas antes de su, según lo exige el Ministerio del Ambiente y la Secretaría Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 UBICACIÓN GEOPOLÍTICA

Para la implementación del proyecto Barrotieta, se ha seleccionado una zona industrial mixta, según lo indica la distribución zonal del Distrito Metropolitano de Quito, su ubicación será en la parroquia de Pintag, perteneciente al cantón Quito de la Provincia de Pichincha.



Figura 6. Fotografía del área destinada para la implementación del proyecto Barrotieta, 2011

Esta zona está a 14 kilómetros de la población más cercana, por lo que no se producirá una afectación directa en las personas; no existe actividad agrícola, ganadera o comercial que se vea perturbada con el movimiento de tierras e implementación del proyecto. Además, la parte noroccidental del terreno presenta una pendiente, ideal para la construcción de las celdas de seguridad ya que se evita grandes excavaciones.

3.2 AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO BARROTIETA

3.2.1 MEDIO FÍSICO

3.2.1.1 Localización Geográfica

La entrada al terreno escogido para la implementación del proyecto Barrotieta se localiza en el Km 15,5 de la carretera que va desde la “Y” de Pifo hasta la Parroquia de Pintag, las coordenadas geográficas son $0^{\circ}19'47.33''S$ - $78^{\circ}23'7.40''W$



Figura 7. Ubicación del Proyecto Barrotieta (Sistema de Posicionamiento Global),
(, 2011)

Es un sitio estratégico, el terreno se encuentra a 3 kilómetros desde la entrada principal de la vía Pifo - Sangolquí, está alejada de los caseríos, el Municipio de Quito ha designado a esta zona como de alto impacto, por lo que es ideal para la implementación de este tipo de industria de gestión ambiental.

3.2.1.2 Clima y meteorología

a. Temperatura

El sector presenta una temperatura media multianual de 15,7° C, sin presentar variaciones significativas. Los valores promedios mensuales se muestran a continuación.

Tabla 33. Valores promedios mensuales de temperatura en la Estación La Tola (2007-2011)

Valores promedios mensuales de temperatura													
Meses	Enero	febrero	marzo	Abril	mayo	junio	Julio	agosto	sep.	oct	Nov	Dic	Media
T ° C	15,5	15,7	15,7	15,8	15,8	15,8	15,6	16,0	15,7	15,9	15,7	15,6	15,7

(INAMHI, 2012)

La temperatura es el dato climatológico más importante, por su influencia sobre las variables biológicas, la temperatura anual media presenta estabilidad, lo cual se traduce en no habrán cambios climatológicos bruscos que afecten los procesos del proyecto y el confinamiento de los desechos en las celdas de seguridad.

b. Precipitación

Se registra una precipitación media anual de 798,3 mm, con un promedio mensual de 12,1 mm.

Tabla 34. Valores promedios mensuales de precipitación en la Estación La Tola (2007-2011)

Valores promedios mensuales de precipitación													
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prec. Anual
(mm)	67,4	72,8	96,4	115,6	56,0	28,4	16,0	10,7	63,5	76,6	112,6	82,4	798,3

(INAMHI, 2012)

La precipitación es un dato climatológico definitorio, ya que se trata del principal controlador del ciclo hidrológico de una región, ya que define el paisaje y el uso del suelo.

Por el valor anual, se puede deducir que no se producirán embalsamientos de agua lluvia, lo que no perjudicará la construcción de las celdas y vertederos de seguridad.

c. Humedad relativa

La humedad relativa es la relación porcentual entre la humedad absoluta (peso en gramos del vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire) y la cantidad de vapor que contendría el metro cúbico de aire si estuviese saturado a cualquier temperatura.

Tabla 35. Valores promedios mensuales de humedad relativa en la Estación La Tola (2007-2011)

ESTACIÓN LA TOLA							
AÑO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Promedio multianual
% H	79,0	77,0	78,0	75,0	74,0	75,0	76,3

(INAMHI, 2012)

La humedad relativa multianual en la zona es de 76.3%, se puede apreciar que la zona presenta una humedad relativa alta y que tiende a ser constante. Este parámetro forma parte del complejo regulador de las condiciones agroclimáticas de

un lugar, para este proyecto de confinamiento en celdas de seguridad es favorable, ya que aumenta su tiempo de vida útil.

d. Viento

La estación LA TOLA – M002, presenta los siguientes datos de velocidad media del viento en el periodo analizado.

Tabla 36. Valores promedios mensuales de velocidad mayor observada del viento en la Estación La Tola (2007-2011)

Velocidad Mayor Observada													
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May.	Jun	jul	Ago	Sep.	oct	Nov	Dic	Media
m/s	11,0	10,3	10,7	11,3	12,0	17,0	17,0	11,7	14,7	12,7	8,7	7,7	12,1

(INAMHI, 2012)

La intensidad media del viento, se encuentra sobre la velocidad óptima de los vientos para el confort de ciudades en desarrollo, que es de 8,33 m/s en promedio, diciembre es el único mes que tiene una velocidad bajo el parámetro establecido.

La intensidad relativamente alta en la velocidad del viento hace que los contaminantes de la atmósfera se dispersen rápidamente, esto será considerado en la construcción de las celdas de seguridad y plan de manejo ambiental, especialmente en las actividades de movimiento de tierras.

3.2.1.3 Geología

Se identificó una formación volcánica de Pisoyambo conjuntamente con formaciones volcánicas de Cotopaxi y presenta una litología de andesitas, riolitas piroclastos con lahares y flujos de lava que van desde el período Mioceno / Plioceno con el Cuaternario.

El Sector presenta una altitud promedio de 2629 - 2631 m.s.n.m., está cruzado por las cordilleras: la Domono Alto al oeste y al este la Kutukú, Paredes, Huilca, Domono, y Río Blanco.

La presencia de las rocas ígneas ácidas de grano fino: riolitas y andesitas, hacen que la capacidad de carga del suelo sea muy alto, lo que impide modificaciones en la resistencia del suelo en presencia de agua, evitando la erosión de los suelos, esto resulta ideal para la construcción de celdas de seguridad.

3.2.1.4 Estratigrafía en el sector de Barrotieta

a. Formación Cangahua

0 m – 17,5 m: Alternancia de capas de ceniza limoso-arcillosa, de consistencia dura con capas de limo arenoso y piedra pómez.

17,5 m – 31,5 m: Cangahua formada por limos y arcillas algo arenosas, duras, color habano.

31,5 m – 40,5 m: Cangahua formada por limos y arcillas de consistencia dura.

b. Formación Chiche

40,5 m – 45,5 m: Estratos de tobas soldadas y aglomerados con predominio de grava.

45,5 m – 53,5 m: Aglomerado grueso formado por bloques con escasa matriz de toba soldada. Presenta lentes de arenas limosas soldadas.

53,5 m – 55,5 m: Toba soldada formada por arena limosa 90% y grava 10%.

55,5 m – 61,5 m: Aglomerado formado por boleos y gravas subredondeadas

(65%) con matriz formada por una toba areno-limosa soldada (35%).

61,5 m – 63,5 m: Toba soldada con bloques métricos esporádicos. A los 63.5 m se encuentra el espejo de agua de la quebrada El Inga.

En general, la estratigrafía presenta un suelo grueso, arcilloso y compacto, lo que le da una connotación de impermeabilidad al terreno seleccionado, ideal para la construcción del proyecto, cuyas celdas de seguridad serán afianzadas con geomembranas para evitar posibles lixiviaciones.

El área presenta una geomorfología del tipo Mesas, con una combinación de superficies planas; la topografía que prevalece en torno al terreno de implementación del proyecto corresponde al tipo llanura - montañosa, con pendientes que varía entre 26– 50% de inclinación, que descienden hasta la quebrada Pintiñuco.

Para la etapa de construcción será muy importante la pendiente, ya que evitará excesivas excavaciones y movimientos de tierra para la elaboración de las celdas, además de que la infraestructura en tipo mesas permitirá un mejor monitoreo de las mismas.



Figura 8. Relieve representativo del área de estudio en el proyecto Barrotieta

3.2.1.5 Hidrología y calidad del agua

El proyecto se ubica en la parte media de la cuenca hidrográfica del Río Cariyacu, el cual en su parte alta se une al Río Chiche. Dentro de Los Ríos considerados en la parroquia se identifica el Cariyacu, el Guapar y el Aliso los cuales se unifican para posteriormente formar el río Pita, el cual desemboca en el Río San Pedro y posteriormente en el Machangara.

A 5 km del sitio escogido para la implementación del proyecto está la quebrada de Humihuaico, que corresponde al efluente de agua más cercano, de este efluente será tomada la muestra de agua para ser analizada.

En el Anexo I, donde se aprecia el análisis de aguas, realizado en el laboratorio certificado 'Anncy", se muestra la cantidad de hierro y coliformes fecales fuera de los límites máximos permisibles, sin embargo el agua no muestra mayores afectaciones iniciales.

Durante la construcción del proyecto puede ocurrir que se tenga presencia de tierra en el agua, y durante la etapa de implementación y cierre es indispensable realizar un monitoreo periódico de aguas, para establecer que no hayan aumentado las cantidades de hierro y no aparezcan otros metales pesados. La calidad del agua es un parámetro sensible, que conlleva a tener la certeza de no se produzcan percolaciones de los posibles lixiviados de las celdas y vertederos de seguridad.

3.2.1.6 Suelos

Barrotieta tiene una topografía de tipo llanura montañosa, en donde se identifica vegetación propia de la zona de los valles de Quito. Se observó producción de trigo, maíz, papa, alfalfa, habas y pastizales para alimento de ganado, por lo que se presume que se trata de tierras fértiles.

En el Anexo II se muestra el análisis del suelo, realizado en el laboratorio certificado Anncy, algunos parámetros están fuera del límite máximo permisible: el pH básico de 8,28, el boro con 1,57 mg/kg, el cobalto con 10,7 mg/kg, cobre 35,7 mg/kg, cromo 22,6 mg/kg, sin embargo los valores no sobrepasan el 10 % de los límites máximos permisibles. El vanadio tiene un máximo permisible de 23 mg/kg, el resultado del análisis es de 123 mg/kg, dando un valor extremadamente alto.

En el ámbito de las limitaciones del suelo para la construcción, estos resultados son muy leves.

Durante la etapa de implementación y cierre del proyecto, es indispensable realizar monitoreos periódicos de suelos, para establecer que no hayan aumentado las cantidades de boro, cobalto, cobre, cromo y mucho menos de vanadio.

En función de los resultados, se tendrá la garantía de conservación de la calidad del suelo y que el funcionamiento de las celdas y vertederos de seguridad es el adecuado.

3.2.1.7 Riesgos Naturales

a. Peligro de inundación: Quito tiene una valoración de 0, es decir posee un grado de amenaza de inundación Bajo, parámetro que resulta ideal para la construcción de este proyecto.

b. Amenaza sísmica: Para Quito, se considera la clasificación de zona IV, con un valor de 3; lo que significa que el riesgo por amenaza sísmica es alto.

En función de este resultado se debe realizar la construcción de las celdas con materiales y estructuras antisísmicos garantizados y la construcción debe ir ligada a la Norma Ecuatoriana de la Construcción que forma parte de las Normas del

Hábitat y Vivienda del Ministerio de Urbanismo y Vivienda del Ecuador, la aplicación de esta normativa es de carácter obligatorio en todo el territorio nacional.

c. Peligro de deslizamiento: El nivel de amenaza por deslizamiento está calificado en escala de 0 a 3, en base a las pendientes.

La sierra ecuatoriana tiene el grado de amenaza más alto, Quito tiene un grado de 3 en la escala establecida, por lo que el sitio indicado para la construcción de las celdas de seguridad debería ser en una planicie, lo cual disminuiría el riesgo de deslizamientos.

3.2.1.8 Naturalidad Paisajística

En la visita de campo realizada se observó un paisaje con áreas de vegetación abierta, zonas que representan vegetación secundaria y zonas agrícolas.



La diversidad paisajística determina la riqueza de la naturalidad que presenta la zona donde se implementará el proyecto Barrotieta, estos terrenos ya han sido intervenidos por el hombre, por lo que no habrá un impacto potencial el momento de la implementación de las celdas.

Se considerará las pocas especies vegetales y animales para las medidas compensatorias en el plan de manejo ambiental, y cierre del proyecto cuando se realice la colocación del manto vegetal.

3.2.1.9 Nivel de Ruido

La zona tiene niveles moderados de ruido:

Tabla 37. Registro del ruido ambiental, medido con un equipo Sonómetro digital electrónico EXTECH, Modelo: 407736

Nº de Puntos de medición	Medida Máxima (dB _A)	Medida Mínima (dB _A)	Medida Media (dB _A)
1	50	<50	<50
2	60	<50	<50

(Laboratorio Chemeng, 2011)

Al comparar los resultados de la tabla 37 con el nivel de presión sonora permitida en la zona industrial del Distrito Metropolitano de Quito, que es de 65 dBA de 06h00 a 20h00 y de 55 dB_A de 20h00 a 06h00, concluimos que el ruido ambiental registrado está dentro de los límites permisibles.

Durante las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto se debe considerar las medidas necesarias para que el nivel de ruido siga permaneciendo dentro de lo estipulado con la autoridad ambiental, esto se evidenciará en el plan de manejo ambiental.

3.2.2 MEDIO BIÓTICO

En el paisaje se registran extensas zonas de uso agrícola y actividades ganaderas, combinadas con concentraciones poblacionales dispersas y obras de desarrollo como carreteras, puentes, fábricas, industrias, etc.

a. Flora y fauna

Las especies de flora más importantes observadas son: pino, ciprés, eucalipto, cabuya negra, chaguarquero.

Las especies de fauna más importantes son: gorrión, mosquitos, golondrina.

b. Biogeografía y caracterización de la formación vegetal

En base a este análisis la zona en estudio pertenece a la formación vegetal matorral húmedo montañoso, propio de los valles interandinos.

En el área de influencia del proyecto se registra especies herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas y naturalizadas registradas de manera dispersa. En los límites del terreno se encuentran quebradas en donde es posible registrar pequeños reductos de vegetación andina.



Figura 10. Fotografía de las quebradas y barrancos del sector donde se implementará el proyecto Barrotieta, donde se observa vegetación andina.

Este análisis nos da una la idea más clara del tipo de especies vegetales que deberán ser consideradas en la colocación del manto vegetal en la etapa de cierre del proyecto.

3.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

3.2.3.1 Población y Vivienda

En la zona hay una densidad poblacional de 0,30 habitantes/km² y cuenta con una población aproximada de 14 487 habitantes, de los cuales el 27,5%, habitaban en la cabecera parroquial. El 49,6% de la población total son hombres y el 50,4% son mujeres.

En general dispone de los servicios de infraestructura básica como son: agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, teléfono, transporte, iglesias, escuelas, subcentros de salud, mercados, parques y complejos deportivos.

a. Aspecto Socio- Económico - Salud

Las características económicas del área de influencia directa del proyecto se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 38. Características económicas del área de influencia directa del proyecto

CARACTERISTICAS	% de Personas (PINTAG)
Asalariados	39,2
Trabajadores agrícolas	43,0
Trabajadores manufactureros	10,1
Trabajadores públicos	5,6
Incidencia de la pobreza	80,1

(SIISE, 2011)

El índice de desarrollo en salud es la combinación lineal de los indicadores de mortalidad infantil, desnutrición crónica, hogares con saneamiento, personal de salud, y viviendas con agua potable que maximiza su representatividad. Este índice está en una escala de 0 a 100 puntos; el índice de salud en la parroquia de Píntag es de 46,06 %.

b. Aspectos Educativos

En resumen los principales aspectos educativos de la Parroquia de Pintag se muestran en la tabla 39:

Tabla 39. Principales aspectos educativos de la parroquia de Pintag.

ASPECTOS EDUCATIVOS	PINTAG (%)
Analfabetismo	13,00
Población con educación escolaridad	4,24
Población con instrucción superior	7,90
Tasa neta de asistencia primaria	58,70
Tasa neta de asistencia secundaria	11,30
Tasa neta de asistencia superior	7,90

(SIISE, 2011)

Más del 50 % de la población únicamente ha terminado la formación primaria y el 13 % son analfabetos, estos parámetros deben considerarse en el plan de relaciones comunitarias como medidas de apoyo a la comunidad aledaña de Pintag.

c. Agua Potable y alcantarillado

En Pintag, el abastecimiento de agua potable es del 32,2 % y se realiza principalmente a través de las redes de distribución; dentro del sitio del proyecto no se posee servicios directos para la obtención del recurso agua, por tal motivo se tiene programado pedir dotación a la población más cercana, realizar una perforación de pozos o según la factibilidad, el abastecimiento mediante tanqueros por parte de la EMAAP.

En Pintag, la cobertura del alcantarillado es de 29,8%, en el sector del Proyecto, no se dispone de sistema de alcantarillado por lo que, dentro del perímetro de las instalaciones, se debe construir pozos sépticos para ajustar tal efecto.

d. Energía Eléctrica y telefonía

La parroquia de Píntag recibe los servicios de energía eléctrica y telefonía de la Empresa Eléctrica Quito respectivamente. El 92,5 % de las viviendas en la Parroquia Píntag cuentan con el servicio eléctrico; en el Sector de Barrotieta no se posee acometida eléctrica. Para el caso se instalará un transformador.

e. Vías y Tráfico

La población de Píntag se localiza hacia el suroeste de la cuenca del río Chiche. Las zonas bajas de esta cuenca son las más pobladas y es por esto que en estas áreas las carreteras son afirmadas y pavimentadas. Lo mismo ocurre hacia la parte media de la cuenca donde existen zonas agrícolas y ganaderas. Al igual que en la parroquia de Pifo, en las zonas altas de esta cuenca hay caminos de verano y de herradura.

En el plan de relaciones comunitarias se propondrá la creación de nuevos caminos secundarios y una nueva carretera principal, como accesos complementarios a Barrotieta, de esta se ayudará a la comunidad y se evitará el tráfico en la vía principal, por ende se disminuirá también posibles accidentes de tránsito.

3.3 RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, RELATIVO A LOS FACTORES: AIRE, AGUA, FLORA Y ASPECTO SOCIO ECONÓMICO.

3.3.1 IMPACTOS AL AMBIENTE FÍSICO

a. Impacto a la topografía

La morfología del terreno condiciona las características del suelo, así como las condiciones de escorrentía superficial e infiltración en una cuenca. Cualquier actividad humana o fenómeno natural que genere cambios sobre la topografía, puede incidir sobre los suelos, así como en las escorrentías superficiales e hidrogeología.

b. Impactos al aire

Los impactos estimados de la actividad sobre el aire se pueden resumir en: emisión de polvo y otros contaminantes gaseosos, como consecuencia del movimiento de tierras, transporte de personal e insumos, la construcción de las celdas y vertederos de seguridad.

c. Impactos al suelo

Los impactos de las actividades del proyecto sobre el suelo se pueden resumir en pérdida de suelos por movimiento de tierras, emplazamiento de infraestructura y pérdida de superficies por construcción de las celdas y vertederos de seguridad.

Existe la posibilidad de alteración de suelos por los lixiviados que pudiesen traspasar la membrana textil en casos muy fortuitos.

d. Impactos a las aguas subterráneas

Los impactos estimados de la actividad sobre las aguas subterráneas se pueden resumir en: infiltración de lixiviados o drenajes a través del material polimérico (geo-membrana), alteración de la calidad del agua en la napa freática localizada a más de cien metros por debajo de las celdas y vertederos que serán construidos.

El impacto de la operación del depósito de relaves sobre las aguas subterráneas se califica como negativo y de relevancia pequeña. Esta calificación obedece a la baja intensidad del impacto sobre el agua subterránea ya que está a más de 100 metros del nivel freático.

3.3.2 IMPACTOS AL AMBIENTE BIOTICO

a. Flora y vegetación terrestre

Los impactos estimados de la actividad sobre la flora y vegetación están relacionados con la pérdida de cobertura vegetal por emplazamiento de infraestructura.

Los impactos del proyecto sobre la flora y vegetación durante la etapa de operación se califican como negativos y de relevancia baja, el área tiene una cobertura vegetal pobre, y no hay presencia de especies protegidas.

El ámbito de los impactos sobre la flora y vegetación es puntual, la reversibilidad del impacto sobre la vegetación se realizará paulatinamente conforme se vayan clausurando las celdas y colocando una capa vegetal encima.

b) Fauna terrestre

Al inicio de las operaciones se realizó un desplazamiento de la fauna presente en el área. Este impacto ha sido calificado de efecto negativo, extensión puntual, magnitud baja, de baja recuperación y de baja significatividad, son pocos los animales que existen en la zona ya que se trataba de un potrero.

3.3.3 IMPACTOS AL AMBIENTE SOCIO ECONÓMICO

3.3.3.1 Impactos sociales

a. Usos del territorio

El cambios en el uso de la tierra debido a la pérdida o alteración de suelos, cambios en las formas del terreno y alteraciones a la vegetación existente, cambios en el uso de la tierra debido a los cambios en la cantidad y calidad del agua superficial, lo que puede afectar a la agricultura en las zonas bajas y cambios potenciales en el uso de la tierra debido al mejoramiento del acceso, al incremento de la población y al desarrollo asociado.

b. Paisaje

El movimiento de tierras, acopio de materiales, trabajo de maquinaria pesada, durante la etapa de construcción del proyecto; el diseño, la elaboración de las celdas de seguridad, presencia de personal, durante la etapa de operación del proyecto y la implementación de nuevas vías de acceso, afectarán la naturalidad del paisaje, estas alteraciones visuales deberán ser compensadas cuando se cierre el proyecto, tratando de colocar un manto vegetal con características paisajísticas muy similares a las encontradas en la línea base inicial.

c. Desarrollo local

Con la presencia del proyecto Barrotieta, se tendrá una afectación positiva en cuanto al desarrollo social y económico de Pintag y Pifo, ya que mediante la participación, el diálogo y planificación compartida con Incinerox, se puede elaborar un Programa de Desarrollo Local que ayude a implementar nuevos dispensarios médicos, obras para mejorar la infraestructura escolar, aumentando el comercio local con nuevas oportunidades de negocios, otras vías de acceso y por ende mejorar los ingresos de la población, lo que repercutirá en que tengan un mejor nivel de vida, en cuanto a salud, educación y economía se refiere.

3.3.3.2 Impactos económicos

Generación de empleo

La oportunidad de empleo para la población de Pintag y Pifo incrementará, por lo que aumentará el ingreso económico local.

El impacto sobre la socioeconomía, se califica como positivo y de magnitud mediana debido a la oferta de trabajo disponible para la población y la consecuente mejora de la calidad de vida.

3.3.3.3 Identificación de las actividades del proyecto

Luego de haber realizado la identificación y descripción de las actividades que involucra el proyecto Barrotieta, basados en la sección 2.2.1, se consideró las actividades por modificación del régimen, por transformación del territorio y construcción, por extracción de recursos, por procesos, por alteración del terreno, por recursos renovables, por cambios en el tráfico, por situación y tratamiento de

residuos, por tratamiento químico y accidentes; en la tabla 40 se reseñan estas actividades.

Tabla 40. Identificación de las actividades del proyecto Barrotieta

<i>FASE DE CONSTRUCCIÓN</i>	Ai
Limpieza, adecuación y desbroce del terreno	A ₁
Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos de seguridad	A ₂
Presencia y actividades del personal	A ₃
<i>FASE DE OPERACIÓN</i>	
Tráfico vehicular	A ₄
Almacenamiento temporal de desechos	A ₅
Confinamiento de desechos en celdas y vertederos de seguridad	A ₆
Control de lixiviados y gases	A ₇
<i>FASE DE CIERRE</i>	
Cierre técnico de celdas y vertederos	A ₈
Rehabilitación del Área	A ₉

3.3.3.4 Identificación de los componentes ambientales de proyecto

Partiendo de la evaluación del medio ambiente de la zona de influencia directa e indirecta, donde se desarrolla el proyecto, se han identificado los componentes ambientales más representativos del medio ambiente. En la tabla 41 se listan estos componentes ambientales:

Tabla 41. Identificación de los componentes ambientales del proyecto

<i>AMBIENTE FÍSICO</i>	Topografía	C ₁
	Calidad del aire	C ₂
	Calidad del suelo	C ₃
	Calidad del agua	C ₄
<i>AMBIENTE BIOLÓGICO</i>	Flora terrestre	C ₅
	Fauna terrestre	C ₆
<i>AMBIENTE SOCIOECONÓMICO</i>	Naturalidad paisajística	C ₇
	Transporte y vías	C ₈
	Desarrollo local	C ₉
	Salud y seguridad	C ₁₀
	Empleo	C ₁₁

3.3.3.5 Signo del impacto

En la tabla 42 se observa la matriz resultante de la evaluación de los signos de los impactos.

Tabla 42. Identificación del signo de los impactos ambientales del proyecto Barrotieta

ACTIVIDADES DEL PROYECTO												
SIGNO DEL IMPACTO				FASE DE CONSTRUCCION			FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE	
				A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
COMPONENTES AMBIENTALES	Ambiente Físico	Calidad del Aire	C1	-	-		-	-		+	+	+
		Topografía	C2	-	-						+	+
		Calidad del Suelo	C3	-	-		-	-	-	+	+	+
		Calidad del Agua subterránea	C4	-		-				+	+	+
	Ambiente Biológico	Flora terrestre	C5	-		-	-					+
		Fauna terrestre	C6	-		-	-					+
	Ambiente socio-económico	Estéticos y de Interés Humano	C7	-	-	-	-	-			+	+
			C8	+	+	+	+					+
			C9		-	+	-			+		+
		Nivel cultural	C10	-			-	-	+	+	+	+
			C11	+	+	+	+		+	+	+	+

En la fase de construcción se presentan 17 impactos negativos, en la fase de operación 11 impactos negativos y en la fase de operación no se tiene impactos negativos.

En la fase de construcción, se tiene 7 impactos positivos, en la fase de operación 10 impactos positivos y en la fase de operación se tiene 18 impactos positivos.

El mayor impacto ambiental negativo se dará en la fase de construcción y el

mayor impacto positivo en la etapa de cierre del proyecto.

3.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, RELATIVO A LOS FACTORES AIRE, AGUA, FLORA Y ASPECTO SOCIOECONÓMICO

Los resultados obtenidos con el uso de la metodología de los Criterios Relevantes Integrados (CRI), el Método de Evaluación Rápida de Impacto Ambiental (RIAM), el método planteado por Vicente Conesa, el método Dephi y el método costo-beneficio ambiental se reportarán en el presente capítulo y serán analizados y comparados entre sí.

3.4.1 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EL MÉTODO DE CRITERIOS RELEVANTES INTEGRADOS (CRI)

Se valoró los criterios de la intensidad, extensión, duración, reversibilidad, riesgo, de acuerdo a las tablas 13, 14, 15, 16 y 17, las matrices se muestran en el Anexo IV.

Con la ecuación [2.1], se calculó la Magnitud del impacto ambiental, para la presente evaluación ambiental, mediante el grupo multidisciplinario se asignaron los siguientes valores:

Peso de la intensidad: $W_I = 0,4$

Peso de la extensión: $W_E = 0,4$

Peso de la duración: $W_D = 0,2$

Se ha considerado, el 40% para la intensidad, por el grado de afectación que involucra el confinamiento, 40% para la extensión, por la cantidad de superficie involucrada y 20 % para la duración del proyecto que será de 5 años.

A continuación se presentan los resultados del cálculo de la magnitud del impacto ambiental, en la tabla 43.

Tabla 43. Cálculo de la magnitud de los impactos ambientales del proyecto Barrotieta, según método de CRI

ACTIVIDADES DEL PROYECTO												
MAGNITUD DEL IMPACTO				FASE DE CONSTRUCCION			FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE	
				A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
COMPONENTES AMBIENTALES	Ambiente Físico	Calidad del Aire	C1	-3,4	-1,0		-5,6	-1,0		4,6	1,0	2,6
		Topografía	C2	-1,0	-1,0						1,0	1,0
		Calidad del Suelo	C3	-2,4	-4,6		-4,6	-1,0	-7,75	4,6	1,0	2,6
		Calidad del Agua subterránea	C4	-2,0		-1,0				4,6	1,0	2,6
	Ambiente Biológico	Flora terrestre	C5	-1,0		-1,0	-1,0					4,0
		Fauna terrestre	C6	-1,0		-1,0	-1,0					4,0
	Ambiente socio-económico	Estéticos y de Interés Humano	C7	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0			1,0	5,0
			C8	-1,0	-1,0	-4,6	-4,6					2,6
			C9		-1,0	2,4	-5,6			4,6		5,6
		Nivel cultural	C10	-1,0			-6,0	-1,0	6,0	4,6	1,0	3,4
			C11	1,0	1,0	1,0	5,6		1,0	4,6	1,0	1,0

Las matrices que muestran el cálculo de la reversibilidad del impacto y el riesgo del suceso se muestran en el Anexo I.

Con la ecuación [2.2], se calculó el valor del impacto ambiental (VIA); para la presente evaluación ambiental, se asignaron los siguientes valores:

WRW (peso de la reversibilidad) = 0,3

WRG (peso del riesgo) = 0,4

WRM (peso de la magnitud) = 0,3

Luego del consenso entre el equipo multidisciplinario de expertos, se asignó el 30% para el peso de la reversibilidad, por la capacidad para retornar a las condiciones iniciales; el 40% para el peso del riesgo, por la probabilidad de ocurrencia de los impactos analizados y el 30 % para el peso de la magnitud, por la dimensión ambiental del proyecto. A continuación se presentan los valores resultantes del cálculo, en la tabla 44.

Tabla 44. Resultados del cálculo del Valor del Impacto Ambiental (VIA) del proyecto Barrotieta, según método de CRI

ACTIVIDADES DEL PROYECTO											
		FASE DE CONSTRUCCION			FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE		EFECTO TOTAL
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	
COMPONENTES AMBIENTALES	C1	-1,44	-1,00		-5,17	-1,00		1,58	1,00	1,33	-4,70
	C2	-1,62	-2,00						1,62	1,00	-1,00
	C3	-2,11	-6,00		-1,58	-1,00	-3,45	2,56	1,62	2,54	-7,42
	C4	-1,23		-1,00				1,58	1,00	1,33	1,68
	C5	-3,09		-1,00	-1,00					4,68	-0,41
	C6	-3,09		-1,00	-1,00					4,68	-0,41
	C7	-3,55	-1,62	-1,00	-3,09	-1,62			1,00	3,09	-6,79
	C8	1,90	1,00	3,01	3,01					1,33	10,25
	C9		-1,00	1,30	-3,19			1,58		1,68	0,37
	C10	-1,00			-3,26	-1,90	2,77	1,58	1,00	2,75	1,94
	C11	1,90	1,00	1,90	3,19		1,00	1,58	1,00	1,00	12,57
TOTAL ABSOLUTO		-13,33	-9,62	2,21	-12,09	-5,52	0,32	10,46	8,24	25,39	6,07

Nota: C1=calidad del aire, C2= Topografía, C3= Calidad del Suelo, C4= Calidad del Agua subterránea, C5= Flora terrestre, C6= Fauna terrestre, C7=Naturalidad paisajística, C8=Transporte y vías, C9=Desarrollo local, C10=Salud y seguridad, C11=Empleo.

Se obtuvo: 35 impactos ambientales positivos, los mismos que se distribuyen:

- En el ambiente físico se tiene 2 impactos poco significativos y 9 impactos no significativos.

- En el ambiente biológico se presentan 2 impactos medianamente significativos.
- En el ambiente socio económico se presentan 8 Impactos poco significativos y 16 Impactos no significativos.

Como resultado se obtuvo: 29 impactos ambientales negativos, los mismos que se distribuyen:

- En el ambiente físico: 1 impacto significativo, 1 impacto medianamente significativo, 3 impactos poco significativos y 8 impactos no significativos.
- En el ambiente biológico se presentan: 2 impactos poco significativos y 4 impactos no significativos.
- En el ambiente socio económico se presentan: 4 Impactos Poco significativos y 6 Impactos No significativos.

El proyecto en forma global genera 29 impactos de carácter positivo, sólo uno de ellos de carácter medianamente significativo, que es, la rehabilitación del área. Con respecto a los impactos de carácter negativo, estos son 26, de los cuales 1 es significativos que es la construcción e impermeabilización de celdas y vertederos de seguridad y 1 es medianamente significativo, que es: tráfico vehicular.

Tabla 45. Resultados de la distribución de los impactos ambientales positivos y negativos según CRI

AMBIENTE	POSITIVOS					NEGATIVOS					TOTAL
	Muy significativo	Significativo	Medianamente significativo	Poco significativo	No significativo	Muy significativo	Significativo	Medianamente significativo	Poco significativo	No significativo	
Físico	0	0	0	2	9	0	1	1	3	8	24
Biológico	0	0	2	0	0	0	0	0	2	4	8
Socio Económico	0	0	0	6	16	0	0	0	4	6	32
TOTAL	0	0	2	8	25	0	1	1	9	18	64
	35					29					64

3.4.1.1 Discusión de Resultados por componentes ambientales

En resumen, el ambiente físico tiene la afectación de 24 interacciones, el ambiente biológico tiene la afectación de 8 interacciones, el ambiente socio económico tiene la afectación de 32 interacciones.

Más del 50% de estas afectaciones son positivas, y se deben gran parte al efecto sobre las comunidades, ya que involucra aspectos culturales y de desarrollo humano como son el paisaje, el uso de las tierras, empleo, expectativas de desarrollo local.

El ambiente físico sufrirá mayores repercusiones negativas, en la calidad del agua, aire, suelo y topografía, específicamente en la etapa de construcción del proyecto y operación del mismo.

Tabla 46. Número de impactos por componente ambiental

Componentes Ambientales			Interacciones
Ambiente Físico	Topografía	Topografía	4
	Aire	Calidad del aire	7
	Suelo	Calidad del suelo	8
	Agua	Calidad del agua	5
<i>Total ambiente físico</i>			24
Ambiente Biológico	Flora y Fauna	Flora y fauna	4
<i>Total ambiente biológico</i>			4
Ambiente socio-económico	Estéticos y de Interés Humano	Paisaje	7
		Salud y seguridad	7
	Nivel cultural	Desarrollo local	5
		Empleo	8
<i>Total ambiente socio económico</i>			27
TOTAL			55

Del total de componentes ambientales analizados el 43,61% presentan impactos de carácter negativo y el 56,39% refleja impactos positivos.

Tabla 47. Componentes ambientales ordenados de acuerdo al impacto sufrido

Componentes ambientales del proyecto		Efecto Total	%
C11	Empleo	12,57	26,44
C8	Transporte y vías	10,25	21,56
C3	Calidad del suelo	-7,42	15,61
C7	Naturalidad paisajística	-6,79	14,28
C1	Calidad del aire	-4,7	9,89
C10	Salud y Seguridad	1,94	4,08
C4	Calidad del agua subterránea	1,68	3,53
C2	Topografía	-1,00	2,10
C5	Flora Terrestre	-0,41	0,86
C6	Fauna Terrestre	-0,41	0,86
C9	Desarrollo local	0,37	0,78
TOTAL		6,08	100%

Los resultados indican que los componentes ambientales que muestran una afectación negativa por las actividades del proyecto son la calidad del suelo (-7,42 con 8 impactos y el 15,61 %), naturalidad paisajística (-6,79 unidades con 7 impactos y 14,28 %), la calidad el aire (-4,7 con 7 impactos y 9,89 %), topografía (-1 unidades con 4 impactos y 2,10 %), flora terrestre (-0,41 unidades con 4 impactos y 0,86 %) y fauna terrestre (-0,41 unidades con 4 impactos y 0,86 %).

Los factores ambientales que son impactados positivamente son la empleo (+12,57 unidades con 8 impactos y 26,44 %), transporte y vías (+10,25 unidades con 5 impactos y 21,56 %), salud y seguridad (+1,94 con 7 impactos y 4,08 %), calidad del agua subterránea (+1,68 con 5 impactos y 3,53 %) y el desarrollo local (+0,37 con 5 impactos y 0,78 %).

Los impactos ambientales se distribuyen 24 en el ambiente físico, 8 en el ambiente biológico y 32 en el medio socioeconómico.

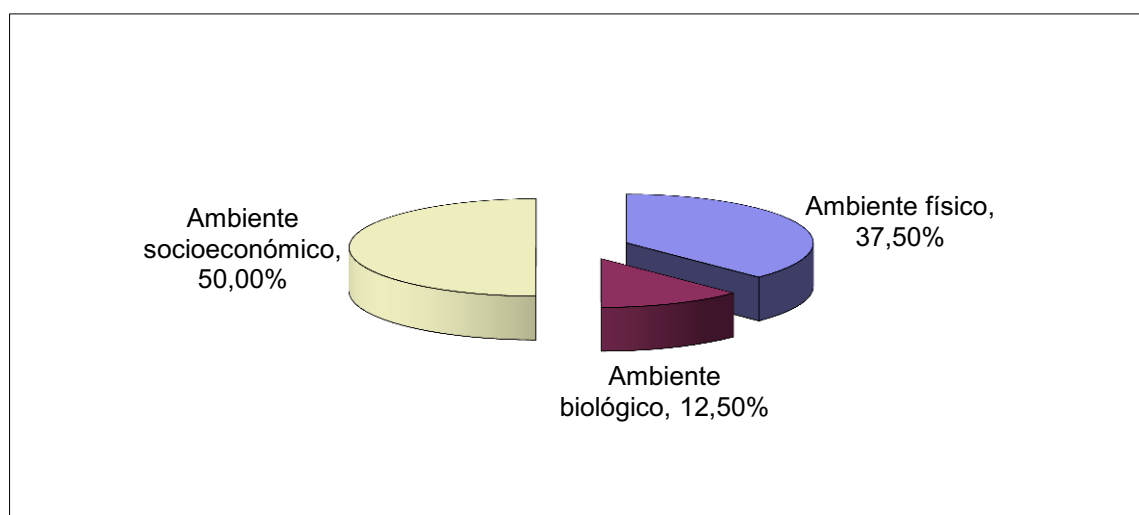


Figura 11. Porcentaje de impactos por ambientes, según el método de CRI

El gráfico muestra el mayor porcentaje de impactos ambientales en el ambiente socioeconómico y en menor proporción en el ambiente biológico.

Esto se debe a que hay una influencia directa de la implementación del proyecto sobre el desarrollo local de Pintag, que va desde el mejoramiento de la

infraestructura escolar, de la salud, creación de nuevas vías, instauración de negocios propios y el empleo.

3.4.1.2 Discusión de resultados por actividad del proyecto.

Las actividades del proyecto han sido clasificadas en tres grupos: La fase de construcción, la fase de operación y la fase de cierre.

El grupo de actividades que más impacta en el medio ambiente es la fase de cierre con 18 impactos.

Tabla 48. Impactos generados por las actividades del proyecto

ACTIVIDADES		FISICO	BIOL.	SOCIO ECON.	TOTAL	%
FASE DE CONSTRUCCIÓN		8	4	12	24	37,50
A1	Limpieza, adecuación y desbroce del terreno	4	2	4	10	15,63
A2	Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos de seguridad	3	0	4	7	10,94
A3	Presencia y actividades del personal	1	2	4	7	10,94
FASE DE OPERACIÓN		8	2	12	22	34,38
A4	Tráfico vehicular	2	2	5	9	14,06
A5	Almacenamiento temporal de desechos	2	0	2	4	6,25
A6	Confinamiento de desechos en celdas y vertederos de seguridad	1	0	2	3	4,69
A7	Control de lixiviados y gases	3	0	3	6	9,38
FASE DE CIERRE		8	2	8	18	28,13
A8	Cierre técnico de celdas y vertederos	4	0	3	7	10,94
A9	Rehabilitación del área	4	2	5	11	17,19
TOTAL		24	8	32	64	100

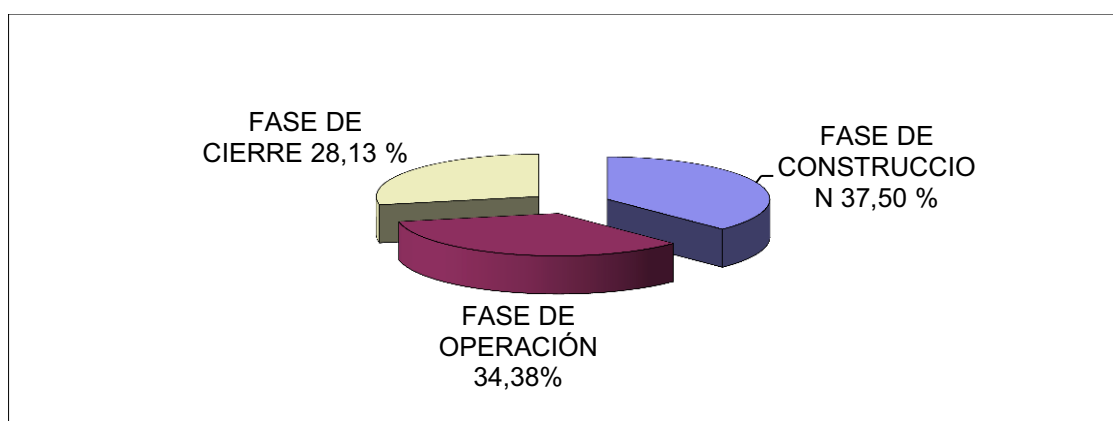


Figura 12. Impactos producidos por las actividades del proyecto.

Las actividades del proyecto que ocasionan mayor afectación negativa son:

- En la fase de operación: tráfico vehicular (15,24 %, -12,09 unidades y 9 impactos).
- En la fase de construcción: limpieza, adecuación y desbroce del terreno (13,82 %, -13,3 unidades y 10 impactos).
- En la fase de construcción: Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos de seguridad (11,96 %, -9,92 unidades y 7 impactos).
- En la fase de Operación: Almacenamiento temporal de desechos (6,31 %, -5,52 unidades y 4 impactos).

Tabla 49. Actividades del proyecto que originan impactos ambientales en forma porcentual

Actividades del proyecto		Efecto Total	%
A9	Rehabilitación del área	25,39	29,02
A1	Limpieza, adecuación y desbroce del terreno	-13,33	13,82
A4	Tráfico vehicular	-12,09	15,24
A7	Control de lixiviados y gases	10,46	11,34
A2	Construcción e impermeabilización de celdas de seguridad	-9,92	11,96
A8	Cierre técnico de celdas y vertederos	8,24	9,42
A5	Almacenamiento temporal de desechos	-5,52	6,31
A3	Presencia y actividades del personal	2,21	0,37
A6	Confinamiento de desechos en celdas y vertederos de seguridad	0,32	2,53
	TOTAL	5,76	100 %

De acuerdo a la metodología indicada, el impacto de la ejecución del proyecto sobre el conjunto de factores ambientales, puede ser considerado como “poco significativo”.

3.4.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EL MÉTODO DE EVALUACIÓN RÁPIDA DEL IMPACTO AMBIENTAL (RIAM)

Se clasificó a los componentes ambientales en 4 categorías ambientales: ambiente físico, ambiente biológico, ambiente social cultural y ambiente económico.

Luego se realizó la ponderación de los criterios de: importancia (A_1), magnitud (A_2), permanencia (B_1), reversibilidad (B_2), acumulación del impacto (B_3), de acuerdo a la escala de valoración de las tablas 18, 19, 20, 21, 22, los resultados se muestran a continuación en la tabla 50.

Tabla 50. Resultados de la ponderación de la importancia, magnitud, permanencia, reversibilidad y acumulación de los impactos ambientales del proyecto Barrotieta

Categoría	Factor Ambiental	Ci	Importancia (A ₁)	Magnitud (A ₂)	Permanencia (B ₁)	Reversibilidad (B ₂)	Acumulatividad (B ₃)
Ambiente Físico	Calidad del aire	C1	Importancia local y alrededores	Cambio negativo	Temporal	Reversible	No acumulativo
	Topografía	C2	Importancia local y alrededores	Cambio negativo	Temporal	Reversible	No acumulativo
	Calidad del suelo	C3	Importancia local y alrededores	Cambio negativo significativo	Permanente	Irreversible	Acumulativo o sinérgico
	Calidad del agua subterránea	C4	Importancia local	Cambio negativo	Temporal	Reversible	No acumulativo
Ambiente Biológico	Flora terrestre	C5	Importancia local y alrededores	Cambio negativo	Temporal	Reversible	No acumulativo
	Fauna terrestre	C6	Importancia local y alrededores	Cambio negativo	Temporal	Reversible	No acumulativo
Ambiente Cultural y social	Naturalidad paisajística	C7	Importancia local	Cambio negativo	Permanente	Irreversible	No acumulativo
	Transporte y vías	C8	Importancia local y alrededores	Mejora significativa	Permanente	Reversible	No acumulativo
	Desarrollo local	C9	Importancia local	Cambio negativo	Permanente	Reversible	No acumulativo
	Salud y seguridad	C10	Importancia regional y nacional	Cambio negativo significativo	Permanente	Irreversible	Acumulativo o sinérgico
Ambiente Económico	Empleo	C11	Importancia local y alrededores	Mejora significativa	Permanente	Reversible	Acumulativo o sinérgico

Utilizando la ecuaciones [2.1], [2.2] y [2.3], se calculó el puntaje ambiental (Environmental Score ES).

Con el valor del puntaje ambiental, se obtiene la escala de la significatividad del impacto, basándose en el Valor de la Evaluación Ambiental del Impacto (VEAI) de acuerdo a la tabla 32.

Los resultados se muestran a continuación en la tabla 51.

Tabla 51. Resultados del puntaje ambiental, significación del puntaje ambiental y significado de los impactos ambientales del proyecto Barrotieta

Factor Ambiental	(A ₁)	(A ₂)	(B ₁)	(B ₂)	(B ₃)	Puntaje Ambiental	Significación del puntaje ambiental	Significado del Impacto
Calidad del aire	2	-1	2	2	2	-12	- B	Impacto negativo menor
Topografía	2	-1	2	2	2	-12	- B	Impacto negativo menor
Calidad del suelo	2	-2	3	3	3	-36	- D	Impacto negativo significativo
Calidad del agua subterránea	1	-1	2	2	2	-6	- A	Impacto negativo leve
Flora terrestre	2	-1	2	2	2	-12	- B	Impacto negativo menor
Fauna terrestre	2	-1	2	2	2	-12	- B	Impacto negativo menor
Naturalidad paisajística	1	-1	3	3	2	-8	- A	Impacto negativo leve
Transporte y vías	2	1	3	1	2	12	B	Impacto positivo menor
Desarrollo local	1	-1	3	2	2	-7	- A	Impacto negativo leve
Salud y seguridad	3	-1	3	3	3	-27	- C	Impacto negativo moderado
Empleo	2	2	3	2	3	32	C	Impacto positivo moderado

3.4.2.1 Discusión de Resultados

Según el método RIAM, se presentan 9 impactos negativos:

- *En el ambiente físico:* 1 impacto negativo significativo (para la calidad del suelo), 2 impactos negativos menores (para la topografía y calidad del aire) y 1 impacto negativo leve (para la calidad del agua subterránea).
- *En el ambiente biológico:* 2 impactos negativos menores (para la flora y fauna terrestre).
- *En el ambiente socio-cultural:* 1 impacto negativo moderado (para la salud

y seguridad), 2 impactos negativos leves (para la naturaleza paisajística y desarrollo local).

- *En el ambiente económico:* 0 impactos negativos.

Según el método RIAM, se presentan 2 impactos positivos:

- *En el ambiente físico:* 0 impactos positivos.
- *En el ambiente biológico:* 0 impactos positivos.
- *En el ambiente socio-cultural:* 1 impacto positivo menor (para el transporte y vías).
- *En el ambiente económico:* 1 impactos positivo moderado (para el empleo).

Estos resultados se sintetizan a continuación en la tabla 52.

Tabla 52. Jerarquización de impactos ambientales, según el RIAM

	IMPACTOS											TOTAL
	NEGATIVOS					NEUTROS	POSITIVOS					
RANGO	-108	-71	-35	-18	-9	0	9	18	35	71	108	
	-72	-36	-19	-10	-1	0	1	10	19	36	72	
CLASE	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E	
Ambiente físico	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	4
Ambiente Biológico	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Ambiente Socio – cultural	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	4
Ambiente Económico	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
TOTAL	0	1	1	4	3	0	0	1	1	0	0	11
	9					0	2					11

Del total de componentes ambientales analizados el 81,8% presentan impactos de carácter negativo y un 18,2 % reflejan impactos positivos; un tercio de los componentes ambientales (calidad de suelo, empleo, salud y seguridad) sufren el 62,49 % de los impactos.

Tabla 53. Componentes ambientales impactados, según método de RIAM

COMPONENTE	Ci	PUNTAJE AMBIENTAL	%
Calidad del suelo	C3	-36	20,45
Empleo	C11	32	18,18
Salud y seguridad	C10	-27	15,34
Transporte y vías	C8	12	6,82
Topografía	C2	-12	6,82
Calidad del aire	C1	-12	6,82
Flora terrestre	C5	-12	6,82
Fauna terrestre	C6	-12	6,82
Naturalidad paisajística	C7	-8	4,55
Desarrollo local	C9	-7	3,98
Calidad del agua subterránea	C4	-6	3,41
Total			100

Los resultados indican que los componentes ambientales que muestran una afectación negativa por las actividades del proyecto son la calidad del suelo (-36 unidades), salud y seguridad (-27 unidades), topografía (-12 unidades), calidad del aire (-12 unidades), flora y fauna terrestre (-12 unidades), la naturalidad paisajística (-8 unidades), desarrollo local (-7 unidades) y calidad del agua (-6 unidades).

Los componentes ambientales que son impactados positivamente son el empleo (+32 unidades) y transporte y vías (+12 unidades).

3.4.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EL MÉTODO DE VICENTE CONESA.

El sistema ambiental es el medio ambiente en el que se desarrollará el proyecto y representa el 100 % de las unidades de importancia ponderadas UIP, éste a su vez, se ha dividido en subsistemas o medios, a los que se les ha ponderado de la siguiente forma:

40,0% de las UIP al medio inerte, por la importancia que representan para el ecosistema la calidad del agua, el aire y el suelo; al mismo tiempo de que son un medio de difusión para la contaminación ambiental y representan un importante indicador de las perturbaciones del medio.

20,0% de las UIP al medio biótico puesto que la flora y la fauna terrestre son un recurso valioso, a pesar de encontrarse el proyecto en una zona en la región altitudes mayores a los 4800 msnm.

40,0% de las UIP restantes se han asignado al medio perceptual y socioeconómico, factores clave que influyen en el bienestar social y la calidad de vida.

Tabla 54. Componentes ambientales del proyecto, según método de Conesa

COMPONENTES AMBIENTALES DEL PROYECTO					
<i>SISTEMA</i>	<i>SUBSISTEMA</i>	<i>COMPONENTE GENERAL</i>	<i>COMPONENTE ESPECÍFICO</i>		<i>UIP</i>
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	Aire	Calidad del Aire	C1	70
		Tierra y Suelo	Topografía	C2	100
			Suelos	C3	160
		Agua	Calidad del Agua	C4	70
		TOTAL MEDIO INERTE			400
	MEDIO BIOTICO	Ecosistemas terrestres	Flora terrestre	C5	100
			Fauna Terrestre	C6	100
		TOTAL MEDIO BIOTICO			200
	MEDIO PERCEPTUAL	Paisaje intrínseco	Paisaje	C7	40
		TOTAL MEDIO PERCEPTUAL			40
	TOTAL MEDIO FÍSICO				
MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	MEDIO RURAL	Viarío rural	Transporte y vías	C8	80
		TOTAL MEDIO RURAL			80
	MEDIO SOCIO CULTURAL	Servicios colectivos	Desarrollo local	C9	80
		Aspectos humanos	Salud y seguridad	C10	100
		TOTAL MEDIO SOCIAL CULTURAL			180
	MEDIO ECONOMICO	Economía	Empleo	C11	100
		TOTAL MEDIO ECONOMICO			100
	TOTAL MEDIO SOCIO - ECONOMICO Y CULTURAL				
TOTAL MEDIO AMBIENTE AFECTADO					1 000

Se realizó en matrices individuales la ponderación de: intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperación del impacto, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad, de acuerdo a las tablas 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29,30.

Las matrices individuales de ponderación, se muestran en el Anexo V.

Luego, con estos valores, se calculó el Valor de la Importancia del Impacto, con la ecuación [6], los resultados se muestran a continuación en la tabla 55.

Tabla 55. Resultados del cálculo del valor de la importancia del impacto, según el método de Conesa

Subsistema	Componente General	COMPONENTE ESPECÍFICO		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Medio Inerte	Aire	Calidad del Aire	C1	-21	-19	-17	-22	-17	26	-24	19	28
	Tierra y Suelo	Topografía	C2	-21	-22	-17						33
		Suelos	C3	-28	-31			-18	35	-24	19	30
	Agua	Calidad del Agua	C4	-17					25	-24		25
Medio Biótico	Ecosistemas terrestres	Flora terrestre	C5	-25	-28							28
		Fauna Terrestre	C6	-25	-28							28
Medio Perceptual	Paisaje intrínseco	Paisaje	C7	-27	-27	-18	-21	-21			19	33
Medio Rural	Viario rural	Transporte y vías	C8	-19		-18	-25					28
Medio Socio Cultural	Servicios colectivos	Desarrollo local	C9		-17	-17	-25		24	-20	17	26
	Aspectos humanos	Salud y seguridad	C10	-15			-19	-21	-27	-22	17	28
Medio Económico	Economía	Empleo	C11	17	19	18	18	18	23	21	16	24

Seguidamente, se realizó la valoración absoluta y relativa del impacto ambiental total, mediante las ecuaciones [2.7], [2.8], [2.9], [2.10], [2.11], [2.12].

Los resultados de muestra a continuación, en la tabla 56.

Tabla 56. Resultados de la valoración absoluta y relativa de los impactos ambientales del proyecto Barrotieta, según el método de Conesa

COMPONENTES AMBIENTALES IMPACTADOS			FASE DE CONSTRUCCIÓN						FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE		TOTAL		
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE GENERAL	COMPONENTE ESPECÍFICO	UIP	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	Abs.	Relat		
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	Aire	Calidad del Aire	C1	70	-21	-19	-17	-22	-17	26	-24	19	28	-47	-3,29	
			Tierra y Suelo	Topografía	C2	100	-21	-22	-17					33		-27	-2,70
				Suelos	C3	160	-28	-31			-18	35	-24	19	30	-17	-2,72
MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	MEDIO BIOTICO	Ecosistemas terrestres	Calidad del Agua	C4	70	-17				25	-24		25	9	0,63		
			Flora terrestre	C5	100	-25	-28							28	-25	-2,50	
			Fauna Terrestre	C6	100	-25	-28							28	-25	-2,50	
MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	MEDIO PERCEPTUAL	Paisaje intrínseco	Paisaje	C7	40	-27	-27	-18	-21	-21			19	33	-62	-2,48	
			Viarío rural	C8	80	-19		-18	-25					28		-34	-2,72
	MEDIO CULTURAL	Servicios colectivos	Desarrollo local	C9	80		-17	-17	-25		24	-20	17	26	-12	-0,96	
			Salud y seguridad	C10	100	-15			-19	-21	-27		17	28	-59	-5,90	
	MEDIO ECONOMICO	Economía	Empleo	Empleo	C11	100	17	19	18	18	18	23	21	16	24	174	17,40
				ABSOLUTO	-181	-153	-69	-94	-59	106	-93	107	311	-125			
TOTAL			RELATIVO	-16,64	-14,63	-4,61	-6,48	-5,21	10,69	-8,90	9,79	28,25	-7,74				

De acuerdo a los resultados de la importancia absoluta de los impactos, se presenta la distribución de los impactos de acuerdo a la jerarquización planteada en el método.

Tabla 57. Resultados de la importancia absoluta de los impactos evaluados, de acuerdo a método de Conesa

AMBIENTE	POSITIVOS				NEGATIVOS				TOTAL
	CRITICO	SEVERO	MODERADO	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	MODERADO	SEVERO	CRITICO	
Físico	0	0	10	3	16	8	0	0	37
Socio económico y cultural	0	0	3	12	9	3	0	0	27
TOTAL	0	0	13	15	25	11	0	0	64
	28				36				64

De acuerdo al método de Conesa, el proyecto ocasionará 40 impactos irrelevantes:

- 19 en el medio físico (7 en calidad del aire, 3 en topografía, 3 en el suelo, 2 en la calidad del agua y 4 en el paisaje).
- 21 en el medio socio económico cultural (2 en el transporte y vías, 5 en el desarrollo local, 5 en salud y seguridad y 9 en empleo).

El proyecto ocasionará 24 impactos moderados:

- 18 en el medio físico (2 en la calidad del aire, 1 en la topografía, 4 en la calidad del suelo superficial, 2 en la calidad del agua, 3 en la flora terrestre, 3 en la fauna terrestre y 3 en el paisaje).
- 6 en el medio socio económico cultural (2 en el transporte y vías, 2 en el desarrollo local y 2 en salud y seguridad).

Existirán 9 impactos positivos correspondientes principalmente a la generación del empleo en las diferentes actividades del proyecto y la dinamización del comercio local.

En resumen, de acuerdo a la metodología planteada, el impacto de la ejecución del proyecto en el medio ambiente puede calificarse como “irrelevante”.

El resultado final de la evaluación de impactos sirve para la identificación de los componentes ambientales sobre los que se debe tener especial cuidado durante la ejecución del proyecto, y hacia donde se orientarán el programa de manejo ambiental para proteger, evitar, mitigar, minimizar y/o potenciar los impactos potenciales.

3.4.3.1 Resultados por componentes ambientales

Según la metodología de Conesa, los impactos producidos se distribuyen de la siguiente manera:

- 37 impactos en el medio físico (24 impactos en el medio inerte, 6 impactos al medio biótico y 7 impactos al medio perceptual) y
- 27 impactos en el medio socio económico y cultural (4 impactos al medio rural, 14 impactos al medio socio cultural y 9 impactos al medio económico).

Tabla 58. Impactos por componente ambiental, según Método de Conesa

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL		INTERACCIONES	
MEDIO FISICO	MEDIO INERTE	Aire	Calidad del Aire	C1	9	
		Tierra y Suelo	Topografía	C2	4	
			Suelos	C3	7	
		Agua	Calidad del Agua	C4	4	
		TOTAL MEDIO INERTE			24	
	MEDIO BIOTICO	Ecosistemas terrestres	Flora terrestre	C5	3	
			Fauna Terrestre	C6	3	
		TOTAL MEDIO BIOTICO			6	
	MEDIO PERCEPTUAL	Paisaje intrínseco	Paisaje	C7	7	
		TOTAL MEDIO PERCEPTUAL			7	
	TOTAL MEDIO FISICO					37
	MEDIO SOCIO ECONOMICO Y CULTURAL	MEDIO RURAL	Viario rural	Transporte y vías	C8	4
			TOTAL MEDIO RURAL			4
MEDIO SOCIO CULTURAL		Servicios colectivos	Desarrollo local	C9	7	
		Aspectos humanos	Salud y seguridad	C10	7	
		TOTAL MEDIO SOCIAL CULTURAL			14	
MEDIO ECONOMICO		Economía	Empleo	C11	9	
		TOTAL MEDIO ECONOMICO			9	
TOTAL MEDIO SOCIO - ECONOMICO Y CULTURAL					27	
TOTAL MEDIO AMBIENTE AFECTADO					64	

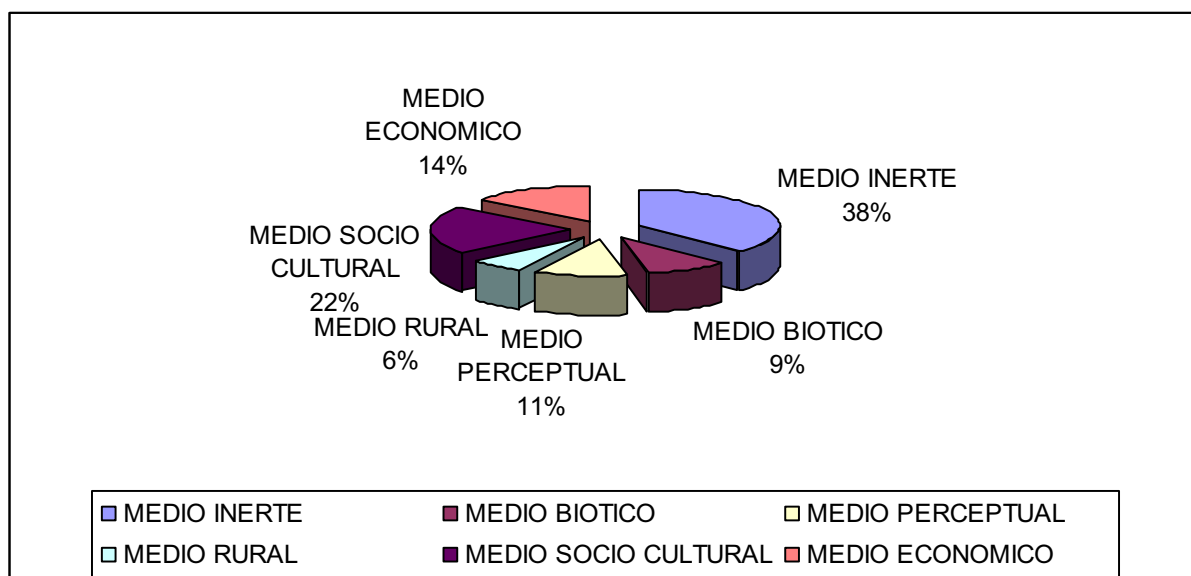


Figura 13. Porcentajes de interacciones por subsistemas, según método de Conesa.

En la metodología utilizada se realizan dos tipos de valoración cualitativa del impacto ambiental: la importancia absoluta del impacto y la importancia relativa del impacto que considera las unidades de importancia (UIP) que se asignan a cada factor ambiental.

Los resultados del cálculo de la importancia absoluta del proyecto, nos indican que los principales componentes ambientales afectados durante la ejecución del proyecto serán: el empleo, el paisaje, salud y seguridad, la calidad del aire. Los impactos de carácter negativo significan el 62,73% y los impactos positivos el 37,27% del total.

Tabla 59. Componentes ambientales impactados: importancia absoluta, según el método de Conesa

COMPONENTES AMBIENTALES		Abs.	%
C11	Empleo	174	35,44 %
C7	Paisaje	-62	12,63 %
C10	Salud y seguridad	-59	12,02 %
C1	Calidad del Aire	-47	9,57 %
C8	Transporte y vías	-34	6,92 %
C2	Topografía	-27	5,50 %
C5	Flora terrestre	-25	5,09 %
C6	Fauna Terrestre	-25	5,09 %
C3	Suelos	-17	3,46 %
C9	Desarrollo local	-12	2,44 %
C4	Calidad del Agua	9	1,83 %
	TOTAL	491	100 %

Los resultados del cálculo de la importancia absoluta, nos indican que los impactos de carácter negativo son el 81,97% y los impactos positivos corresponden al 18,03%.

El componente ambiental más afectado, según el método de Conesa es el paisaje, seguido de la salud y seguridad. El componente más beneficiado es el empleo.

Estos resultados se deben a que el método de Conesa toma en cuenta la fragilidad de cada componente ambiental, su valor de conservación, dimensión de las variables y su importancia relativa.

Estos resultados, serán consensuados más adelante con los resultados de los otros métodos para obtener un resultado final sobre las actividades y componentes impactados, que serán la base para la elaboración del plan de manejo ambiental.

3.4.3.2 Resultados por actividades del proyecto

El 57,8 % de los impactos ocasionados por las actividades del proyecto, ocurrirán en el medio físico, el 42,2% de los impactos ocasionados por las actividades del proyecto, sucederán en el medio socio económico cultural.

Tabla 60. Interrelaciones de las actividades del proyecto vs. sistemas del medio ambiente.

FASE / ACTIVIDADES		FISICO	SOCIO ECONÓMICO CULTURAL	TOTAL	%
FASE DE CONSTRUCCIÓN		16	8	24	37,5 %
A1	Limpieza, adecuación y desbroce del terreno	7	3	10	15,6 %
A2	Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos de seguridad	6	2	8	12,5 %
A3	Presencia y actividad del personal	3	3	6	9,4 %
FASE DE OPERACIÓN		11	12	23	35,9 %
A4	Tráfico vehicular	2	4	6	9,4 %
A5	Almacenamiento temporal de desechos	3	2	5	7,8 %
A6	Confinamiento de desechos en celdas y vertederos de seguridad	3	3	6	9,4 %
A7	Control de lixiviados y gases	3	3	6	9,4 %
FASE DE CIERRE		10	7	17	26,6 %
A8	Cierre técnico de celdas y vertederos	3	3	6	9,4 %
A9	Rehabilitación del área	7	4	11	17,2 %
TOTAL		37	27	64	100 %

Según la valoración de la importancia absoluta del impacto, las actividades que provocan aproximadamente el 45% de los impactos son 3: limpieza, adecuación y desbroce del terreno, la construcción de las celdas y vertederos de seguridad, y la rehabilitación del área.

Tabla 61. Actividades del proyecto de acuerdo a los resultados de Importancia absoluta, según el método de Conesa

Actividad del proyecto		Total Absoluto	%
A9	Rehabilitación del área	311	13,4 %
A1	Limpieza, adecuación y desbroce del terreno	-181	18,2 %
A2	Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos de seguridad	-153	15,4 %
A8	Cierre técnico de celdas y vertederos	107	10,8 %
A6	Confinamiento de desechos en celdas y vertederos de seguridad	106	10,7 %
A4	Tráfico vehicular	-94	9,4 %
A7	Control de lixiviados y gases	-93	9,3 %
A3	Presencia y actividad del personal	-69	6,9 %
A5	Almacenamiento temporal de desechos	-59	5,9 %
		-125	100 %

Las actividades que más afectan a los componentes ambientales son la limpieza, adecuación y desbroce del terreno, construcción e impermeabilización de celdas y vertederos de seguridad, dadas durante la etapa de construcción del proyecto.

Las actividades que beneficiarán a los componentes ambientales son la rehabilitación del área y cierre técnico de celdas y vertederos de seguridad, dadas en la etapa de clausura del proyecto.

Estas actividades serán tomadas en consideración para la elaboración del plan de manejo ambiental.

3.4.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EL MÉTODO DE DELPHI

3.4.4.1 Diseño del cuestionario

Se diseñó el cuestionario y se seleccionó a los expertos, según se muestra en el Anexo VI.

Primera pregunta

En la primera pregunta se solicitó que se distribuya 100 puntos, entre los factores del medio ambiente afectados por la implementación del proyecto Barrotieta, donde se tiene previsto la ejecución de celdas y vertederos de seguridad.

Recibidas las respuestas de los especialistas se calculó la mediana y el rango intercuantílico para cada uno de los factores considerados, participaron 9 especialistas, los datos se muestran a continuación en la tabla 62.

Tabla 62. Resultados obtenidos en el primer cuestionario, pregunta uno

PREGUNTA UNO	MEDIANA	CUARTIL 1	CUARTIL 3	RIC
Calidad del aire	5	5	6	1
Calidad del agua subterránea	6	5	10	5
Calidad del suelo	20	10	25	15
Flora terrestre	10	5	10	5
Fauna terrestre	10	5	10	5
Paisaje	5	5	10	5
Salud y seguridad	18	10	20	10
Empleo	25	13	36	23

Segunda pregunta

En la segunda pregunta se solicitó calificar el grado de incidencia de las actividades en los componentes ambientales utilizando la escala numérica del 0 al

10 para cada interacción, a mayor incidencia mayor calificación.

Según las respuestas recibidas de los 9 participantes especialistas, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 63. Resultados del cuestionario uno, segunda pregunta

	Limpieza adecuación y desbroce del terreno	Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos	Almacenamiento temporal de desechos	Confinamiento de desechos en celdas y vertederos	Control de gases y lixiviados
CALIDAD DEL AIRE					
Mediana	4	3	3	4	6
RIC	1	1,75	2	1	0,75
CALIDAD DEL AGUA					
Mediana	2	6	2	5	6
RIC	1	3	1	1	1
CALIDAD DEL SUELO					
Mediana	9	7	5	6	6
RIC	0,75	2	1	1	2
FLORA TERRESTRE					
Mediana	5	4	3	6	6
RIC	1	1,75	2	1	0,75
FAUNA TERRESTRE					
Mediana	5	4	3	6	6
RIC	1	0,75	1	2	2
PAISAJE					
Mediana	5	3	4	7	3
RIC	3	0,75	1	1	2
SALUD Y SEGURIDAD					
Mediana	5	4	4	4	2
RIC	0	1	2	3	1
EMPLEO					
Mediana	7	6	7	5	4
RIC	0,25	3	1	1	1

Tomando como criterio aceptable de acuerdo, valores del RIC ≤ 1 ; se observa mayor consenso en todas las concentraciones correspondientes a los factores:

Calidad del suelo, salud seguridad y empleo.

3.4.4.2 Discusión de resultados

a. Primera pregunta

En la tabla 64 se muestra el consenso durante el estudio, para los dos cuestionarios realizados. Se observa que, aunque la mediana para cada factor se mantiene constante, el RIC disminuye para el segundo cuestionario:

Tabla 64. Consenso de los cuestionarios

	PRIMER CUESTIONARIO		SEGUNDO CUESTIONARIO	
	MEDIANA	RIC	MEDIANA	RIC
Calidad del aire	5	1	5	1
Calidad del agua	6	5	6	2
Calidad del suelo	20	15	20	10
Flora terrestre	10	5	10	2
Fauna terrestre	10	5	10	2
Paisaje	5	5	5	2
Salud y seguridad	18	10	18	5
Empleo	26	23	26	15

Según el criterio de consenso de los especialistas participantes, el sistema ambiental, que representa el 100 % de la UIP (unidades de importancia ponderadas), ha quedado ponderado de la siguiente manera: 5% en calidad del aire, 6 % en calidad del agua, 20 % en calidad del suelo, 10 % en flora terrestre, 10 % en fauna terrestre, 5 % en paisaje, 18 % en salud y seguridad y 26 % en empleo.

Dada la complejidad del medio ambiente y las múltiples variables que intervienen, el RIC (rango intercuartílico), obtenido en esta pregunta es una medida de la gran variabilidad de los criterios de las especialistas participantes. Según lo esperado

el rango intercuartílico disminuyo para el segundo cuestionario.

b. Segunda pregunta

Como criterio de consenso satisfactorio, se toma los valores de rango intercuartílico $RIC \leq 1$. Aplicando para este trabajo, el mismo criterio, se puede considerar que se alcanzó consenso en 75 % de las preguntas.

En la tabla 65 se muestra además que el grado de consenso aumenta desde el primer cuestionario al segundo. En consecuencia, se debe aumentar el número de rondas iterativas para llegar a un consenso mayor.

Tabla 65. Medianas obtenidas para cada factor y comparación del consenso del primer y segundo cuestionario

	Limpieza adecuación y desbroce del terreno	Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos	Almacenamiento temporal de desechos	Confinamiento de desechos en celdas y vertederos	Control de gases y lixiviados
CALIDAD DEL AIRE					
Primera Encuesta					
Mediana	4	3	3	4	6
RIC	1	1,75	2	1	0,75
Segunda Encuesta					
Mediana	4	3	3	4	6
RIC	1,5	1	1,5	1	0
CALIDAD DEL AGUA					
Primera Encuesta					
Mediana	2	6	2	5	6
RIC	1	3	1	1	1
Segunda Encuesta					
Mediana	2	6	2,5	5	6
RIC	2	1	0,75	0,75	0

Tabla 65. Medianas obtenidas para cada factor y comparación del consenso del primer y segundo cuestionario. (Continuación...)

	Limpieza adecuación y desbroce del terreno	Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos	Almacenamiento temporal de desechos	Confinamiento de desechos en celdas y vertederos	Control de gases y lixiviados
CALIDAD DEL SUELO					
Primera Encuesta					
Mediana	9	7	5	6	6
RIC	0,75	2	1	1	2
Segunda Encuesta					
Mediana	9	7	5	6	7
RIC	0,5	1	1	0	1
FLORA TERRESTRE					
Primera Encuesta					
Mediana	5	4	3	6	6
RIC	1	1,75	2	1	0,75
Segunda Encuesta					
Mediana	5	4	3,5	6	6
RIC	0	1	0,75	0,5	0,75
FAUNA TERRESTRE					
Primera Encuesta					
Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
RIC	RIC	RIC	RIC	RIC	RIC
Segunda Encuesta					
Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
RIC	RIC	RIC	RIC	RIC	RIC
PAISAJE					
Primera Encuesta					
Mediana	5	3	4	7	3
RIC	3	0,75	1	1	2
Segunda Encuesta					
Mediana	5	3	4	6	3
RIC	2	1	1	0,5	1

Tabla 65. Medianas obtenidas para cada factor y comparación del consenso del primer y segundo cuestionario. (Continuación...)

	Limpieza adecuación y desbroce del terreno	Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos	Almacenamiento temporal de desechos	Confinamiento de desechos en celdas y vertederos	Control de gases y lixiviados
SALUD Y SEGURIDAD					
Primera Encuesta					
Mediana	5	4	4	4	2
RIC	0	1	2	3	1
Segunda Encuesta					
Mediana	5	4	4	5	2
RIC	0	0	1	1,5	1
EMPLEO					
Primera Encuesta					
Mediana	7	6	7	5	4
RIC	0,25	3	1	1	1
Segunda Encuesta					
Mediana	7	7	7	5	4
RIC	0,25	1	1	1	1

Según el consenso de las encuestas realizadas, durante las actividades de limpieza, adecuación y desbroce del terreno; la calidad del suelo se ve mayormente afectada con una puntuación de 9. En la construcción e impermeabilización de celdas y vertederos, la calidad del suelo se ve principalmente afectada, seguida del factor positivo: empleo.

En el almacenamiento temporal de desechos, se ve mayormente afectada la calidad del suelo; seguido de la generación de empleo, salud y seguridad.

En el confinamiento de desechos en celdas y vertederos de seguridad, se ve afectado principalmente la flora, la fauna, el paisaje y la calidad del suelo.

En el control de gases y lixiviados, se ha realizado el consenso, considerando la mayor afectación a la calidad del suelo, la calidad del aire y la calidad del agua.

3.4.5 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EL MÉTODO DE ANALISIS COSTO BENEFICIO.

3.4.5.1 Análisis cualitativo

Se elaboró un análisis cualitativo del costo beneficio ambiental, considerando los recursos: educación, salud, organizaciones comunitarias, ingreso per cápita, valor de las tierras, empleo directo, bienes y servicios, caminos / comunidades, estándares de vida, nuevas oportunidades de negocio, costo de vida, nuevas oportunidades de negocios, empleo directo, costo de vida, uso de la tierra, uso de aguas, migración, estéticos, áreas protegidas.

Tabla 66. Resultados del análisis cualitativo de costo beneficio ambiental

RECURSO	GRUPO AFECTADO		
	LOCAL	REGIONAL	NACIONAL
Educación	Positivo	Positivo	Positivo
Salud	Positivo	Positivo	Positivo
Organizaciones comunitarias	Positivo	Positivo	Positivo
Ingreso per cápita	Positivo	Positivo	Positivo
Valor de las tierras	Negativo	Negativo	Negativo
Empleo Indirecto	Positivo	Positivo	Neutro
Bienes y servicios	Positivo	Positivo	Neutro
Caminos / Comunicaciones	Positivo	Positivo	Positivo
Estándares de vida	Positivo	Positivo	Neutro
Nuevas oportunidades de negocios	Positivo	Positivo	Positivo
Empleo directo	Positivo	Positivo	Positivo
Costo de vida	Negativo	Negativo	Neutro
Uso de la tierra	Negativo	Negativo	Negativo
Uso de aguas	Negativo	Neutro	Neutro
Migración	Negativo	Negativo	Neutro
Estéticos	Negativo	Negativo	Neutro
Áreas protegidas	Negativo	Neutro	Neutro

Los recursos locales que tienen afectación negativa son 6: valor de las tierras, costo de vida, uso de la tierra, migración, estéticos y áreas protegidas. Los recursos regionales que tienen afectación negativa son 5: valor de las tierras, costo de vida, uso de la tierra, migración, estéticos. Los recursos nacionales que tienen afectación negativa son 2: valor de las tierras y uso de la tierra.

Los recursos afectados negativamente y que son de afectación local, regional y local son: valor de las tierras y uso de la tierra.

3.4.5.2 Análisis cuantitativo

a) Implementación de proyecto: Se desarrolló una proyección del costo de implementación del proyecto, en la etapa de construcción en un lapso de tiempo de 5 meses, en la etapa de operación en un periodo de tiempo de 5 años y en un tiempo de 6 meses en un lapso de tiempo de 6 meses; el detalle se visualiza en el Anexo VII.

b) Beneficio Ambiental: Se elaboró una proyección del beneficio ambiental de la construcción de las celdas y vertederos de seguridad, en función de los volúmenes de desechos que se captarán en las mismas, en un lapso de tiempo de 5 años, el detalle mencionado se observa en el Anexo VII.

c) Costo Ambiental: Se proyectó el Costo Ambiental de la no ejecución del proyecto, en función de los gastos de remediación, multas, enfermedades y tratamiento al ambiente por la contaminación descontrolada al ambiente, en un lapso de tiempo de 5 años, el cuadro se muestra en el Anexo VII.

Los resultados globales se observan a continuación en la tabla 67.

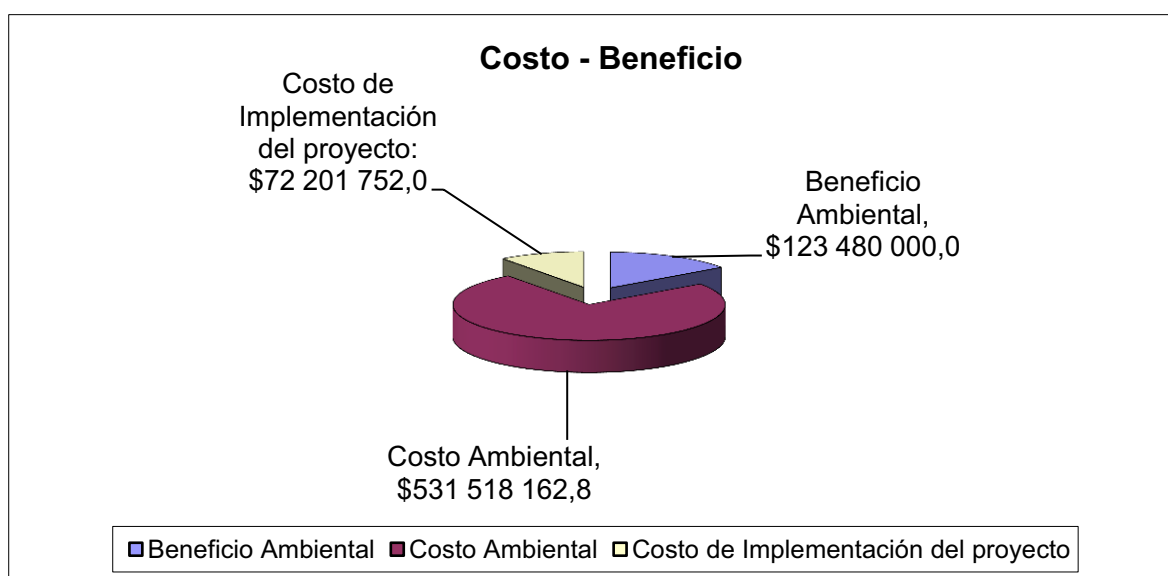
Tabla 67. Resultados cuantitativos de análisis costo - beneficio

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	\$72 201 752,0
BENEFICIO AMBIENTAL	\$123 480 000,0
COSTO AMBIENTAL	\$531 518 162,8

Según la tabla 67, se aprecia que el costo de implementación del proyecto es del 13,6 % en relación con el Beneficio Ambiental.

El Beneficio Ambiental es del 20,4% en relación con el Costo Ambiental que será del 79,6 %.

Si se disponen 50 000 metros cúbicos de desechos, en celdas y vertederos de seguridad, se obtendrá un beneficio ambiental de 123 480 000,0 de dólares, lo que significa que es el 20,4 % del valor total del costo ambiental. Si efectivamente el proyecto se llevaría a cabo, se tendrá un ahorro de 408 038 162,8 dólares, que se traduciría en utilidad ambiental.

**Figura 14.** Resultados del análisis costo beneficio ambiental y costo de implementación

3.5 RESULTADOS CONSENSUADOS DE LAS METODOLOGÍAS

3.5.1 POR INDICADORES O VARIABLES EMPLEADAS

La metodología del CRI, se basa en la calificación de 6 variables, asignándoles a dichas variables 3 opciones para elección (con excepción del riesgo o probabilidad), la escala de valores de las variables se encuentre en un rango de 1 a 10 unidades. No todos los indicadores tienen igual importancia, por lo tanto el VIA, no resulta de un promedio simple de los valores asignados a cada indicador, sino de una ponderación de los mismos.

Para seleccionar los ponderadores se utilizó la técnica de consenso entre especialistas consultados.

Tabla 68. Indicadores utilizados en el método CRI

Indicador			Peso	Valores asignados	
				Min	Max
1	Carácter			-	+
2	Intensidad	I	0,35	1	10
3	Extensión	E	0,25	1	10
4	Duración	D	0,40	1	10
5	Reversibilidad	RV	0,30	1	10
6	Riesgo o probabilidad	RG	0,40	1	10
7	Magnitud	M	0,30	1	10

El cálculo de la Magnitud (M) se realiza en base a los indicadores: Carácter, Intensidad, Extensión y Duración.

El RIAM considera 5 indicadores para el cálculo del puntaje ambiental; de manera similar al CRI asigna 3 opciones de calificación a cada indicador (con excepción de la magnitud que asigna 7 opciones y la importancia que asigna 5 opciones), los rangos de los valores de los intervalos oscilan desde -3 a 4.

Tabla 69. Indicadores considerados en el RIAM

Criterio			Pond.	Valores asignados	
				Min	Max
1	Importancia	A1	1	1	3
2	Magnitud	A2	1	-2	2
3	Permanencia	A3	1	2	3
4	Reversibilidad	A4	1	2	3
5	Acumulación	A5	1	2	3

El método planteado por Vicente Conesa considera 11 indicadores para el cálculo de la importancia del impacto: el momento, la reversibilidad, la recuperación, la sinergia tiene un ponderador de 2, la acumulación y la periodicidad tienen un ponderador de 4 de 2 y el resto de las variables de 1. Pero el intervalo de elección de los valores no es igual, la intensidad puede llegar a 12 unidades, la sinergia sólo puede alcanzar 4, con lo que la proporción entre estas dos variables sería de 9:1, considerando los valores máximos de los intervalos podemos observar en la última columna de la Tabla 70 el peso real que tiene cada una de las variables.

Tabla 70. Indicadores considerados en el método de Vicenta Conesa

Criterio			Pond.	Valores asignados		Ponderación Real
				Min	Max	
1	Signo			-	+	
2	Intensidad	I	1	1	12	12%
3	Extensión	EX	1	1	8	8%
4	Momento	MO	2	1	4	8%
5	Persistencia	PE	1	1	4	4%
6	Reversibilidad	RV	2	1	4	8%
7	Recuperación	MC	2	1	8	16%
8	Sinergia	SI	2	1	4	8%
9	Acumulación	AC	4	1	4	16%
10	Efecto	EF	1	1	4	4%
11	Periodicidad	PR	4	1	4	16%

Una vez evaluados cualitativamente todos los impactos, los métodos utilizados, proceden a ordenarlos jerárquicamente de mayor a menor según los valores del VIA, puntaje ambiental e importancia respectivamente.

3.5.2 POR ACTIVIDADES AMBIENTALES

El consenso de los resultados obtenidos con las metodologías desarrolladas, se muestran a continuación:

Tabla 71. Categorización de las actividades ambientales, en consenso con las metodologías empleadas para la evaluación del impacto ambiental

ACTIVIDADES DEL PROYECTO		CRI	CONESA	TOTAL
Limpieza, adecuación y desbroce del terreno	A1	-13,33	-16,64	-14,99
Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos de seguridad	A2	-9,62	-14,63	-12,13
Presencia y actividades del personal	A3	2,21	-4,61	-1,20
Tráfico vehicular	A4	-12,09	-6,48	-9,29
Almacenamiento temporal de desechos	A5	-5,52	-5,21	-5,37
Confinamiento de desechos en celdas y vertederos de seguridad	A6	0,32	10,69	5,51
Control de lixiviados y gases	A7	10,64	-8,90	0,87
Cierre técnico de celdas y vertederos	A8	8,24	9,79	9,02
Rehabilitación del area	A9	25,39	28,25	26,82

3.5.3 POR ACTIVIDADES DEL PROYECTO

El consenso de los resultados obtenidos con las metodologías se muestra a continuación:

Tabla 72. Categorización de los componentes ambientales, en consenso con las metodologías empleadas para la evaluación del impacto ambiental

COMPONENTES AMBIENTALES		CRI	CONESA	TOTAL
CALIDAD DEL AIRE	C1	-4,70	-3,29	-4,00
TOPOGRAFIA	C2	-1,00	-2,70	-1,85
CALIDAD DEL SUELO	C3	-7,42	-2,72	-5,07
CALIDAD DEL AGUA	C4	1,68	0,63	1,16
FLORA TERRESTRE	C5	-0,41	-2,50	-1,46
FAUNA TERRESTRE	C6	-0,41	-2,50	-1,46
NATURALIDAD PAISAJISTUCA	C7	-6,79	-2,48	-4,64
TRANSPORTE Y VIAS	C8	10,25	-2,72	3,77
DESARROLLO LOCAL	C9	0,37	-0,96	-0,30
SALUD Y SEGURIDAD	C10	1,94	-5,90	-1,98
EMPLEO	C11	12,57	17,40	14,99

La metodología de Delphi revela el consenso de los expertos, sobre los componentes ambientales que serán afectados con mayor intensidad, así como las actividades que ocasionarán mayores daños a los componentes ambientales, además de ser un método que elimina el carácter subjetivo del análisis.

Lo que ha permitido distinguir las etapas, componentes y actividades que se tomarán en consideración, en el plan de manejo ambiental, con la finalidad de reducir el impacto ambiental a los mismos.

La metodología del costo – beneficio ambiental, por su parte, interpreta los resultados en función del dinero que se requiere para implementar el proyecto Barrotieta y disponer adecuadamente los desechos en las celdas y vertederos de seguridad, en relación con la cantidad de dinero que se necesita para remediar los daños ambientales indiscriminados a la intemperie, que afectarán de manera significativa a la población y al ambiente.

Con estos resultados se ha compensado y mitigado, los componentes y actividades ambientales, en el plan de manejo ambiental, de tal forma que el proyecto se ejecute de forma ambientalmente segura.

3.5.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL A CONSIDERARSE EN EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Tabla 73. Consideraciones generales de los componentes ambientales del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Barrotieta y las medidas correctivas y preventivas a considerarse en el Plan de Manejo Ambiental

EIA	PMA
Componentes Ambientales	Medidas correctivas y preventivas a considerar
Calidad del suelo y topografía	Utilizar la misma tierra de la etapa de la construcción como manto vegetal en la etapa de cierre. Colocar correctamente la geomembrana y capa de arcilla.
Naturalidad paisajística	No permitir la acumulación de materiales de construcción a las afueras del terreno, destinado para el proyecto. Sembrar árboles en los alrededores y hacer jardines en las entradas al público. Diseñar e implementar un sistema de aireación natural y mecánica en bodegas. Diseñar un pozo séptico cuya descarga esté a 4 m. para evitar olores.
Calidad del aire	Etapa de construcción: Mantener húmedo el suelo para contrarrestar el polvo. Proteger los materiales finos de construcción con lonas.
Salud y seguridad	Almacenar los desechos de acuerdo a la norma técnica INEN 2288:2000. Implementar un sistema de detección y acción contra incendios. Formar un comité de emergencia a contingencias. Implementar procedimientos de seguridad, calidad y salud ocupacional y capacitar a todos los trabajadores.
Fauna y flora terrestre	Preservar la flora y mejorar las áreas adyacentes con la siembra de especies nativas u ornamentales.
Desarrollo local	Apoyar actividades orientadas al desarrollo de las comunidades ubicadas en el área.
Calidad del agua	Implementar un sistema de control permanente para los lixiviados. Implementar techados para las celdas de seguridad. Construir canales independientes para agua lluvia, agua superficial o escorrentías.
Transporte y vías	Colocación de señalización externa.
Empleo	Incrementar las plazas laborales.

Tabla 74. Matriz de costos y cronograma de ejecución del Plan de Manejo Ambiental

MATRIZ DE COSTOS Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
ITEM	MEDIDAS	PLAZO O PERIODICIDAD	RESPONSABLE	COSTOS USD/AÑO
1	PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS			
	CALIDAD DEL AIRE			
1.1	Plan humidificación del suelo para contrarrestar el polvo durante la etapa de construcción	Permanente durante etapa de Construcción	Jefe de Planta y Cía. Contratista	100
	Supervisión y control de acopio de materiales con granos finos en sitios adecuados y protegidos con lonas para evitar que la acción del viento levante partículas	Permanente	Jefe de Planta	100
	Plan de mantenimiento preventivo de vehículos, máquinas y equipos	Trimestral	Jefe de Planta	200
	RUIDO			
1.2	Supervisión y control de motores y equipos generadores de ruido	Permanente	Coordinador de HES y Jefe de planta.	200
	Dotación de equipo de protección auditivo para el personal	Semestral	Coordinador de HES y Jefe de planta.	100
	OLORES			
1.3	Control de la descarga del pozo séptico a una altura de 4 metros para evitar la emisión de olores.	Permanente	Jefe de planta.	400
	Mantenimiento del sistema de ventilación de las bodegas de almacenamiento temporal de desechos	Permanente	Jefe de planta.	500
	CALIDAD DEL AGUA			
1.4	Control del uso del agua: recolectar el agua lluvia, superficial o escorrentías en canales independientes para reutilizarla.	Permanente	Coordinador de HES y Jefe de planta.	200
	Control de las cajas de recolección de lixiviados	Permanente	Coordinador de HES y Jefe de planta.	100
	Mantenimiento del sistema de recolección de escorrentía externa	Permanente	Jefe de planta.	500
	CALIDAD DEL SUELO Y TOPOGRAFÍA			
1.5	Supervisión y control correcta de geomembrana y de la capa impermeabilizante de arcilla correctamente.	Permanente	Jefe de Planta	200
	Controlar periódicamente, las condiciones estructurales y constructivas de las celdas, caja de lixiviados, cubierta, paredes, etc.	Permanente	Jefe de Planta	200
	Aplicación del proceso de adecuación y reutilización del suelo producto de las excavaciones	Trimestral	Jefe de Planta	200
	Control de derrames al suelo y contingencia en caso de suscitarse	Permanente	Coordinador de HES y Jefe de planta.	100
	FLORA Y FAUNA			
1.6	Preservar la flora y mejorar las áreas adyacentes con la siembra de especies nativas u ornamentales.	Permanente	Jefe de Planta	300

Tabla 74. Matriz de costos y cronograma de ejecución del Plan de Manejo Ambiental.
(Continuación...)

MATRIZ DE COSTOS Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
ITEM	MEDIDAS	PLAZO O PERIODICIDAD	RESPONSABLE	COSTOS USD/AÑO
SEGURIDAD INDUSTRIAL				
1.7	Dotación de equipo de seguridad personal para cada actividad que se desarrolla en la planta	Anual	Coordinador de HES y Jefe de planta.	7200
	Mantenimiento de la señalización de la planta	Permanente	Coordinador de HES y Jefe de planta.	1000
	Actualización del Reglamento Interno de Seguridad Industrial	Anual	Coordinador de HES y Jefe de planta.	1000
NATURALIDAD PAISAJÍSTICA				
1.8	Evitar la descarga o acumulación de materiales de construcción en las afueras del terreno del proyecto.	Permanente	Coordinador de HES y Jefe de planta.	100
	Prohibir el parqueamiento de vehículos pesados al exterior del predio de la vía principal de acceso.	Permanente	Coordinador de HES y Jefe de planta.	100
	Formación de una zona de amortiguamiento mediante jardines que mejore la naturalidad del sector	Anual	Coordinador de HES y Jefe de planta.	100
TRAFICO VEHÍCULAR				
1.9	Plan de señalización de velocidades máximos fuera del predio.	Anual	Coordinador de HES y Jefe de planta.	200
	Previo al funcionamiento del proyecto, habilitar la calle S/N con la sección definida de la Administración Zonal Los Chillós.	Permanente	Gerencia y Jefe de Planta	2000
	Implementar señalización preventiva de ingreso y salida de vehículos de carga en el acceso desde la vía Pifo-Pintag.	Anual	Coordinador de HES y Jefe de planta.	200
	Plan de emergencias caso fortuito de accidentes de tránsito externos al predio	Anual	Coordinador de HES y Jefe de planta.	100
EMPLEO				
1.10	Incrementar las plazas laborales.	Anual	Jefe de planta.	200
PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL				
2.1	Plan de cumplimiento del Manual de Seguridad Industrial con el que cuenta la empresa	Anual	Coordinador de HES y Jefe de planta.	600
	Plan de cumplimiento del Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo	Anual	Coordinador de HES y Jefe de planta.	600
PLAN DE CONTINGENCIAS				
3.1	Mantenimiento de rotulación de contingencias y riesgo en el manejo de sustancias químicas	Permanente	Coordinador de HES y Jefe de planta.	1000
	Conformación del Comité de Contingencias	Trimestral	Coordinador de HES y Jefe de planta.	500

Tabla 74. Matriz de costos y cronograma de ejecución del Plan de Manejo Ambiental.
(Continuación...)

MATRIZ DE COSTOS Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
ITEM	MEDIDAS	PLAZO O PERIODICIDAD	RESPONSABLE	COSTOS USD/AÑO
3.1	Complementación del sistema de detección y protección contra incendios (instalación de gabinetes)	Primer bimestre de Etapa de Operación	Coordinador de HES y Jefe de planta.	3000
	Evaluación y reposición del material para manejo de derrames	Permanente	Coordinador de HES y Jefe de planta.	500
	Evaluación de Riesgos internos y externos	Primer trimestre de Etapa de Operación	Contratista y Coordinador de HES	2500
	Capacitación y entrenamiento en riesgos	Anual	Coordinador de HES y Jefe de planta.	1500
4	PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS			
4.1	Sistema de comunicación y capacitación de la población de El Inga	Anual	Asistencia de Gerencia	300
	Plan de Capacitación (educación ambiental personal de planta)	Anual	Asistente de Gerencia	1500
5	PLAN DE CAPACITACIÓN			
5.1	Campaña de capacitación sobre seguridad laboral y salud ocupacional	Anual	Asistencia de Gerencia	500
	Talleres de difusión del Proyecto Barrotieta, Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental.	Anual	Asistente de Gerencia	500
	Cursos de primeros auxilios, utilización de equipos de protección ambiental	Anual	Asistente de Gerencia	500
6	PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO			
6.1	Seguimiento mediante auditorías ambientales internas de cumplimiento, para evaluar la aplicación y documentación del Plan de Manejo Ambiental.	Anual	Coordinador de HES y Cía. Contratista	400
	Mediciones de ruido en la planta y su área de influencia	Semestral	Coordinador de HES y Cía. Contratista	300
	Monitoreo del contenido de metales pesados en el agua	Semestral	Coordinador de HES y Cía. Contratista	300
	Monitoreo del contenido de metales pesados en el suelo	Semestral	Coordinador de HES y Cía. Contratista	1000
	Monitoreo del contenido de metales pesados en los lixiviados, si los hubiere	Cuando amerite	Coordinador de HES y Cía. Contratista	1000
7	PLAN GENERAL DE ABANDONO			
7.1	Notificar el abandono de las instalaciones al organismo ambiental responsable.	Primer bimestre de Etapa de Cierre	Coordinador de HES y Cía. Contratista	100
	Plan de cierre técnico adecuado a las Monoceldas de Seguridad.	Segundo bimestre de Etapa de Cierre	Coordinador de HES y Cía. Contratista	200
	Plan de rehabilitación del área	Tercer bimestre de Etapa de Cierre	Coordinador de HES y Cía. Contratista	2000
				25500

3.6 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental será el instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, medidas, prácticas y acciones, orientados a prevenir, eliminar, minimizar o controlar aquellos impactos ambientales o sociales negativos y a la vez maximizar aquellos impactos positivos.

Por el tipo de proyecto y porque no se presentan afectaciones a pobladores (desalojos, reubicaciones, pérdida de bienes, etc.), o a entidades y servicios públicos (daños inevitables, cambios de características de los servicios, etc.) o afectación negativa a la calidad de vida de comunidades involucradas, no se considera que sean necesarias medidas de compensación.

El Plan de Manejo Ambiental ofrece:

1. Plan de prevención y mitigación de impactos
2. Plan de seguridad industrial
3. Plan de contingencias
4. Plan de relaciones comunitarias
5. Plan de capacitación
6. Plan de monitoreo y seguimiento
7. Plan general de abandono

3.6.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Objetivos

- Implementar medidas, actividades y procedimientos, para reducir, mitigar los impactos ambientales negativos identificados para el proyecto sobre los diferentes factores ambientales.

- Mejorar la percepción de la comunidad con respecto a la operación del proyecto Barrotieta.

Actividades

Las actividades que se ejecutarán se describen a continuación:

3.6.1.1 Etapa de Construcción

En la etapa de construcción de la infraestructura para el Proyecto Barrotieta, las medidas de prevención están relacionadas directamente con el control de emisiones de polvo, ruido y vibración.

En el área destinada para el proyecto no se registran especies de flora y fauna de relevancia o que impidan las labores de construcción, por tales razones no se plantean medidas para estos factores ambientales mencionados.

a. Calidad del Aire

Durante la etapa de construcción, se recomienda espolvorear agua en el terreno y de igual forma en los caminos, con la finalidad de mitigar las emisiones de polvos fortuitos.

- Utilizar lonas impermeables de poliéster revestido de acrílico, como cubierta en las volquetas que trasladan el material de construcción, evitando la alteración del aire por el desprendimiento de partículas de polvo.
- Adecuar las rutas de acceso con grava o adoquinar las vías.

Los trabajadores deberán utilizar mascarillas para polvos (3M 8210) y orejeras para protección craneana (casco 3M Lumina).

Los vehículos deberán circular a velocidades no mayores de 20 km/h dentro de la zona del Proyecto, especialmente si los materiales tienen que ser transportados por sitios cercanos a asentamientos poblacionales.

Ejecutar los trabajos con equipos, máquinas y procedimientos constructivos que no emitan contaminantes gaseosos hacia la atmósfera.

b. Nivel sonoro

Debido a la construcción se originará ruido por la utilización de retroexcavadoras, taladros y demás equipos; estas son acciones puntuales, necesarias e inevitables pero de carácter temporal. Se elegirá equipos y maquinarias que generen un ruido inferior a los 80 dB_A.

De existir maquinarias que generen ruidos superiores al expuesto, se deberá colocar en sus motores una protección en caja de espuma flex, además de efectuarse un mantenimiento preventivo de los mismos.

Se deberá dotar de materiales de protección auditiva (Tapon 3M 1110 Auto expansible NRR 39 dB con cordel) al personal que labora con equipos y cerca de las maquinarias que generen ruido superior a 80 dB_A.

c. Calidad del suelo

En la etapa de construcción, los impactos identificados en el suelo por efecto de la construcción son de carácter irreversible y solamente podrán ser remediados una vez que se haya terminado la construcción. En este sentido se recomienda que para el cierre de la etapa de construcción se mantenga todo el suelo no utilizado por la infraestructura, con la misma cubierta vegetal para evitar futuros procesos de erosión.

A lo largo de las actividades constructivas, se mantendrán las labores de recolección selectiva y desalojo de diversos tipos de residuos, así como de retirada de ciertos elementos constructivos (andamios, cofres, tableros de madera, herramientas menores, cables, etc.)

Los materiales producto de la construcción y adecuación de tierras que no se utilicen para nivelar plataformas contempladas en el proyecto se deberá desalojar y transportar adecuadamente hacia escombreras autorizadas por el Ilustre municipio del cantón Quito.

Los desechos sólidos comunes generados serán almacenados en recipientes ubicados estratégicamente en el interior del lote del proyecto, de manera diferenciada entre residuos orgánicos e inorgánicos.

En cualquier actividad deberá evitarse derrames de cualquier tipo con el fin de no contaminar al suelo.

d. Calidad del agua y saneamiento ambiental

Las aguas provenientes del uso de sanitarios y duchas utilizadas por el personal encargado de la construcción, deberán ser conducidas a un pozo séptico, el mismo que deberá tener un mantenimiento adecuado, y deberá ser desalojado por un gestor autorizado de pozos sépticos para dar tratamiento a dichas aguas.

En relación con eventuales derrames de aceites y combustibles en el sitio del proyecto o en las vías del sector, deberán ser recogidos de inmediato y retirar el suelo que resultara contaminado y su disposición final debe realizarse mediante un gestor calificado.

e. Naturalidad Paisajística

Evitar la acumulación de materiales de construcción (arena, ripio, cemento) en las afueras del terreno destinado para el proyecto, especialmente en la vía principal de acceso (vía Pifo – Sangolquí), que deberán permanecer libre de cualquier obstáculo.

Prohibir el parqueo de vehículos pesados de 3 ejes en el exterior del predio, en la vía principal de acceso.

Complementariamente, se recomienda que en los alrededores del predio destinado para el proyecto se siembre especies arbóreas y arbustivas nativas a fin de formar una zona de amortiguamiento que tienda a mejorar la naturalidad del sector y la calidad del aire. Para esto se deberá coordinar acciones con el propietario o propietarios de los lotes adyacentes.

f. Tráfico vehicular externo (Red Vial)

a) Señalizar apropiada de límite de máxima velocidad dentro (20 km/h) y fuera (50 km/h) del predio, para los vehículos que ingresen a cargar o a desalojar cualquier tipo de material o desecho.

b) Implantar un sistema de señalización, precautelando y previniendo a los pedestres y vehículos de las molestias causadas, el cual deberá iniciarse, por lo menos, 200 m antes de la obra sobre el camino de acceso al sitio de implementación del proyecto. Se deberá disponer de personal necesario con los respectivos banderines de seguridad para la prevención de posibles accidentes de tránsito, cuando haya ingreso y salida de vehículos del sitio de la construcción.

En el caso fortuito de accidentes de tránsito causados por los vehículos que transportan estos materiales, la empresa constructora deberá llamar inmediatamente a organismos de socorro de la población más cercana para asistir a la (s) persona (s) afectada (s) y posteriormente se efectuara las indagaciones

respectivas conjuntamente con las autoridades competentes, para determinar culpables y responsables de dicha eventualidad a fin de subsanar lo ocurrido.

Registrar el movimiento de maquinaria pesada y vehículos únicamente a los sectores de trabajo, así como a la utilización de rutas y caminos previstos, de esta forma se evitará la generación de polvo en suspensión, ruido y emisiones gaseosas a la atmósfera a otros sectores que no sean los sitios y rutas autorizadas, lo que implica que se deberá evitar la circulación por sectores y caminos no autorizados a fin de evitar y reducir el riesgo de accidentes personales de trabajadores y de la población en general.

g. Otras medidas durante la construcción

Como requerimientos mínimos de seguridad y salud ocupacional, se debe considerar las siguientes medidas:

1. Instruir al personal técnico y obrero previo el inicio de la construcción de las obras, sobre los siguientes temas:
 - Importancia de la seguridad en los trabajos
 - Importancia de informar y analizar los accidentes
 - Uso correcto y oportuno del equipo de protección personal
 - Higiene personal y colectiva
 - Conciencia ambiental
 - Prevención de accidentes

2. Proveer al personal técnico y obrero con indumentaria y protección para efectuar el trabajo asignado. El equipo mínimo obligatorio, comprenderá:
 - Cascos craneales protectores de PVC
 - Guantes de cuero
 - Botas de caucho y zapatos punta de acero

- Indumentaria apropiada para el trabajo
3. Disponer de un botiquín de primeros auxilios e implementos básicos para cubrir atenciones emergentes.

Los accidentes eventuales durante la etapa de construcción del proyecto, deberán ser previstos anticipadamente, por lo cual se nombrará un comité evaluador de riesgos que encargará de hacer simulacros de los mismos. Para alcanzar este objetivo se debe cumplir todos los procedimientos y normas de seguridad creadas a lo largo de este plan de manejo ambiental.

3.6.1.2 Etapa de Operación

Durante la etapa de operación se recomienda desarrollar todas las actividades que se enlistan a continuación con el fin de mitigar los impactos negativos en el ambiente interno y externo al proyecto.

a. Calidad del aire

Almacenamiento Temporal de Residuos

El almacenamiento de los desechos peligrosos deberá hacerse de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTN INEN 2-266:2000. Adicionalmente la bodega de almacenamiento temporal de los residuos y lodos a ser dispuestos en las celdas y vertederos de seguridad, deberán cumplir con las normas dispuestas en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos en el Título V del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, que hacen referencia al transporte, almacenamiento y manejo de éste tipo de desechos.

Las bodegas de almacenamiento para desechos deben tener una buena circulación de aire, para facilitar una adecuada ventilación y evitar la emanación de gases que pueden ser de carácter tóxico.

Ruido

Se considera que este tipo de proyecto no puede ser generador de ruido que afecte a las inmediaciones. Las actividades producto del almacenamiento de las celdas de seguridad y en la bodega de almacenamiento temporal de residuos, no son generadoras de ruido que sobrepase los límites máximos permisibles.

Sin embargo, se realizará un monitoreo de ruido anualmente con el fin de garantizar que el ruido generado en la operación del proyecto está dentro de los límites permisibles de nivel de presión sonora hacia el ambiente interno y externo, según la norma de ruido vigente a nivel nacional (establecida en el texto unificado de legislación ambiental secundaria), que para zona industrial (se ha elegido este uso de suelo por cuanto en el área que se implantará Incinerox lo harán también otras industrias) indica que el nivel de presión sonora equivalente en horario de 06h00 a 20h00 no debe superar los 70 dB_A y en horario de 20h00 a 06h00 no deberá superar los 65 dB_A.

Olores

La fase de operación podría generar olores en la manipulación de los residuos y el transporte de los desechos. Se recomienda que los vehículos que conducen los desechos hacia el Proyecto - Barrotieta sean furgones cerrados, para evitar la fuga de posibles olores durante el transporte.

Las bodegas de almacenamiento de residuos, deben tener suficiente aireación natural para evitar la concentración de olores, para lo cual se instalará sistemas de venteo a lo largo de las paredes de las bodegas. La cámara de recolección de

lixiviados (si los hubiere) también deberá tener un sistema de aireación ya sea natural o mecánico.

Por otro lado los alrededores del pozo séptico estarán expuestos a olores producidos por la descomposición de materia orgánica allí contenida (producción de metano). Para evitar que la emisión de olores perturbe el ambiente, se recomienda que la descarga sea a una altura de 4 m, donde pueden disiparse minimizando el impacto.

b. Calidad del agua

El proyecto Barrotieta será construido cumpliendo las normas de seguridad para evitar cualquier tipo de filtraciones hacia el subsuelo. Para esto el fondo y las paredes laterales de las celdas y vertederos de seguridad, estarán protegidos con capa interior de geomembrana y la pared posterior será de hormigón, dispondrá de una cubierta, adicionalmente se contará con un pozo impermeable para recolección de los posibles lixiviados, el cual será periódicamente controlado y registrado.

El agua lluvia, el agua superficial o escorrentías serán recolectadas en canales independientes, y serán conducidas mediante tuberías hacia el reservorio construido en el predio del Proyecto Barrotieta con el fin de almacenar esta agua para reserva y reutilizarla.

Recolección y control de lixiviados

Por la composición que presentan los desechos y lodos a ser dispuestos en las respectivas celdas y vertederos de seguridad, se asume que no generarán lixiviados, sin embargo, para mayor seguridad se dispondrá de pozos de recolección manual de lixiviados, los cuales serán periódicamente controlados y registrados.

Dado que no se conocen los volúmenes exactos de lixiviados que podrían producirse, no se puede determinar con exactitud cada cuanto tiempo éstos serán llevados a tratamiento. Se estima que debido a que las celdas de seguridad tendrá una cubierta que lo aísla totalmente del contacto con la lluvia, un aislamiento impermeabilizante hacia el suelo, geomembrana y pared de hormigón, los volúmenes de lixiviado serán inexistentes o escasos.

Sin embargo, cuando el nivel ascienda a unos 2/3 de la profundidad total del pozo de recolección de lixiviados y previo a su tratamiento, se tomará una muestra del lixiviado para su caracterización evaluando este resultado con los valores que se encuentran en la tabla 12 del Anexo No. 1 del TULAS. Toda esta información generada será registrada y archivada para efectos de auditorías internas o externas.

Tratamiento de lixiviados

Dependiendo del análisis respectivo y del volumen generado, se procederá al tratamiento de los lixiviados producidos en las celdas de seguridad. Los lixiviados que se puedan presentar serán trasladados a la planta incineradora de Pifo para cerrar así el ciclo de gestión de residuos.

Es también importante que se monitoree el agua subterránea y el medio subsuperficial. La frecuencia dependerá de la cantidad producida de lixiviados y si se detecta o se sospecha de una posible fuga hacia el subsuelo. Un método para asegurar que el agua subterránea bajo una instalación de disposición o eliminación en el terreno no esté contaminada lo proporciona el muestreo y análisis del agua, procedente de sondeos de monitoreo bien emplazados.

Los parámetros que deberán medirse son pH, conductividad, metales pesados y se recomienda que los valores reportados se comparen con los criterios de calidad establecidos para aguas subterráneas (Libro VI. Anexo 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, Tabla 5).

Para el caso de la calidad de los lixiviados, se recomienda que el análisis físico-químico de éstos, se compare con la norma de descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce (Libro VI. Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes, tabla 12).

c. Calidad del suelo y del subsuelo

Durante la impermeabilización de las celdas y vertederos de seguridad se debe poner especial atención a la correcta colocación de la geomembrana y de la capa impermeabilizante de arcilla para evitar problemas posteriores.

Flora y Fauna

Tal como se observó en el análisis de impactos ambientales, ninguna de las actividades contempladas dentro de la fase de operación podría tener un impacto negativo en la flora o fauna existente en el área del proyecto por cuanto al ser un área que presenta ya una intervención y en la cual no se identifica flora o fauna de relevancia biótica.

Paisaje

La empresa deberá disponer de una área destinada a jardín, en la cual se realizara la siembra de diferentes especies de plantas, las cuales mejoran el ornato de las instalaciones, además en el perímetro se deberán sembrados árboles nativos de la zona.

En la operación normal del Proyecto Barrotieta se evitará todo tipo de descarga o la acumulación de cualquier tipo de material en el interior o exterior de planta, las zonas destinadas al acceso de vehículos permanecerán libres de cualquier obstáculo, facilitando el ingreso de cualquier medio de transporte.

3.6.2 PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Objetivo

Asegurar que la operación del Proyecto Barrotieta cuente con las correspondientes condiciones de seguridad, señalización, rotulación adecuada, y con los medios necesarios para prevenir o afrontar cualquier tipo de emergencia o riesgo.

Actividades

Las diferentes actividades contempladas en este proyecto demandan la utilización de un equipo de seguridad para personal que laborará en los procesos de construcción y operación, de conformidad con las normas de seguridad, establecidas en el Plan de Seguridad Industrial, con énfasis en aquellos empleados que estarán expuestos a mayor riesgo, como en el caso de los operadores encargados de la recepción, clasificación, desembalaje y almacenamiento temporal de los residuos.

Los encargados de la operación, mantenimiento de las celdas de seguridad y manejo de los lixiviados también deberán cumplir con las normas establecidas en el Plan de Seguridad Industrial.

3.6.2.1 Procedimiento de Seguridad Industrial

Manual de procedimientos de Seguridad Industrial

La empresa Incinerox Cía. Ltda., cuenta con un manual de seguridad industrial que ha sido diseñado por la consultora Axioma el 6 de febrero del 2001, luego re diseñado por el Ing. David Villacís, QHSE en febrero del 2006 y actualizado en octubre del 2011 y actualizado en octubre del 2011 fecha desde la cual está en vigencia. En la actualidad se han realizado varias modificaciones a este manual,

las mismas que han permitido mejorar tanto el desarrollo de la empresa como la seguridad del personal de la misma.

El propósito de este manual es definir las responsabilidades del personal y los controles aplicados a las actividades con las operaciones en cualquier área del Proyecto Barrotieta.

Los procedimientos deberán ser cumplidos estrictamente por todos los empleados de la compañía y su aplicación será asegurada mediante el continuo entrenamiento y desarrollo de empleados existentes y nuevos.

El manual fue elaborado como un documento de consulta permanente al cual todos los empleados tendrán fácil acceso y estarán familiarizados con su contenido.

Todos los jefes departamentales se asegurarán que los empleados a su mando estén completamente enterados de las partes de este manual.

Los procedimientos considerados en el manual son:

- Almacenamiento temporal de desechos peligrosos
- Permisos de trabajo eléctrico, mecánico y de construcción
- Análisis y evaluación de riesgos de trabajo
- Equipo de protección personal (mascarillas, gafas, orejeras, cascos de PVC, botas punta de acero, trajes tibet, overoles)
- Emergencia médicas
 - Botiquín industrial
 - Advertencias sobre el uso del botiquín industrial
 - Hoja de control del botiquín
- Trabajos en caliente
 - Permiso de trabajo en caliente
- Seguridad en trabajos eléctricos

- Señalización
 - Señalización de la planta
- Orden de la planta
- Contra incendio y evacuación
 - Correcto uso de los extintores A, B, C
 - Capacitación y simulacros contra incendio
 - Pruebas e inspecciones de extintores
- Manipulación de carga
 - Método para levantar una carga
- Salud e higiene
- Visitas
 - Registro de visitas
- Manipulación de desechos tóxicos peligrosos
 - Clasificación de los materiales peligrosos

3.6.2.2 Reglamento Interno de Seguridad Industrial

Este reglamento define las responsabilidades y obligaciones a las cuales están sujetos tanto la Empresa que auspicia el Proyecto Barrotieta, como todo el personal de su empresa.

El Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Compañía INCINEROX CIA. LTDA., fue aprobado el 8 de septiembre del 2003 por parte del Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, fecha desde la cual entro en vigencia

La revisión periódica de los distintos procesos que se desarrollan permite ir incorporando continuas mejoras y prácticas más seguras de trabajo a fin de evitar posibles accidentes de trabajo en su personal.

El fiel cumplimiento de esta política es responsabilidad de todos quienes hacen la empresa y forman parte de Proyecto Barrotieta, para garantizar su aplicación, se

capacitará y se motivará al personal a la vez que se evaluará su desempeño en las prácticas de trabajo, promoviendo la participación, cooperación y compromiso con la prevención de cualquier tipo de accidentes, enfermedades ocupacionales y otras.

La Gerencia General, el Jefe de Proyecto y el Jefe de Salud, Seguridad y Medio Ambiente serán los responsables del fiel cumplimiento de ésta política y de su revisión periódica, al mismo tiempo que garantizará la asignación de los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios.

Los desechos dispuestos debidamente para ser confinados en las celdas y vertederos de seguridad, serán almacenados temporalmente bajo las siguientes condiciones:

- Los tanques plásticos con los desechos no deben ser colocados directamente en el suelo sino sobre plataformas o paletas.
- Los tanques serán apiladas de tal forma que no se dañen unas con otras.
- Los tanques serán apilados en las paletas de acuerdo a una sola clasificación.
- Los bloques para apilar pacas deberán tener un ancho de dos paletas y un largo que no excederá de los $\frac{3}{4}$ del largo de la bodega.
- La distancia libre entre bloques deberá ser de 1m.
- La altura de apilado no deberá exceder a los $\frac{3}{4}$ de la altura de la bodegas, cada paca no debe tener más de 1,3 m de alto.

3.6.3 PLAN DE CONTINGENCIAS

Objetivo

Alcanzar una eficiente capacidad de respuesta, en caso de que se presente una emergencia, en cada fase del proyecto.

Actividades

Las actividades a realizarse en caso de emergencia son las siguientes:

3.6.3.1 Comité de Contingencias

Se deberá designar a un coordinador, capacitado y entrenado, que es el responsable de tomar las decisiones necesarias para afrontar cualquier emergencia que se presente.

Los equipos y materiales necesarios para hacer frente a cualquier emergencia estarán distribuidos en cada área, perfectamente identificados y en lugares fácilmente accesibles.

Para el efecto se conformará un Comité de Emergencia que este integrado por el Jefe de Planta y los Coordinadores de turno.

Los cuáles serán los responsables de llevar a cabo las medidas necesarias en el caso de presentarse cualquier tipo de emergencia.

3.6.3.2 Señalización de la Planta

La señalización a implementarse en el Proyecto Barrotieta se realizará de acuerdo a lo establecido en las normas INEN 2-288:2000, y al Manual de Procedimientos de Seguridad Industrial.

El Jefe de Planta es el responsable de informar al personal administrativo y de planta de la utilidad y significado de cada uno de los símbolos, señales y colores ubicados en la planta.

Los sitios señalizados serán:

- Áreas de almacenamiento de residuos
- Áreas de administración y parqueo
- Las salidas de emergencia y puntos de reunión
- La ubicación de los extintores
- El botiquín de primeros auxilios
- Las áreas de trabajo donde se requiere equipos e implementos de protección personal.

Dentro del Plan de Contingencia se debe establecer un sitio de reunión al cual debe concurrir todo el personal de la planta de presentarse una emergencia.

3.6.3.3 Procedimiento en caso de incendio

De producirse una situación de incendio se deben considerar los siguientes aspectos:

La persona que detecta la situación debe comunicar inmediatamente al responsable de la seguridad industrial del Proyecto Barrotieta.

El responsable de la Seguridad Industrial dará la voz de alarma al personal para la evacuación inmediata del sitio del flagelo. Para el efecto se dispondrá de un sistema de detección de incendios, con alarma, cuya señal sonora se escuche en toda la planta.

Una vez dada la voz de alarma al personal, el responsable de la seguridad industrial y el coordinador de planta, procederán a evaluar la magnitud del incendio y determinar si es necesaria la intervención de medios externos de auxilio como son las brigadas del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.

Es indispensable que se disponga en forma inmediata de los números telefónicos importantes, los cuales estarán ubicados en un sitio perfectamente visible y conocido por todos los empleados.

Si la magnitud del incendio no es mayor y puede ser controlado por medios internos, sin exponer a los trabajadores a daños físicos, se procederá a hacerlo, considerando las siguientes observaciones:

Todos los empleados estarán capacitados en el uso correcto de los equipos antes detallados; para el efecto la empresa realizará permanentemente capacitaciones con charlas y talleres prácticos para evitar y mitigar un incendio o derrame y otros. Para el efecto la empresa contará con la asistencia técnica de varias organizaciones y empresas especializadas en este tema.

El coordinador del comité es el responsable de desconectar el suministro de energía eléctrica de la planta, para lo cual deberá estar perfectamente familiarizado con el procedimiento. Esta medida contribuirá a minimizar el riesgo de cortocircuitos ó, posible propagación del fuego.

El control y evaluación permanente de los equipos de seguridad y los implementos de protección personal, gabinetes, extintores y sistema de detección

de incendios estará a cargo del jefe de planta el cual deberá realizar controles mensuales lo que incluye: inspección física de equipos contra incendios, verificación y localización de los equipos, verificación de estado y localización de señalización de identificación de extintores. Además de elaborar el respectivo formulario de inspección y control de todos los equipos del sistema instalado.

Procedimiento de evacuación frente a una emergencia:

- El personal más cercano a la contingencia deberá activar la alarma cuando se observe un conato de incendio o se detecte la presencia de humo
- El personal deberá evacuar la planta al punto de reunión estratégico establecido en el terreno
- En el punto de reunión se verificará que todo el personal de la planta y los visitantes estén presentes
- El personal encargado de la brigada de contingencias evaluará el tipo de emergencia y definirá las acciones a tomar.
- Las brigadas de acción frente a contingencias actuarán de conformidad con las instrucciones impartidas para el caso
- Se comunicará a los organismos externos de auxilio dependiendo del tipo de la magnitud de la emergencia

a. Sistema de detección y protección contra incendios

El sistema contra incendios estará basado en las Normas NFPA 58 y 59, los equipos con que se cuenta para mitigar un flagelo, constarán básicamente de gabinetes, extintores, sistema automático de alarmas y sensores y el equipo de protección personal adecuado, todos estos equipos deberán estar ubicados en sitios accesibles y estratégicos, para poder combatir un incendio. Además de contar con la señalización y rotulación respectiva basadas en las normas INEN 2-288:2000.

La distribución de estos equipos deberá realizarse de acuerdo a los detalles mencionados en la tabla 75.

Tabla 75. Distribución de gabinetes y extintores

No. de extintores	Ubicación	Tipo	Capacidad (lb)
1	Área de almacenamiento temporal de desechos	PQS-ABC	150
1	Área de almacenamiento de combustible para generador	PQS-ABC	150
2	Área de recepción, administración y guardianía	PQS-A	15
No. de Gabinetes	Ubicación	Tipo	Capacidad (gal/min)
1	Frente al área de almacenamiento de desechos industriales líquidos e inflamables	35 metros de radio de acción	60
1	Frente al área de almacenamiento de combustible y junto al área de campamento, recepción, administración y guardianía	35 metros de radio de acción	60
1	Área desechos peligrosos	35 metros de radio de acción	60

El Proyecto Barrotieta deberá contar con un sistema automático para la detección de incendios instalado principalmente en las áreas de almacenamiento de los desechos.

La ubicación de los detectores se indica en la tabla 76 y serán periódicamente controlados con el fin de verificar su correcto funcionamiento, el jefe de planta será el encargado de realizar dicho control y deberá elaborar el respectivo formulario establecido para el efecto.

Tabla 76. Ubicación de detectores de humo

No. De detectores	Ubicación	Tipo
6	Área de almacenamiento temporal de desechos Industriales	Automático
2	Área de adecuación de Desechos	Automático
2	Área desechos inflamables	Automático
3	Área de campamento, recepción, administración y guardianía	Automático

Los extintores mencionados, serán cilindros sin costura y con una resistencia a la rotura de 1800 psi de presión y dispondrán de la respectiva válvula de seguridad.

b. Inflamables

Cuando se trate de incendios pequeños se debe utilizar polvos químicos secos, dióxido de carbono (CO₂), rocío de agua o espuma resistente al alcohol.

En caso de incendios grandes se deberá:

- Utilizar rocío de agua, niebla o espuma resistente al alcohol.
- Se deben mover los contenedores del área de fuego si se lo puede hacer sin ningún riesgo
- Hacer un dique de contención para el desecho posterior del agua que controla el fuego. No se debe desparramar el material.
- Se debe utilizar rocío de agua, no se debe aplicar chorros directos.

En caso de que el incendio involucre tanques de almacenamiento hay que combatirlo de la siguiente manera:

- Desde una distancia máxima de 10 metros, se debe utilizar mangueras o chiflones reguladores de los gabinetes instalados.
- Se debe enfriar los contenedores con chorros de agua hasta mucho después que el fuego se haya extinguido.

- Hay que retirarse inmediatamente si sale un sonido creciente de los mecanismos de seguridad o si el tanque se empieza a decolorar.
- Hay que mantenerse siempre alejado de tanques envueltos en fuego.
- Cuando el incendio sea masivo, se deben utilizar soportes fijos para mangueras o los chiflones reguladores, si esto es imposible hay que retirarse del área y dejar que arda.

c. Procedimiento en caso de incendio

Accidentes leves

Los primeros auxilios que se podrían proporcionar en caso de presentarse un accidente con el personal son:

- Mover a la víctima a donde respire aire fresco.
- Llamar a los servicios médicos de emergencia.
- Aplicar respiración artificial si la víctima no respira.
- No usar el método de respiración boca a boca si la víctima ingirió o inhaló la sustancia: proporcione la respiración artificial con la ayuda de una máscara de bolsillo o con una válvula de una sola vía u otro dispositivo médico de respiración.
- Suministrar oxígeno si respira con dificultad.
- Quitar la ropa y calzado contaminados.
- En caso de contacto con la sustancia, enjuagar inmediatamente la piel o los ojos con agua corriente por lo menos durante 20 minutos.
- Lavar la piel con agua y jabón.
- Mantener la víctima en reposo y con temperatura corporal normal.
- Los efectos por exposición a la sustancia por (inhalación, ingestión o contacto con la piel) se pueden presentar en forma retardada.
- Asegurarse que el personal médico tenga conocimiento de los materiales involucrados y tomar las precauciones para protegerse a sí mismos.

Accidentes graves

En el caso de presentarse un accidente grave con el personal, debido a que las instalaciones se encuentran ubicadas alejadas de centros poblados donde puedan recibir una atención adecuada, las acciones a tomarse serán las siguientes:

- Suministrar los primeros auxilios a la persona accidentada.
- Realizar una llamada telefónica al Centro Médico, para reportar el accidente e indicar que se realizará el traslado de la o las personas accidentadas a dicho centro médico.
- Trasladar al paciente al Centro Médico
- Comunicar vía telefónica del accidente suscitado.

3.6.3.4 Procedimientos de seguridad frente a un riesgo sísmico

- Fijar muy bien a las paredes elementos como: estantes, repisas, armarios y en general cualquier objeto pesado que pudiera oscilar o caer.
- No colocar combustibles, herramientas y materiales pesados en general, en estantes o lugares altos, de donde pudieran caer sobre personas.
- Tener siempre a mano una linterna de pilas, radio o teléfono portátil, materiales básicos de primeros auxilios y zapatos o zapatillas adicionales. Recuerde que no se puede ni debe caminar descalzo, por ningún concepto, en las instalaciones del proyecto.
- En caso de ocurrencia de sismos, recordar que éstos generalmente no son destructivos. Practicar el autocontrol, los nervios son contagiosos y una conducta atolondrada e imprudente puede causar más daño que el sismo.

- Al sentir un sismo (temblor), inmediatamente protegerse bajo una mesa o escritorio, o colocarse bajo el dintel de la puerta. Aléjese de ventanas y puertas de vidrio. Una buena alternativa es salir a un sitio despejado donde no haya peligro de caída de objetos.
- Después de un temblor, verificar el estado de lámparas, tanques de almacenamiento de lubricantes en general. Si ocurre en la noche, por ningún motivo prenda velas o fósforos, realizar la inspección utilizando linterna de pilas
- Documentar la intensidad del sismo utilizando la escala subjetiva de Richter y reportar inmediatamente a la gerencia del proyecto, la fecha, hora de ocurrencia y duración estimada del evento, conjuntamente con el reporte de daños.
- Realizar simulacros periódicos y evaluar los procedimientos, introduciendo mejoras, de ser necesario.

3.6.3.5 Detección y evaluación de riesgos internos y externos

Los riesgos externos hacen relación a los riesgos naturales locales, regionales y, bajo ciertas circunstancias, nacionales. Su estudio, erradicación o atenuación son responsabilidad del comité local o regional de emergencias, en la cual debe participar activamente el personal del Proyecto Barrotieta, cuyo comité de riesgos debe tenerlos en cuenta, en primer lugar para elaborar el plan considerando las necesidades técnicas surgidas de las características específicas y de la magnitud de los riesgos detectados y, en segundo lugar, para diseñar los "ejercicios de simulación y simulacros de atención de víctimas en masa y evacuación" utilizando prioritariamente situaciones de desastre derivadas de los riesgos detectados.

Los riesgos internos se refieren a riesgos de tipo industrial que podrían ocurrir dentro de las instalaciones de la empresa.

Es muy importante cuando se manipulen desechos considerados como peligrosos que se lleve a cabo un etiquetado de precaución conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana NTN INEN 2288:2000. Este etiquetado de precaución debe ser hecho en un lenguaje práctico, no basado solamente en las propiedades inherentes al producto, sino dirigido hacia la eliminación de desechos resultantes del uso ocupacional, manejo y almacenamiento normales. Habrá productos que no presenten riesgos en el manejo y almacenamiento normales, para éstos no son necesarias declaraciones de precaución en la etiqueta.

En las etiquetas de precaución se incluye la siguiente información:

- Identificación del producto o componente(s) peligroso(s)
- Palabra clave
- Declaración de riesgos
- Medidas de precaución
- Instrucciones en caso de contacto o explosión
- Antídotos
- Instrucciones en caso de incendio
- Instrucciones para manejo y almacenamiento adecuado de recipientes

Hay cuatro factores muy importantes que deben considerarse, para controlar los riesgos de accidente o sobre-exposición asociados a los desechos peligrosos:

- Conocimiento de las propiedades físico químicas
- Educación y entrenamiento del personal expuesto, todos los días
- Chequeo diario de las condiciones de los equipo y máquinas
- Supervisión efectiva

No es correcto llegar a la conclusión de que toda exposición a un desecho peligroso tendrá como resultado, una lesión o una enfermedad, aunque es

necesario considerarla peligrosa cuando no se conocen bien sus propiedades físico-químicas.

a. Capacitación y entrenamiento en riesgos

La educación y el entrenamiento a todo el personal del Proyecto Barrotieta son indispensables. Una vez que se ha adquirido los conocimientos necesarios sobre los riesgos en el manejo o manipulación de desechos peligrosos, sus peligros y medidas a tomar, es necesario comunicar eficazmente esta información a todos los supervisores y trabajadores.

Los trabajadores deben conocer las características físico-químicas de los desechos peligrosos con los que trabajan y las precauciones que son necesarias para su manipulación. Serán entrenados en los procedimientos, prácticas y normas de trabajo. Recibirán información sobre el uso, mantenimiento y limitaciones de los equipos de protección personal recomendados. La ventilación y su uso también es un aspecto importante. Deben conocer la localización de los equipos de emergencia requeridos y cómo usarlos.

El entrenamiento en prácticas de prevención y combate de incendios deben ser tomados en cuenta.

b. Controles de ingeniería

La Norma Técnica Ecuatoriana NTN INEN 2-266:200 enfatiza que la educación, la disciplina y los controles de ingeniería son tres factores fundamentales en la prevención de accidentes. Los controles de ingeniería tienen una primordial importancia en la salud ocupacional y en la prevención de accidentes. Siempre que sea factible, todos los peligros, incluyendo los asociados a los productos químicos-deben ser controlados por métodos de ingeniería. A través de estos métodos, la exposición del trabajador se elimina por completo o se reduce al mínimo.

La revisión y la evaluación de los controles de ingeniería deben empezar desde el inicio, cuando se consideren todos los procesos que se van a llevar a cabo en el Proyecto Barrotieta.

c. Supervisión efectiva

La gerencia tiene el control de todos los aspectos del ambiente de trabajo y debe controlar con eficacia la salud de los trabajadores. Esto se logra cuando se establece un sistema de organización para asegurar el reconocimiento, control y evaluación de los peligros ocupacionales.

Las MSDS y caracterización de los desechos deben estar a disposición del personal técnico en algún sitio de la planta. Complementariamente las tarjetas de emergencia se encontrarán en todas las áreas en las que se manipule desechos. Todos deben conocer su ubicación y la manera adecuada de utilizarlas.

Es recomendable la formación de un Comité de Riesgos en el cual colabore el personal de las diferentes áreas del Proyecto Barrotieta y con la asesoría técnica que requiera, el comité debe iniciar una actividad que habrá de convertirse en rutina permanente y que está relacionada con la detección, evaluación y, si es posible, erradicación de riesgos o en su reducción al mínimo posible.

Esta actividad se encuentra íntimamente relacionada con la implementación de un Plan de Seguridad el cual debe contemplar la planificación y realización de toda la señalización adecuada en todas las áreas del Proyecto Barrotieta.

Se debe dar especial atención a las salidas de emergencia, las escaleras y las áreas de circulación restringida, dentro de las que se debe incluir a aquellas que se consideren peligrosas y que deben tener señalización especial.

Todas las actividades enumeradas en este punto podrían realizarse en coordinación con instituciones como Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil, Ejército, Obras Públicas, etc., que tienen mayor experiencia, perfil técnico y especialización.

3.6.4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS

Objetivo

Armonizar las relaciones entre la comunidad y quienes desarrollan el proyecto Barrotieta, basadas en el respeto y el diálogo, buscando prevenir posibles conflictos sociales con las poblaciones del entorno, participar positivamente en la gestión y solución de los problemas sociales que enfrentan los grupos poblacionales asentados en el área de influencia del proyecto.

Identificar y monitorear los aspectos sociales claves en relación con el Proyecto Barrotieta, a fin de potenciar los impactos positivos y minimizar o eliminar los negativos que resulten de la ejecución del mismo.

Programas

La empresa operadora del Proyecto Barrotieta, la Secretaria del Ambiente, el Ministerio del Ambiente y la comunidad desarrollarán el programa de actividades que permita disminuir los efectos negativos y optimizar los positivos, además de informar y comunicar el Estudio de Impacto Ambiental, para el desarrollo del Plan de Relaciones Comunitarias se incluyen los siguientes programas:

a. Programa de Comunicación

El público interno comprende a los trabajadores de la empresa, contratistas y accionistas, el público externo comprende a los clientes, proveedores, líderes de opinión de sectores económicos, políticos y sociales, representantes de los medios de comunicación, autoridades locales, y en especial a los representantes de organizaciones sociales de los centros poblados ubicados dentro del área de influencia directa del Proyecto, con quienes se mantiene una comunicación constante y una correspondencia periódica de información.

Para los receptores internos, el Programa de Comunicaciones está destinado a fortalecer la percepción sobre el Proyecto y sus contribuciones al desarrollo de la zona, sobre las estrategias de construcción y operación que se empleen.

b. Programa de difusión del Estudio de Impacto Ambiental

La difusión del Estudio de Impacto Ambiental dirigida a los miembros de la Comunidad del Inga, que se encuentran en el área de influencia directa del Proyecto, será una de las principales actividades de este plan.

Actividades

Realizar 2 charlas y 1 taller de información sobre el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo.

c. Estrategias de información y comunicación

- Se deberá determinar las particularidades de los grupos a los que se va a entregar la información (edad, sexo, cultura, estrato económico, religión).
- El mensaje que se quiere entregar, debe ser claro, concreto y en el lenguaje adecuado para que sea entendido por las comunidades aledañas de Pifo y Pintag.
- Las reuniones se programarán en las aulas de las escuelas de Pintag y en la casa comunal de Pifo, el mensaje será transmitido a través de medios masivos de comunicación como la radio, en los talleres y visitas cada trimestre a los barrios.
- El material a utilizar son los afiches, material impreso, cuñas radiales, y se pueden alternar con grafitis.
- Es muy importante que cuando se inicie el proceso de información y comunicación a la comunidad, se tenga presente que el objetivo principal que tiene el Proyecto Barrotieta es la gestión de desechos industriales, como alternativa de descontaminación del planeta y cuidado ambiental.

Además los impactos positivos se pueden maximizar para favorecer el desarrollo de la comunidad.

- La comunicación será destinada a informar a la población los avances de cada etapa del proyecto (construcción, operación y cierre), de manera trimestral, mediante volantes informativos acerca del proyecto y de su evolución a la población ubicada en el área de influencia directa.

d. Programa de Compensación

Los proyectos de compensación, tienen como objetivo la mitigación de los impactos socio ambientales que pueden ocasionar la presencia y actividad del almacenamiento temporal y disposición final de desechos Barrotieta.

Los principales ámbitos de trabajo son:

Salud

La salud deberá ser vista y entendida desde la concepción convencional y desde la posición de la cultura a la que se pertenece, no se la puede encasillar solo como la “ausencia de enfermedad”, sino también como la relación armónica que alcanza el ser humano consigo mismo y con su medio ambiente.

Actividades

- Se realizarán 2 charlas semestrales, con los temas relacionados a la preservación y cuidado del medio ambiente y manejo de desechos, dirigidas los miembros de la comunidad del Inga, Pifo y Pintag, que se encuentra en el área de influencia directa del Proyecto Barrotieta.
- Trabajar en forma coordinada con la Dirección Provincial de Salud, dispensarios médicos de Pintag y Pifo, algunos organismos privados que prestan servicios de salud, apoyar en las campañas de vacunación y

desparasitación del Ministerio de Salud, que se realicen en el área de influencia del proyecto.

e. Programa de Educación Ambiental

La capacitación ambiental será dirigida a los niños, jóvenes y adultos de la comunidad (Pintag-Pifo).

Actividades

- Realizar un taller anual sobre el cuidado de las fuentes de agua, uso de los recursos: suelo y aire.

f. Programa de empleo

Para la ejecución de los trabajos de construcción, operación y cierre, se buscará y ocupará mano de obra local, siempre y cuando cumplan con las competencias requeridas para el cargo.

Actividades

- Identificar a las personas que podrían participar en la ejecución de los trabajos, habitantes cercanos al área de influencia del Proyecto.
- Selección del personal de acuerdo al perfil requerido.
- Inducción y capacitación para la ejecución de trabajos sin riesgo.

g. Estrategias de negociación y solución de conflictos

El plan de relaciones comunitarias está orientado a establecer buenas y amigables relaciones entre la comunidad y la Compañía Incinerox a través de:

- Construcción de espacios de concertación que permiten la participación permanente de la comunidad.

- Firma de acuerdos, convenios y compromisos que involucren: educación, ambiente, cultura y arte.

h. Código de conducta para los trabajadores

El Código de Conducta para Trabajadores se creará a fin de minimizar, mitigar o eliminar los impactos negativos asociados a la presencia del proyecto en las poblaciones y el medio ambiente. El Código de Conducta aplica a todos los trabajadores, y también a los trabajadores de las empresas contratistas. El referido documento se basa además en los valores y ética, obligaciones esenciales y pertinentes en el contexto considerado.

El cumplimiento del código de conducta será de observancia obligatoria por parte de todos los trabajadores, sin distinción de ingreso, procedencia o permanencia y es aplicable durante las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto.

Todo el personal firmará un documento por el que reconoce haber recibido y leído una copia del Código, y de cualquier cambio introducido en el mismo. La violación de las disposiciones del Código de Conducta se considerará falta grave, y afectará el principio de buena fe laboral.

Reglas del trabajador:

Los trabajadores tienen que cumplir las siguientes disposiciones del Código de Conducta:

- Mostrar un comportamiento transparente, íntegro y un alto nivel de responsabilidad personal y profesionalismo.
- Utilizar obligatoriamente los equipos de protección personal que su actividad requiere.
- Respetar las reglas de primeros auxilios y normas de prevención de accidentes que se establezcan para cada tipo de operación.

- No abandonar el área de trabajo durante los turnos de trabajo sin una autorización escrita de su supervisor.
- Portar su identificación apropiadamente sobre la ropa y en lugar visible en todo momento, excepto durante sus días libres.
- Si un poblador local se acerca a un trabajador en un área de operación para solicitar información del proyecto, el trabajador lo dirigirá respetuosamente a la persona designada para atender dichas consultas, según el turno y el lugar en que se encuentre.
- Tienen prohibición de portar o consumir bebidas alcohólicas en la zona de trabajo.
- Usar medicamentos con la autorización del personal médico de la locación donde se encuentre el trabajador.
- No tomar piezas arqueológicas para su uso personal. Si un trabajador sospecha del encuentro o encuentra cualquier posible pieza arqueológica durante el trabajo de excavación o construcción, éste deberá interrumpir el trabajo y notificar lo ocurrido a su Supervisor.
- No portar armas de fuego en el área de trabajo.
- Desechar adecuadamente todo desperdicio, así como retirar todos los desperdicios de las locaciones de trabajo temporal o permanente.
- Utilizar los baños sanitarios que la empresa instalará en las zonas de trabajo.

Transporte vial:

Todos los trabajadores del proyecto involucrados en actividades de transporte se encuentran supeditados a las siguientes normas:

- Si fuese necesario movilizarse después que oscurezca, se hará con especial cuidado cumpliendo con lo indicado por el Reglamento Nacional de Tránsito.

- Los conductores no están autorizados para transportar pasajeros que no sean empleados de Incinerox, salvo exista autorización expresa del Gerente.
- Los vehículos de carga y las maquinas que se utilice serán sometidos en forma previa a una inspección de seguridad, cualquiera sea el término de permanencia en la empresa.

Está prohibido manejar por encima de los límites de velocidad establecidos (30 Km/h) y viajar fuera de las rutas establecidas dentro del plan logístico.

3.6.5 PLAN DE CAPACITACION

Objetivo

Informar y sensibilizar de manera didáctica al personal interno y externo de Incinerox Cía. Ltda. con respecto a todos y cada uno de los lineamientos y medidas ambientales del Plan de Manejo Ambiental, la normativa y política ambiental.

Proporcionar a todas las personas involucradas en las distintas actividades y operaciones de cada una de las fases (construcción, operación y clausura) del Proyecto, la información necesaria para que las actividades que realicen estén enmarcadas dentro del concepto de protección al ambiente.

Actividades

A continuación se indican los parámetros establecidos para mantener un correcto programa de capacitación aplicable al proyecto.

3.6.5.1 Campañas

1. Campañas de capacitación sobre seguridad laboral y salud ocupacional

Realizar campañas regulares de capacitación para los trabajadores, en temas relacionados con:

- Higiene para el adecuado uso de las instalaciones.
- Seguridad para garantizar la implementación de la señalización, el adecuado al manejo de los insumos y la adecuada operación de maquinaria y equipos.
- Informativos acerca de todas las actividades a desarrollarse en el proyecto.

Se llevará registros de la ejecución de los eventos de capacitación (fotos, listas de firmas de asistentes).

2. Campañas de Capacitación sobre temas ambientales

Ejecutar las acciones que se indican a continuación:

El personal recibirá inducción sobre educación ambiental, al momento de ingresar a sus trabajos, los temas se basarán en el contenido del Plan de Manejo Ambiental.

Las charlas tendrán una duración de 30 minutos y serán diseñadas por el Jefe de Seguridad industrial de Incinerox.

Se llevarán registros de la ejecución de los eventos de capacitación (fotos, listas de firmas de asistentes).

3.6.5.2 Talleres

Taller de difusión del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del presente proyecto

Taller sobre Importancia del uso adecuado de los equipos de protección personal.

Taller teórico-práctico en procedimientos de primeros auxilios.

Taller de Manejo de desechos: procedimientos relativos al manejo correcto, clasificación, transporte y disposición final de los desechos industriales.

3.6.5.3 Cursos

a. Curso de Normas de Salud y Seguridad

Todos los trabajadores y operarios de equipos, deberán conocer y aplicar las Normas de Salud y Seguridad Industrial del Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional del presente Plan de Manejo. Por otra parte, la acción educativa deberá ir acompañada de la motivación promocional mediante el uso de afiches, plegables.

Los temas a tratarse son los siguientes:

- Capacitación en salud ocupacional y seguridad industrial: definiciones y elementos básicos, aspectos generales de la operación, mantenimiento, funcionamiento del Comité de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial, las políticas en cuanto a Salud y Seguridad Industrial de Incinerox.
- Medicina Preventiva del Trabajo: definiciones y elementos básicos, mecanismos para controlar las enfermedades profesionales, normatividad

vigente y políticas de Incinerox, referentes a la medicina preventiva del trabajo.

- Higiene Industrial: definiciones y elementos básicos, importancia de la higiene industrial dentro de la organización de Incinerox.

b. Curso de Primeros Auxilios

Todo el personal que trabaje en las actividades del proyecto, deberán tener conocimientos en primeros auxilios para brindar soporte y atención oportuna en casos de emergencia, hasta que llegue la atención médica.

c. Curso de Utilización de Equipos y Elementos de Protección

Instruir a todo el personal operativo, sobre la correcta utilización de elementos de protección personal y uso del extintor, según la situación y tipo de fuego que se presente, con el fin de precautelar la salud y seguridad de los trabajadores.

d. Curso de manejo de relaciones comunitarias

Para mejorar la convivencia entre los trabajadores y la comunidad, todo el personal, deberá conocer la comunidad que habita en el área de influencia ambiental directa y saber las reglas con las que deben comunicarse, reconociendo el requerimiento del respeto mutuo.

e. Curso sobre Riesgos Eléctricos

Con este curso, se pretende proporcionar criterios que ayuden a realizar una evaluación de los riesgos eléctricos y la adopción de las correspondientes medidas de seguridad preventivas para la protección de los operadores frente a dicho riesgo en sus lugares de trabajo, al igual que generar conciencia y buenas prácticas en cada persona, por ser responsable y artífice de su propia seguridad.

Debe estar dirigido a personal profesional y técnico de operación o mantenimiento de sistemas eléctricos.

3.6.6 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

El plan de monitoreo ambiental está diseñado para la fase de operación y mantenimiento del centro de almacenamiento temporal y disposición final de desechos industriales.

Objetivo

- Consolidar el programa sistemático y coherente para la caracterización y seguimiento de la calidad ambiental del entorno de la empresa en relación con sus actividades y sus potenciales impactos ambientales, dentro del área de influencia directa
- Contar con información técnica que permita dar soporte a las actividades planificadas por la empresa Incinerox, para dar cumplimiento a la normativa ambiental nacional y sectorial vigente.

3.6.6.1 Efluentes Líquidos

Se realizará dos monitoreos anuales de aguas, las muestras serán tomadas de la quebrada más cercana. Los análisis serán comparados con los resultados obtenidos antes del inicio del proyecto, con la finalidad de confirmar que no exista contaminación de los efluentes líquidos.

Este sería un indicador sobre el correcto funcionamiento de las celdas de seguridad.

3.6.6.2 Ruido

Se realizará dos monitoreos de ruido, como medida precautelaria de los límites máximos permisibles del nivel sonoro, para las zonas industriales mixtas del Distrito Metropolitano de Quito.

3.6.6.3 Suelo

Se realizará dos caracterizaciones anuales de suelos. Los análisis serán comparados con los resultados obtenidos antes del inicio del proyecto, con la finalidad de confirmar que no exista contaminación del suelo.

Este es un indicador que acredita el correcto confinamiento de los desechos en las celdas de seguridad.

a. Norma aplicable

De conformidad con los objetivos planteados en este plan de monitoreo, la norma aplicable para el monitoreo y control de la calidad del suelo del entorno inmediato a Incinerox, se sustentan en los parámetros definidos en el Anexo 2 del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente en la Tabla 3, que establece los criterios de remediación o restauración del suelo.

b. Sitios de Muestreo

Los parámetros establecidos en la norma referenciada anteriormente, serán analizados en un laboratorio acreditado que certifique la calidad analítica de sus resultados y las muestras serán tomadas bajo el criterio del especialista del laboratorio contratado y acogiéndose al procedimiento establecido en el numeral anterior.

Los sitios seleccionados para las muestras, de conformidad con el análisis de la probabilidad de riesgo de afectación, se han determinado en el área perimetral del CGD – Barrotieta y son los siguientes:

- Áreas de almacenamiento temporal de desechos
- Celdas y vertederos de seguridad de desechos industriales

c. Metodología

La metodología analítica aplicada se rige por lo estipulado en el Anexo 2 del Libro VI de la Norma de Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, que establece los criterios de remediación o restauración del suelo.

d. Número y frecuencia del muestreo

Según lo indica la Normativa del Libro VI, Anexo 2 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria el número de muestras a coleccionar dependerá de la profundidad alcanzada por el o los contaminantes y del tiempo transcurrido desde que se ha consumado la afectación al recurso se deberá tomar como mínimo 5 y máximo 20 muestras, cuando el contaminante no ha alcanzado una profundidad mayor a los 80 cm y si sobrepasa este nivel dependerá del criterio de la entidad ambiental de control y del técnico encargado de la toma de muestras. Este es el principio para el número de toma de muestras.

Los muestreos se realizarán una vez cada año, considerando que serán referentes para determinar la línea base ambiental del entorno más inmediato al CGD - Barrotieta, y deberán ser reportados al Ministerio del Ambiente como parte del reporte anual de cumplimiento del plan de manejo ambiental.

Para el muestreo y análisis de los suelos el laboratorio elegido debe poseer la acreditación ISO 17025 (exigida por la autoridad) otorgada por el Organismo

Acreditador Ecuatoriano (OAE) para este fin. La empresa seleccionará el laboratorio Acreditado que mayor le convenga para realizar dichos monitoreos.

3.6.6.4 Lixiviados

Los posibles lixiviados que se recojan en los pozos de recolección, serán analizados en un laboratorio calificado, para determinar la presencia de metales pesados, dependiendo de la caracterización de los mismos, se hará un tratamiento físico-químico de los mismos o se enviarán a tratamiento térmico.

3.6.6.5 Seguimiento a los procesos

Se deberá establecer un programa de mantenimiento preventivo y generar programas de educación ambiental tanto en los trabajadores de la empresa como para la comunidad.

Se realizarán auditorías ambientales de cumplimiento, para evaluar la aplicación y documentación del Plan de Manejo Ambiental.

3.6.7 PLAN GENERAL DE ABANDONO

Objetivo

El siguiente Plan de Abandono y Entrega del Área tiene el siguiente objetivo:

Entregar el área de ubicación del Centro de Almacenamiento Temporal y Disposición Final de Desechos Industriales, de ser posible, en similares condiciones iniciales a las recibidas antes de la implementación del proyecto.

Meta

Entregar el espacio físico completamente limpio y listo para el proceso de rehabilitación del área.

Actividades

El Plan de Abandono y Entrega del Área del proyecto ha tomado en consideración el factor ambiental que ha sido afectado en la instalación y operación de CGD – Barrotieta.

Las actividades que se realizarán son las siguientes:

- El abandono de las instalaciones deberá ser notificado al organismo ambiental responsable.
- Retirar todos los equipos e infraestructura disponible del CGD – Barrotieta.
- Retirar en general todo el material que se utilizó para la implementación del proyecto en mención.

El Plan de Abandono del CGD – Barrotieta comprende el cese de las operaciones en dicha instalación, en conjunto con el desmantelamiento total de su infraestructura, el retiro de los desechos de demolición y el cierre técnico de las celdas y vertederos de seguridad.

El presente Plan General de Abandono para las instalaciones del CGD - Barrotieta posee el carácter de preliminar, debido a las características del proyecto y a la inversión económica se prevé que su vida útil sea extendida, adicionalmente se deberá tomar en cuenta aquellas condiciones que establezca la legislación ambiental ecuatoriana vigente.

Mientras se ejecutan las actividades de desmantelamiento, o previo al inicio de estas, se realizará una evaluación ambiental, cuyo objetivo será determinar la

posible afectación de los recursos naturales en el área de influencia de la instalación.

De determinarse que un componente del entorno se encuentra afectado, por actividades industriales pasadas, se procederá a efectuar una investigación en detalle en el sitio, y en la cual se recomendarán los trabajos necesarios de remediación y recuperación del recurso afectado.

Finalmente se tomara en cuenta las medidas para realizar un cierre técnico adecuado de las celdas y vertederos de Seguridad.

De esta forma este plan se enfoca en dos actividades diferentes. Así, se verificará que durante los trabajos de desinstalación de las instalaciones, los residuos a generarse reciban métodos de control, recolección, transporte y eliminación o disposición final ambientalmente adecuados.

Clausura de celdas y vertederos de seguridad

La clausura de las celdas de seguridad debe hacerse con el fin de minimizar o eliminar, hasta el nivel necesario para proteger la salud humana y el medio ambiente, los escapes de post-clausura de residuos peligrosos, constituyentes peligrosos, lixiviados, escurrimiento contaminado o productos de descomposición de residuos peligrosos a las aguas superficiales o subterráneas o a la atmósfera.

La gerencia de Incinerox deberá ser responsable económicamente del correcto cierre y mantenimiento de las celdas y vertederos, así como de los sucesos, accidentales o no, durante el período de pre-clausura y post-clausura.

Este proceso puede ser costoso, por lo tanto, es necesario destinar recursos desde el principio para este fin, así como para posibles intervenciones de limpieza en cualquier parte del lugar si se considera que eso puede ser un problema. Las condiciones de post-clausura, deben ser incorporadas en la aprobación inicial del sitio.

Para evitar la infiltración de la precipitación y la generación de lixiviados, es necesario que se cubra las celdas con una capa de geomembrana de las mismas características (HDPE) y sobre ésta se aplique una capa de arcilla de baja permeabilidad. Comparado con el revestimiento de la base de un vertedero, el revestimiento superficial tiene diversas funciones tales como:

- Evitar el traslado de los residuos por fuerzas humanas o naturales
- Evitar que las aguas superficiales alcancen a los residuos
- Ayudar a retener cualquier gas que haya podido generarse
- Servir de sustento para la cubierta verde final sobre el relleno del mismo

Otro punto muy importante a considerar durante la clausura es la seguridad y el mantenimiento de la cubierta de protección. Podría producirse erosión en las pendientes debido a episodios fuertes de lluvia. Debe controlarse también que no haya vegetación con raíces profundas y que los árboles circundantes no dañen la cubierta con su sistema radicular. Además se debe prever que la cubierta no vaya a estar sometida a tráfico vehicular.

Se debe evitar la erosión del suelo, la erosión eólica, la formación de charcos en el lugar clausurado y se debe limitar el acceso al vertedero en el área de post-clausura. Sobre la zona del vertedero, luego del sellado señalado, se procederá a sembrar césped y jardines.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Las técnicas de los Criterios Relevantes Integrados y la Evaluación Rápida del Impacto Ambiental, para la determinación de los impactos ambientales más relevantes durante las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto Barrotieta, demuestran que el componente mayormente afectado es la calidad del suelo y el más beneficiado es el empleo. La fase de construcción tendrá mayor repercusión sobre estos componentes ambientales.
2. Con base en la técnica de Conesa (2009), para la determinación de los impactos ambientales más relevantes, que serán afectados con la ejecución del Proyecto Barrotieta, determina que el componente mayormente afectado es la naturalidad paisajística y el más beneficiado es el empleo, a lo largo de la construcción, operación y cierre del mismo. La limpieza, adecuación y desbroce del terreno afectará en mayor escala a los componentes ambientales.
3. La metodología de Delphi, a través de las encuestas realizadas a expertos en temas de Estudio de Impacto Ambiental, y luego del tratamiento estadístico de datos, ha determinado que el componente ambiental afectado en mayor magnitud es la calidad del suelo durante la etapa de construcción y el más beneficiado es el empleo a lo largo de la implementación del proyecto.
4. El costo de la implementación del proyecto es \$72 201 752,0, el beneficio ambiental por tratar los desechos en celdas de seguridad es de \$108 495 100,0, el costo ambiental por la mala disposición de los desechos industriales es de \$531 518 162,8 por lo que se demuestra que el proyecto es beneficioso y rentable.

5. El Proyecto Barrotieta se desarrollará en una zona industrial mixta, donde no existen áreas naturales protegidas; por lo que, la presencia de impactos negativos será de baja a menor magnitud e importancia; una vez realizada la valoración y el consenso entre las técnicas empleadas para la determinación de los impactos relevantes, se elaboró un Plan de Manejo Ambiental, que considerará a todas las actividades que repercutan negativamente en el ambiente, en especial la limpieza, adecuación y desbroce del terreno, así mismo se impulsaran las actividades con impactos positivas sobre los componentes ambientales bióticos, físicos, socio económicos y culturales.
6. El Plan de Manejo Ambiental desarrollado, está enmarcado en la adopción de medidas preventivas y de mitigación, procedimientos de seguridad industrial, plan de contingencias, relaciones comunitarias, capacitaciones, monitoreos, seguimientos y gestión de abandono, de las actividades del proyecto en las diferentes etapas de implementación, de tal forma que se garantice el adecuado confinamiento de los desechos industriales en las celdas y vertederos de seguridad.
7. Las actividades propuestas en el Plan de Manejo Ambiental, son de vital importancia para establecer un desempeño eficiente del proyecto Barrotieta, que cumpla con las exigencias de la normativa ambiental vigente y evite sanciones por parte de las Autoridades Ambientales de Control.
8. Al considerar el amplio beneficio que recibiría la población, por un servicio de gestión de desechos industriales, el Proyecto Barrotieta es ambientalmente viable, ya que se trata de una obra de trascendental importancia para el desarrollo sustentable de nuestro país.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios comparativos con trabajos similares de almacenamiento temporal y disposición de desechos industriales, en celdas de seguridad realizados en otros países, de manera que se puedan obtener mecanismos, información y experiencias de gran utilidad para la implementación del presente proyecto.
2. Tomar medidas necesarias en el diseño, como el uso de materiales sismo resistentes para garantizar la integridad de las estructuras de las celdas de seguridad, considerando que el Ecuador es un país altamente sísmico según el SIISE.
3. Someter a una auditoría de consecución en un periodo no mayor a 1 año, desde el momento de la obtención de la Licencia Ambiental, con la finalidad de evaluar el desempeño y cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

1. Albuja, L., Ibarra, M., Urgilés, J. y Barriga, R., 1980, "Estudio Preliminar de los Vertebrados Ecuatorianos". Vol 16, Escuela Politécnica Nacional, pp. 21.
2. Andrade, R., 2004, "Estudio y evaluación de los riesgos de impacto ambiental y a la comunidad, causados por incendios y explosiones en la planta ensambladora de autos AYMESA S.A.", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico, EPN, Quito, Ecuador, pp. 89-103.
3. Araujo, P. y Moura, E., Haie, N., 2005, "Application of RIAM to the Environmental Impact Assessment of hydroelectric Installations", en The Fourth Inter-Celtic colloquium on Hydrology and Management of Water Resources, Universidade do Minho at Guimarães Portugal, <http://www.aprh.pt/celtico/PAPERS/15.PDF>, (Enero, 2012).
4. Bereciartua. A., 2003, "Vulnerabilidad de Aguas Subterráneas a la Contaminación", Editorial Encuentro, Buenos Aires, Argentina, p. 20.
5. Bosque, J. y García, R., 2011, "El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial", <http://america.sim.ucm.es/index.php/AGUC/article/viewFile/AGUC0000110049A/31281>, (Febrero, 2012).
6. Buroz, E., 1994, "Métodos de evaluación de impactos. En: II Curso de Postgrado sobre Evaluación de Impactos Ambientales. Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales (FLACAM)", La Plata, Uruguay, p. 63.
7. Buroz, E., 1998, "La gestión ambiental: Marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental", Fundación Polar, Caracas, Venezuela, pp. 980-6397-51-7, 376.

8. Buys, J. y Camino B., 1994, "La Investigación Arqueológica en Cumbayá. Informe Final. Proyecto de Cooperación Técnica Ecuatoriano – Bélgica Preservación y Promoción del Patrimonio Cultural del Ecuador", <http://www.aprh.pt/celtico/PAPERS/15.PDF>, (Enero, 2012).
9. Canter, W., 1998, "Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto", 2da. edición, Editorial Mc.Graw Hill, España, pp. 350-550.
10. Cañadas, L., 1983, "Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador", Editorial Mag Pronager, Quito, Ecuador, pp. 23-81.
11. Castells, X., 2000, "Reciclaje de residuos industriales", Ediciones Díaz de Santos S. A., Madrid, España, p. 30.
12. Clark, M., 1978, "Biología Básica, conceptos fundamentales y aplicaciones prácticas", Editorial Salvat, Barcelona, España, pp. 39-43.
13. Cloter E. y Priego A., 2002, "El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas", Editorial Lerma, México, pp. 63-64.
14. Conesa, V., 1996, "Instrumentos de la gestión ambiental en la empresa", Editorial Grupo Mundi Prensa, España, pp. 81-146.
15. Conesa V. 1997, "Auditorias Medioambientales – Guía Metodológica", 2da. edición, Ediciones Mundi_prensa, Madrid, pp. 60, 186-199, 207-234.
16. Conesa V., 2009, "Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental". 4ra. edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp. 121-240.

17. Contreras, E., 1994, "Manual de Técnicas en Hidrobiología", Editorial Trillas, México, pp. 20.
18. Coria, I., 2008, "El estudio de impacto ambiental, características y metodologías", <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/877/87702010.pdf>, (Febrero, 2012).
19. Crissman, C., 2003, "La agricultura en los páramos, estrategias para el uso del espacio", Lima, Perú, p. 12.
20. Dirección de Gestión de Información Socioeconómica del Sector Social del Ecuador, 2011, "Sistema Integrado de Indicadores Sociales (SIISE), www.institutodelaciudad.com.ec, (Diciembre, 2011)
21. Dixon, J., Fallón, L., Carpenter, R. y Sherman, P., 1994, "Análisis económicos de impactos ambientales", 2da. edición, Editorial Latinoamericana, México, pp. 9-116.
22. Epstein, M., 2003, "El desempeño ambiental en la Empresa", 1era. edición, Editorial Continente, Santa Fé, Bogotá, pp. 51-75.
23. Espinoza, G., 2007, "Gestión y fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental", Editorial Mundi Gráfico, Santiago de Chile, pp. 130-176.
24. Field, B. y Azqueta D., 1998, "Economía y medio ambiente", 1era. edición, Editorial McGraw Hill, Bogotá, Colombia, pp. 321-565.
25. Florenzano, T., 2002, "Imagens De Satélite Para Estudos Ambientais", Editorial Textos, São Paulo, Brasil, pp. 97.
26. Gamboa, A., 2008, "Propuesta de elaboración de un software para la evaluación del impacto ambiental de proyectos, obras o actividades", Proyecto

de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental y Sanitario, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia, pp. 64-126.

27. García, I., 2004, "Evaluación de impacto ambiental", <http://www.bionica.info/Biblioteca/EIA-RellenoSanitarioCondega.pdf>, (Febrero, 2012).
28. García, L., 2004, "Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos Ambientales", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Doctor Ambiental, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, p. 230.
29. Garmendia, A., Salvador, A., Crespo C., Garmendia L., 2005, "Evaluación de Impacto Ambiental", 1 era. edición, Editorial Closas Orcoyen S.L., Madrid, España, pp. 76-284.
30. Gómez, D., 2002, "Evaluación del impacto ambiental", 2da. edición, Editorial Aedos S.A., Madrid, España, pp. 169-361.
31. González, P., 2005, "Estudios ambientales en cuencas de Cuba; actualidades y retos- Instituto Nacional de Ecología, <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/452/gonzalez.html>, (Febrero, 2012).
32. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, "Norma técnica ecuatoriana obligatoria para: Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos", 3da. Edición, (NORMA INEN 2266:2000), Quito, Ecuador, pp. 6-96.
33. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, "Norma técnica ecuatoriana obligatoria para: Productos químicos industriales peligrosos, Etiquetado de precaución" (NORMA INEN 2288:2000), 3da. Edición, Quito, Ecuador, pp. 10-43.

34. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2012, "Anuarios Hidrológicos de los años 1990-2000", Edición especial, pp. 13, 181-189, 201.
35. Iribarren, F., 2011, "Evaluación de Impacto Ambiental", http://www.fhcs.unp.edu.ar/catedras/Impacto_Ambiental/Impacto_Ambiental/Textos/EIA.pdf, (Febrero, 2012).
36. Jaramillo, J., 2002, "Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales", <http://bvs.per.paho.org/cdromrepi86/fulltexts/bvsars/e/fulltext/rellenos/rellenos.pdf>, (Febrero, 2012).
37. Jiménez, B., 2005, "La contaminación ambiental en México", Editorial Limusa, México, pp. 30-39.
38. LaGrega, M., Buckingham P. y Evans J., 1996, "Gestión de Residuos Tóxicos. tratamiento, eliminación y recuperación de suelos", Editorial McGraw-Hill, Madrid, España, pp.23-82.
39. Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B. y Balsley, J., 1971, "A procedure for evaluating environmental impact", USA: Geological Survey Circular 645, pp. 197-203.
40. Mena P. y Suarez L., 2008, "La investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador: memorias del simposio llevado a cabo del 10 al 12 de junio de 1992", <http://books.google.es/books?id=EDpdAAAAMAAJ&q=inauthor:%22Fundaci%C3%B3n+Ecuadoriana+de+Estudios+Ecol%C3%B3gicos%22&dq=inauthor:%22Fundaci%C3%B3n+Ecuadoriana+de+Estudios+Ecol%C3%B3gicos%22&hl=es&sa=X&ei=asg9T9fzNMrgggfyx6SQCA&ved=0CDYQ6AEwAA>, (Diciembre, 2011).

41. Ministerio Coordinador de Desarrollo Social, 2011, "Sistema integrado de indicadores sociales del Ecuador (SIISE)",
<http://www.desarrollosocial.gob.ec/index.php/indices-de-desarrollo/indicadores-sociales-siise/27-indices-de-desarrollo>. (Octubre, 2011).
42. Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador, 2003, "Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)", 2da. edición, Quito, Ecuador, pp.286-337.
43. Ministerio del Ambiente, 2001, "Legislación básica de la república del Ecuador"
<http://www.miliarium.com/paginas/leyes/internacional/Ecuador/General/Basica.asp#Licencia%20Ambiental>, (Enero, 2012).
44. Ministerio del Ambiente y Secretaría Técnica de Gestión de Productos Químicos Peligrosos, 2008, "Guía de Respuesta a Emergencias con Materiales Peligrosos",
http://phmsa.dot.gov/staticfiles/PHMSA/DownloadableFiles/Files/erg2008_span.pdf, (Enero, 2012).
45. Miranda, J., 2005, "Gestión de proyectos: Identificación, formulación, evaluación", 4ta. edición, Editores M.M., Bogotá, Colombia, pp. 45-50.
46. Mujica, V. y Pérez, C., 2005, "Evaluación de Impactos ambientales en el Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad de Carabobo",
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/707/70712204.pdf>, (Febrero, 2012).
47. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Dirección de Planificación-Orstom, 1992, "Atlas del Distrito Metropolitano de Quito",
<http://www.quitoambiente.com/downloads/ATLAS%20AMBIENTAL%20DMQ%20-%20RECURSOS%20NATURALES%20-%20AGUA.pdf> (Diciembre, 2011).

48. Munier, N., 2011, "Evaluación del impacto ambiental, social y económico en grandes proyectos con énfasis en la sostenibilidad", <http://hdl.handle.net/10251/14151>, (Febrero, 2012).
49. Odeplan C., 1992, "Información para el desarrollo local - Datos del V Censo de Población y Vivienda. Año 1991", <http://www.eclac.cl/deype/mecovi/docs/TALLER6/7.pdf> (Noviembre, 2011).
50. Oñate, J., Pereira, D., Suarez, F., Rodríguez, J. y Cachón, J., 2002, "Evaluación ambiental estratégica", Editorial Mundi Prensa, España, pp. 193-202.
51. Otero, C., Togores, R., Pedraja, A., Bruschi, M. y Gonzáles, A., 2011, "Métodos gráficos en la Modelización, Simulación y Evaluación de Impacto Ambiental", <http://grupos.unican.es/egicad/Docs/egi1030303enlace1.pdf>, (Febrero, 2012).
52. Oyarzúm, J., 2009, "Evaluación de Impactos ambientales", http://www.aulados.net/Temas_ambientales/EIA/EIA_Jorge_Oyarzun.pdf, (Febrero, 2012).
53. Pardo, M., 2002, "La evaluación del impacto ambiental y social para el siglo XXI, Teoría procesos y metodología", 1era. edición, Editorial Fundamentos, España, pp. 109-147.
54. Portillo, R. y Rivera R., 2007, "Guía para la gestión de desechos sólidos con disposición final en celdas de seguridad", http://asp.mspas.gob.sv/regulacion/pdf/guia/guia_desechos_solidos_d_final_celdas_segurid.pdf, (Febrero, 2012).
55. Ramírez, B., 2011, "Estudio del impacto ambiental en el proceso de elaboración de ladrillo en la comunidad del chote", Proyecto de titulación

- previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, Universidad Veracruzana, Tuxpam, México, pp. 22-25.
56. Rojas, F., 2005. "Informe Preventivo de Impacto Ambiental del CENTIA", Tesis previa a la obtención de la Maestría en Gerencia de Proyectos de Construcción de Ingeniería Civil, Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México, pp. 6-19.
57. Sánchez, W., 1994., "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, conceptos y antecedentes básicos",
http://books.google.com.ec/books/about/Manual_de_evaluaci%C3%B3n_de_impacto_ambient.html, (Febrero, 2012).
58. Sbarato, D., Otero, J. y Sbarato, V., 2007, "Planificación y gestión de los Estudios de Impacto Ambiental", 1era. Edición, Editorial Encuentro, Buenos Aires, Argentina, pp. 57-100.
59. Seoáñez, M., 2002, "Tratado de la contaminación atmosférica", 1era. edición, Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España, pp. 791-923.
60. Sepúlveda S. y Edwards R., 1995, "Desarrollo rural sostenible, metodologías para el diagnóstico microregional", 1era. Edición, Editorial Series Misceláneas, Costa Rica, pp. 82,83.
61. Sierra, R., Ordóñez, M., Tipán, L., Espinoza, L., Rivera, V. y Soria, P., 2004, "La vegetación en Los Andes de Ecuador", Editorial Instituto Geográfico Militar, Quito, Ecuador, pp. 3-18.
62. Smith R. y Smith T., 2001, "Ecología", 4ta. Edición, Editorial Addison Wesley, Madrid, España, pp. 86-88.
63. Stanley, A., 2004, "Lineamientos y herramientas para un manejo creativo de las áreas protegidas",

<http://america.sim.ucm.es/index.php/AGUC/article/viewFile/AGUC0000110049A/31281>(Febrero, 2012).

64. Unda, M., 2011, "Estudio de impacto ambiental y análisis de riesgos para la terminal de productos limpios de Cuenca, filial Petrocomercial del Sistema Petroecuador", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, EPN, Quito, Ecuador, pp. 103-244.
65. Unesco, 2000, "II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental", Brasil Campinas,
<http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/campinasprimeras.pdf>, (Febrero, 2004).
66. Vidal R. y Gutiérrez A., 1994, "Ecología de aguas continentales", Ediciones Mundi Prensa, Murcia, España, pp. 73-76.
67. Wood, C., 2006, "Evaluación de Impacto Ambiental – análisis comparativo de sistemas de evaluación",
<http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/Estudio%20de%20la%20EIA.pdf>, (Febrero, 2012).
68. Zambrano M. y González V., 2002, "La Valoración en el Ordenamiento Territorial", Cuenca, Ecuador, p 37.

ANEXOS

ANEXO I

RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DEL AGUA



INFORME DE ENSAYOS No. 12166-01

NOMBRE DEL CLIENTE: INCINEROX CIA LTDA
DIRECCION: Juan de Séñiz N77-131 y Vicente Duque (Caracotén)
DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Agua Natural
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: (Referencia dada por el Cliente)
 Código de muestra: M1 - QUEBRADA RUMIHUAICO
FECHA DE RECEPCION: 4 de Agosto del 2010
FECHA DE ANALISIS: Del 4 de Agosto del 2010 al 12 de Agosto del 2010
FECHA DE EMISION: 12 de Agosto del 2010

Ensayo TABLA 3 Agua TULAS	Métodos Referencia - Laboratorio	Unidades	Límite de Cuantificación	Agua Fria dulce	Agua calidad dulce	Agua marina y estuario	Resultado
Oxígeno Disuelto	APHA 4500 O-G - PEE/ANNCY87	mg/l	1.0	No<5 mg/l	No<5 mg/l	No<5 mg/l	6.8
pH	APHA 4500 H-B - PEE/ANNCY88	Unid. pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5	7.89
Sulfuros de Hidrógeno*	HACH 8131	mg/l	0.050	0.0002	0.0002	0.0002	<0.050
Amoníaco*	HACH 8038 - PEE/ANNCY79	mg/l	0.31	0.02	0.02	0.4	<0.31
Aluminio	APHA 3120 B - PEE/ANNCY74	mg/l	0.100	0.1	0.1	1.5	0.300
Arsénico	APHA 3120 B - PEE/ANNCY74	mg/l	0.010	0.05	0.05	0.05	<0.010
Bario	APHA 3111 D - PEE/ANNCY31	mg/l	0.500	1.0	1.0	1.0	<0.500
Boro*	APHA 3120 B	mg/l	0.100	0.75	0.75	5.0	0.154
Cadmio	APHA 3120 B - PEE/ANNCY74	mg/l	0.010	0.001	0.001	0.005	<0.010
Cianuro Libre*	HACH 9027 - PEE/ANNCY61	mg/l	0.025	0.01	0.01	0.01	<0.025
Zinc*	APHA 3111 B - PEE/ANNCY37	mg/l	0.010	0.18	0.18	0.17	<0.010
Cloro Libre Residual	APHA 4500 Cl-C - PEE/ANNCY16	mg/l	0.55	0.01	0.01	0.01	<0.05
Estatio*	APHA 3120 B	mg/l	0.050			2.00	<0.050
Cobalto*	APHA 3111 B - PEE/ANNCY37	mg/l	0.050	0.2	0.2	0.2	<0.050
Plomo	APHA 3120 B - PEE/ANNCY74	mg/l	0.050			0.01	<0.050
Cobre	APHA 3120 B - PEE/ANNCY74	mg/l	0.020	0.02	0.02	0.05	<0.020
Cromo	APHA 3120 B - PEE/ANNCY74	mg/l	0.010	0.05	0.05	0.05	<0.010
Fenoles	APHA 5530 C - PEE/ANNCY70	mg/l	0.025	0.001	0.001	0.001	<0.025
Aceites y Grasas	EPA 418.1 - PEE/ANNCY01	mg/l	0.2	0.3	0.3	0.3	<0.2
Hierro*	APHA 3111 B - PEE/ANNCY37	mg/l	0.050	0.3	0.3	0.3	0.453
Hidrocarburos Totales (TPH)	EPA 418.1 - PEE/ANNCY01	mg/l	0.2	0.5	0.5	0.5	<0.2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	EPA 3535 - EPA 820.1 - PEE/ANNCY63	mg/l	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	<0.0002
Manganeso*	APHA 3111 B - PEE/ANNCY37	mg/l	0.030	0.1	0.1	0.1	<0.030
Mercurio*	APHA 3120 B - PEE/ANNCY80	mg/l	0.015	0.0002	0.0002	0.0001	<0.010
Níquel	APHA 3120 B - PEE/ANNCY74	mg/l	0.025	0.025	0.025	0.1	<0.020
Plata	APHA 3120 B - PEE/ANNCY74	mg/l	0.010	0.01	0.01	0.005	<0.010
Selenio	APHA 3120 B - PEE/ANNCY74	mg/l	0.010	0.01	0.01	0.01	<0.010
Sustancias Tensioactivas	APHA 5940 C - PEE/ANNCY71	mg/l	0.20	0.5	0.5	0.5	<0.25
Coliformes Fecales*	APHA 5223 B - PEE/ANNCY76	NMP/100ml	1	200	200	200	613
Organoclorados*	EPA 3635A/3620C/8270D - PEE/ANNCY84	ug/l	0.100				<0.100
Organofosforados*	EPA 3635A/3620C/8270D - PEE/ANNCY84	ug/l	0.720				0.836

Ensayo	Métodos Referencia - Laboratorio	Unidades	Límite de Cuantificación	Resultado
Methyl parathion*	EPA 3635A/3620C/8270D - PEE/ANNCY84	ug/l	0.040	0.836

VALORES DE INCERTIDUMBRE DE USO DE ENSAYOS ACREDITADOS POR EL OEA

Ensayo	Rango	Incertidumbre
pH	4.00 - 12.00	$L \pm 0.13$ Unid. de pH $K=2$, nivel confianza 95.45%
Aceites y Grasas	0.2 - 5000	$L \pm 25\%$ mg/l $K=2$, nivel confianza 95.45%
Cloro Libre Residual	0.05 - 5.0	$L \pm 5\%$ mg/l $K=2$, nivel confianza 95.45%

Atentamente,

Cecilia Morales B.
Ing. Cecilia Morales B.
GERENTE ANNCY

NOTA:

- Suma de seis HAP's: Fluoranteno, B(b)F, B(k)F, B(a)P, B(g)P, I(1),2,3-cd)PY
- L: resultado del análisis
- Los Ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OEA
- El Informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayos
- Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.

ANEXO II

RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DEL SUELO



CONTROL AMBIENTAL DE AGUAS Y SUELOS

INFORME DE ENSAYOS No. 12167-02

ENSAJOS
Nº OAE LE 30 10-00

NOMBRE DEL CLIENTE: INCINEROX CIA LTDA
DIRECCION: Juan de Séliz N77-131 y Vicente Duque (Carcelén)
DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Suelo
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: (Referencia dada por el Cliente)
Código de Muestra: M2 - PLATAFORMA 2
Sitio de Muestreo: Planta Incinerox Barroleta
FECHA DE RECEPCION: 4 de Agosto del 2010
FECHA DE ANALISIS: Del 4 de Agosto del 2010 al 11 de Agosto del 2010
FECHA DE EMISION: 12 de Agosto del 2010

Ensayo TABLA 2 SUELO TULAS	Métodos Referencia - Laboratorio	Unidades	Límite de Cuantificación	Límites	Resultado
Conductividad (1,2)	APHA 2510 B - PEE/ANNCY/18	µs/cm	10,0	2000	91,9
pH (1,2)	EPA 9045 D - PEE/ANNCY/12	Unid. pH		6 ± 8	6,28
Asesinato*	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	0,100	5	1,17
Bario*	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	1,0	200	182
Boro*	APHA 3120 B	mg/kg	1,00	1	1,57
Cadmio	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	0,100	0,5	0,108
Cobalto*	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	0,30	10	10,7
Cobres*	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	0,200	30	36,7
Cromo*	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	0,10	20	22,6
Cianuro Libre*	HACH 8027 - PEE/ANNCY/51	mg/kg	0,50	0,25	<0,50
Estibio*	APHA 3120 B	mg/kg	0,500	5	<0,500
Mercurio*	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/80	mg/kg	0,100	0,1	<0,100
Molibdeno*	APHA 3120 B	mg/kg	0,500	2	<0,500
Níquel*	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	0,200	20	11,9
Plomo	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	0,500	25	2,44
Selenio	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	0,100	1	<0,100
Vanadio*	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	0,50	25	123
Zinc	APHA 3120 B - PEE/ANNCY/74	mg/kg	0,100	60	30,5
Benceno*	EPA 8260 C / EPA 5035 - PEE/ANNCY/77	mg/kg	0,015	0,05	<0,015
Bifenileno*	EPA 8260 C / EPA 5035 - PEE/ANNCY/77	mg/kg	0,020	0,1	<0,020
Tolueno*	EPA 8260 C / EPA 5035 - PEE/ANNCY/77	mg/kg	0,020	0,1	<0,020
Xileno*	EPA 8260 C / EPA 5035 - PEE/ANNCY/77	mg/kg	0,045	0,1	<0,045
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos*	EPA 8310 - PEE/ANNCY/67	mg/kg	0,92	0,1	<0,92

VALORES DE INCERTIDUMBRE DE USO DE ENSAYOS ACREDITADOS POR EL OAE

Ensayo	Rango	Incetidumbre
Conductividad (1,2)	10,0 - 2500	L ± 10% uS/cm; K=2, nivel confianza 95,45%
pH (1,2)	4,00 - 12,00	L ± 0,13 Unid. de pH; K=2, nivel confianza 95,45%
Cadmio	0,100 - 5,00	L ± 10% mg/kg; K=2, nivel confianza 95,45%
Plomo	0,500 - 5,00	L ± 10% mg/kg; K=2, nivel confianza 95,45%
Selenio	0,100 - 1,00	L ± 10% mg/kg; K=2, nivel confianza 95,45%
Zinc	0,100 - 50,0	L ± 10% mg/kg; K=2, nivel confianza 95,45%

Atentamente,

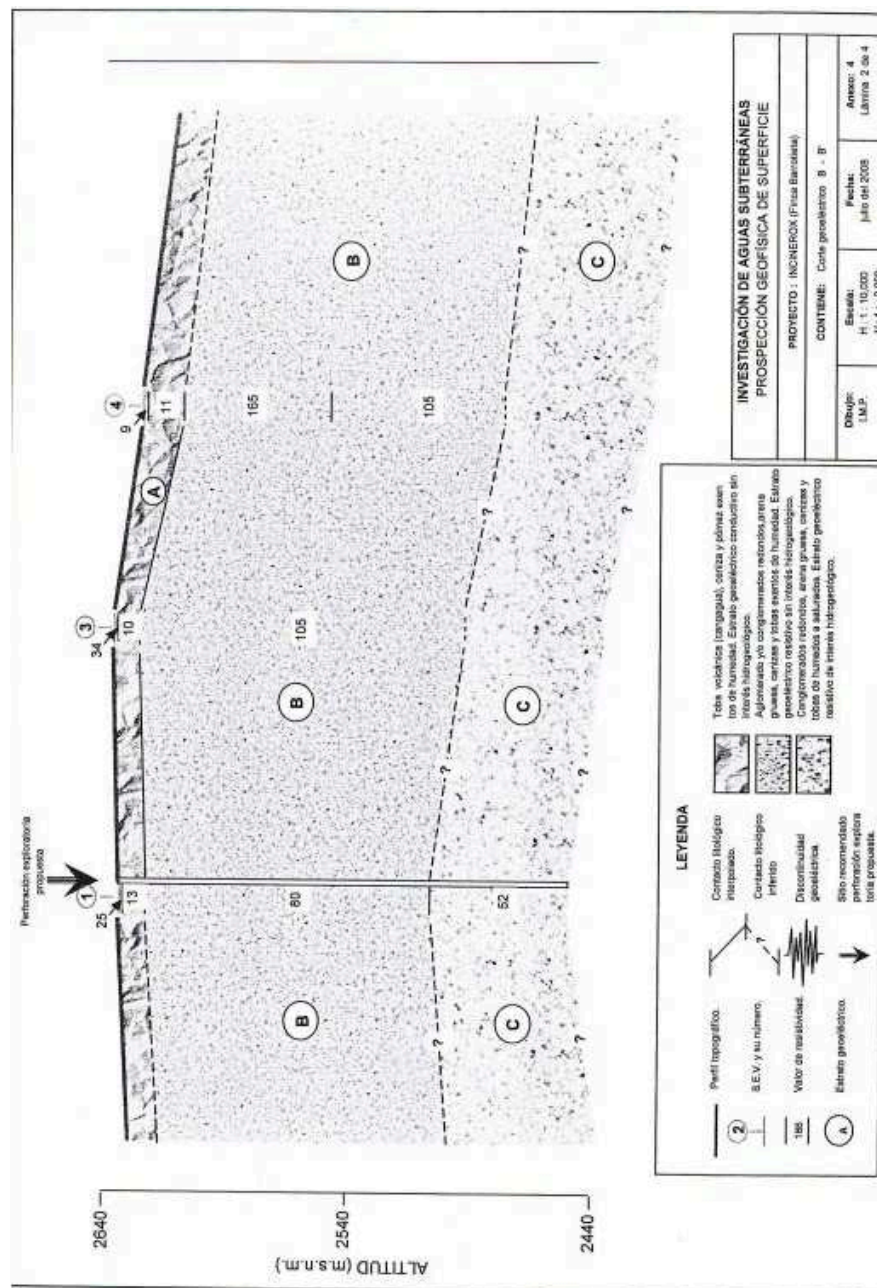
Cecilia Morales B.
Ing. Cecilia Morales B.
GERENTE ANNCY

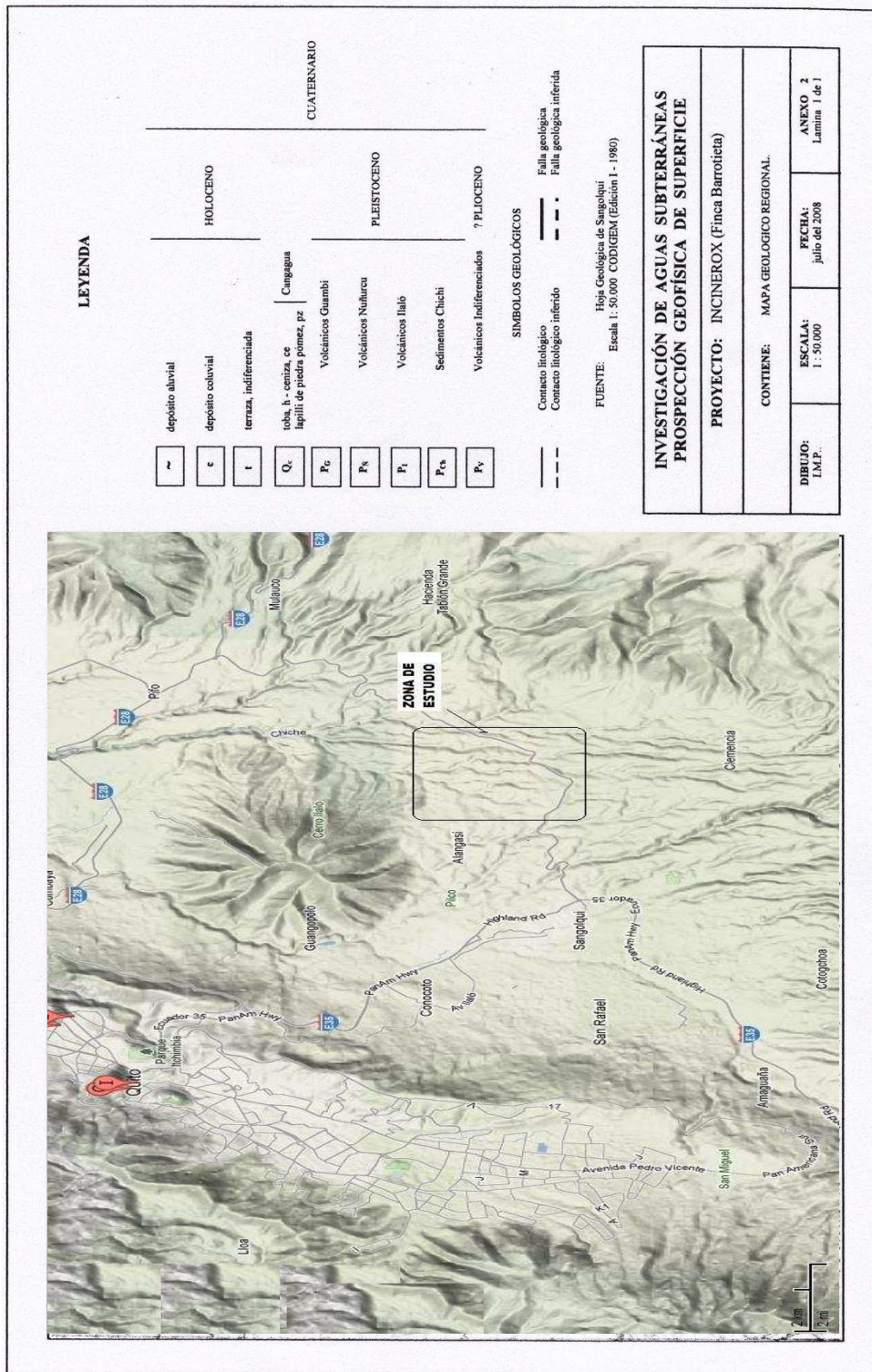
NOTA

- Resultados en Base Seca
- Método de Extracción del Suelo para metales EPA 3050 B / 3010 A
- Suma de seis HAP's: Fluoranteno, BbF, BaF, BkF, BghiP, BbP, BkP
- Los Ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- L: resultado del análisis
- El Informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayos

ANEXO III

INVESTIGACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, PROSPECCIÓN GEOFÍSICA DE SUPERFICIE





Evaluación in situ de Resistencia del material poroso

DESCRIPCION	RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE (Kg/cm ²)	HUELLA Y SONIDO
Muy blanda	10-15	El material se disgrega completamente con un golpe del pico del martillo y se deshace con navaja.
Blanda	50-250	El material se indenta de 1,5 a 3 mm con el pico del martillo y se deshace con la navaja.
Media	250-500	El material NO se deshace con la navaja. La muestra sostenida en la mano se rompe con UN (1) golpe de martillo.
Moderadamente dura	500-1000	La muestra se rompe con VARIOS golpes de martillo.
Dura	1000-2500	La muestra depositada en el suelo se rompe con UN (1) golpe.
Muy dura	> 2500	La muestra se rompe con dificultad a golpes con el pico del martillo. Sonido MACIZO.

Clasificación de las rocas

ÍGNEAS	ÁCIDAS	DE GRANO GRUESO	-Granito-Diorita
		DE GRANO FINO	-Andesita-Riolita
	BÁSICAS	DE GRANO GRUESO	-Gabro
		DE GRANO FINO	-Basalto
	NO GRANULARES		-Pedernal-Obsidiana
SEDIMENTARIAS	DE GRANO GRUESO		-Conglomerado-Brecha
	DE GRANO FINO		-Pudinga
			-Arenisca-Ortocuarcita-Arcosa-Grauvaca
			-Limolita-Arcillita
	NO GRANULARES		-Caliza-Dolomita
	CRISTALINAS		-Yeso-Anhidrita
METAMÓRFICAS	DE GRANO GRUESO		-Gneis
	DE GRANO FINO		-Pizarra-Esquisto
	NO GRANULARES		-Cuarcita-Mármol

Características físico mecánicas de los tipos de rocas

TIPO DE ROCA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	DENSIDAD (Tm /m ³)
Andesita	1.500-2.500	2,5 a 2,8
Arcillita	280-800	2,2 a 2,7
Arenisca	80-2.000	1,6 a 2,9
Basalto	2.000-4.000	2,7 a 2,8
Caliza	800-1.500	1,5 a 2,8
Conglomerado	1.400	2,0 a 2,7
Cuarcita	900-4.700	2,3 a 2,7
Dacita	1200-5000	2,5 a 2,75
Diabasa	1.600-2.400	2,8 a 3,1
Dolomia	360-5.600	2,2 a 2,9
Esquisto	108-2.300	2,7 a 2,9
Gabro	1500-2800	2,8 a 3,1
Gneis	1.500-3.000	2,5 a 2,8
Granito alterado	108-1.450	2,5 a 2,6
Granito sano	800-2.700	2,5 a 2,8
Grauvaca	2.000-2.500	2,6 a 2,7
Marga	35-1.970	2,6 a 2,7
Mármol	800-1.500	2,6 a 2,8
Micacita	200-653	2,4 a 3,2
Pizarra	2.000-2.500	2,7 a 2,8
Riolita	800-1600	2,45 a 2,6
Traquita	3.300	2,70
Yeso	40-430	2,2 a 2,3

ANEXO IV
MATRICES DE PONDERACIÓN DEL MÉTODO DE CRITERIOS
REVELANTES INTEGRADOS (CRI)

INTENSIDAD DEL IMPACTO												
ACTIVIDADES DEL PROYECTO				FASE DE CONSTRUCCION			FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE	
				A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
COMPONENTES AMBIENTALES	Ambiente Físico	Calidad del Aire	C1	5	1		1	1		1	1	1
		Topografía	C2	1	1						1	1
		Calidad del Suelo	C3	5	1		1	1	10	1	1	1
		Calidad del Agua subterránea	C4	1		1				1	1	1
	Ambiente Biológico	Flora terrestre	C5	1		1	1					5
		Fauna terrestre	C6	1		1	1					5
	Ambiente socio-económico	Estéticos y de Interés Humano	C7	1	1	1	1	1			1	5
			C8	1	1	1	1					1
			C9		1	5	1			1		1
		Nivel cultural	C10	1			5	1	5	1	1	5
			C11	1	1	1	1		1	1	1	1

EXTENSIÓN DEL IMPACTO												
ACTIVIDADES DEL PROYECTO				FASE DE CONSTRUCCION			FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE	
				A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
COMPONENTES AMBIENTALES	Ambiente Físico	Calidad del Aire	C1	5	1		5	1		1	1	1
		Topografía	C2	1	1						1	1
		Calidad del Suelo	C3	1	1		1	1	1	1	1	1
		Calidad del Agua	C4	5		1				1	1	1
	Ambiente Biológico	Flora terrestre	C5	1		1	1					1
		Fauna terrestre	C6	1		1	1					1
	Ambiente socio-económico	Estéticos y de Interés Humano	C7	1	1	1	1	1			1	5
			C8	1	1	1	1					1
			C9		1	1	5			1		5
		Nivel cultural	C10	1			1	1	1	1	1	5
			C11	1	1	1	5		1	1	1	1

DURACION DEL IMPACTO												
ACTIVIDADES DEL PROYECTO				FASE DE CONSTRUCCION			FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE	
				A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
COMPONENTES AMBIENTALES	Ambiente Físico	Calidad del Aire	C1	1	1		10	1		10	1	5
		Topografía	C2	1	1						1	1
		Calidad del Suelo	C3	1	10		10	1	10	10	1	5
		Calidad del Agua subterránea	C4	1		1				10	1	5
	Ambiente Biológico	Flora terrestre	C5	1		1	1					5
		Fauna terrestre	C6	1		1	1					5
	Ambiente socio-económico	Estéticos y de Interés Humano	C7	1	1	1	1	1			1	5
			C8	1	1	10	10					5
			C9		1	1	10			10		10
		Nivel cultural	C10	1			10	1	10	10	1	1
			C11	1	1	1	10		1	10	1	1

REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO												
ACTIVIDADES DEL PROYECTO				FASE DE CONSTRUCCION			FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE	
				A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
COMPONENTES AMBIENTALES	Ambiente Físico	Calidad del Aire	C1	1	1		5	1		1	1	1
		Topografía	C2	5	10						5	1
		Calidad del Suelo	C3	5	10		1	1	8	5	5	1
		Calidad del Agua subterránea	C4	1		1				1	1	1
	Ambiente Biológico	Flora terrestre	C5	5		1	1					5
		Fauna terrestre	C6	5		1	1					5
	Ambiente socio-económico	Estéticos y de Interés Humano	C7	8	5	1	5	5			1	1
			C8	1	1	1	1					1
			C9		1	1	1			1		1
		Nivel cultural	C10	1			1	1	5	1	1	1
			C11	1	1	1	1		1	1	1	1

RIESGO DEL IMPACTO												
ACTIVIDADES DEL PROYECTO				FASE DE CONSTRUCCION			FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE	
				A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
COMPONENTES AMBIENTALES	Ambiente Físico	Calidad del Aire	C1	1	1		5	1		1	1	1
		Topografía	C2	1	1						1	1
		Calidad del Suelo	C3	1	5		1	1	1	1	1	5
		Calidad del Agua subterránea	C4	1		1				1	1	1
	Ambiente Biológico	Flora terrestre	C5	5		1	1					5
		Fauna terrestre	C6	5		1	1					5
	Ambiente socio-económico	Estéticos y de Interés Humano	C7	5	1	1	5	1			1	5
			C8	5	1	5	5					1
			C9	1	1	1	5			1		1
		Nivel cultural	C10	1			5	5	1	1	1	5
			C11	5	1	5	5		1	1	1	1

ANEXO V

MATRICES DE PONDERACIÓN DEL MÉTODO DE CONESA

NOMENCLAURA DE COMPONENTES AMBIENTALES IMPACTADOS				
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE GENERAL	COMPONENTE ESPECÍFICO	
MEDIO FISICO	MEDIO INERTE	Aire	Calidad del Aire	C1
		Tierra y Suelo	Topografía	C2
			Suelos	C3
	Agua	Calidad del Agua	C4	
	MEDIO BIOTICO	Ecosistemas terrestres	Flora terrestre	C5
			Fauna Terrestre	C6
	MEDIO PERCEPTUAL	Paisaje intrínseco	Paisaje	C7
MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	MEDIO RURAL	Viario rural	Transporte y vías	C8
	MEDIO SOCIO CULTURAL	Servicios colectivos	Desarrollo local	C9
		Aspectos humanos	Salud y seguridad	C10
MEDIO ECONOMICO	Economía	Empleo	C11	

EFECTO DEL IMPACTO										
COMPONENTE AMBIENTALES AFECTADOS		FASE DE CONSTRUCCION			FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE	
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Calidad del Aire	C1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Topografía	C2	1	1	1						1
Suelos	C3	1	1			1	1	1	1	1
Calidad del Agua	C4	1					1	1		1
Flora terrestre	C5	1	1							1
Fauna Terrestre	C6	1	1							1
Paisaje	C7	1	1	1	1	1			1	1
Transporte y vías	C8	1		1	1					1
Desarrollo local	C9		1	1	1		1	1	1	1
Salud y seguridad	C10	1			1	1	1	1	1	1
Empleo	C11	1	1	1	1	1	1	1	1	1

PERIODICIDAD DEL IMPACTO										
COMPONENTE AMBIENTALES AFECTADOS		FASE DE CONSTRUCCION			FASE DE OPERACIÓN				FASE DE CIERRE	
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Calidad del Aire	C1	1	2	4	1	4	4	4	2	4
Topografía	C2	1	2	4						4
Suelos	C3	1	2			4	4	4	2	4
Calidad del Agua	C4	1					4	4		4
Flora terrestre	C5	1	2							4
Fauna Terrestre	C6	1	2							4
Paisaje	C7	1	2	4	1	4			2	4
Transporte y vías	C8	1		4	1					4
Desarrollo local	C9		2	4	1		4	4	2	4
Salud y seguridad	C10	1			1	4	4	4	2	4
Empleo	C11	1	2	4	1	4	4	4	2	4

ANEXO VI

DISEÑO DEL CUESTIONARIO, SEGÚN METODOLOGÍA DE DELPHI

PREGUNTA UNO

Distribuya 100 puntos entre los siguientes factores del medio ambiente, afectados por la implementación del Proyecto Barrotieta, donde se tiene previsto la implementación de celdas y vertederos de seguridad, de tal forma que los puntos representan la importancia relativa, que para usted tiene cada factor, en cuanto a la contribución de la calidad global del ambiente.

EFECTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS DE SEGURIDAD Y VERTEDEROS DE SEGURIDAD PARA EL MEDIO AMBIENTE.	
FACTOR (tipo de efecto)	PUNTOS
MEDIO INERTE (Calidad del Aire)	
MEDIO INERTE (Calidad del agua)	
MEDIO INERTE (Calidad del suelo)	
MEDIO BIÓTICO (Flora terrestre)	
MEDIO BIOTICO (Fauna terrestre)	
MEDIO PERCEPTUAL (Paisaje)	
MEDIO SOCIO CULTURAL (Salud y seguridad)	
MEDIO ECONÓMICO (Empleo)	
Suma	100

COMENTARIOS:

PREGUNTA DOS

Calificar el grado de incidencia de las *actividades* en los *componentes ambientales* utilizando la escala numérica del 0 al 10 para cada una de las siguientes interacciones, a mayor incidencia mayor calificación:

FASES DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS Y VERTEDEROS DE SEGURIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES							
<i>ACTIVIDADES</i>	<i>Calidad del aire</i>	<i>Calidad del agua</i>	<i>Calidad del suelo</i>	<i>Flora terrestre</i>	<i>Fauna Terrestre</i>	<i>Paisaje</i>	<i>Salud y seguridad</i>	<i>Empleo</i>
Limpieza, adecuación y desbroce del terreno								
Construcción e impermeabilización de celdas y vertederos de seguridad								
Almacenamiento temporal de desechos								
Confinamiento de desechos en celdas y vertederos de seguridad								
Control de gases y lixiviados								

COMENTARIOS:

SELECCIÓN DE ESPECIALISTAS

Especialistas participantes en el método Delphi

Nombre	Especialidad/Cargo	Ubicación
Ing. Lucia Montenegro	Profesor EPN, ambientalista	Quito
Ing. Diego Román	Amplia experiencia en ambiente	Quito
Ing. Klever Chávez	Amplia experiencia en ambiente	Quito
Ing. Pedro Mantilla	Especialista	Quito
Ing. Freddy Recalde	Especialista, representante de la Entidad de seguimiento municipal (Comgeminpa)	Quito
Ing. Fernando Pombo	Amplia experiencia en ambiente	Quito
Ing. Jorge Flores	Amplia experiencia en ambiente	Quito
Ing. Rodrigo Tirado	Especialista, representante de la Entidad de seguimiento municipal (Ritchisarm)	Quito
Ing. Ana María De la Torre	Amplia experiencia en ambiente	Manta

RESULTADOS DEL PRIMER CUESTIONARIO

PRIMER
CUESTIONARIO
PREGUNTA UNO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MED	CUARTIL 1	CUARTIL 3
Calidad del aire	5	5	5	7	5	5	6	10	5	5	5	6
Calidad del agua subterránea	5	10	5	5	6	10	6	10	10	6	5	10
Calidad del suelo	10	25	40	10	11	20	20	19	30	20	10	25
Flora terrestre	7	10	10	5	8	5	10	10	10	10	5	10
Fauna terrestre	8	10	10	5	9	5	10	10	10	10	5	10
Paisaje	5	5	10	5	6	5	15	13	5	5	5	10
Salud y seguridad	20	10	10	25	19	20	18	15	10	18	10	20
Empleo	40	25	10	38	36	30	15	13	20	25	13	36

ANEXO VII

COSTOS IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

CONSTRUCCIÓN (0.5 años)	CANT.	UNID.	DETALLE	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Terreno	63 000	m ²	Extensión de terreno	1.40 \$/ m ²	88 200
Elaboración de planos	63 000	m ²	Planos	0.08 \$/ m ²	7 056
Desbroce y adecuación del terreno	63 000	m ²	Alquiler de maquinaria pesada, durante 6 meses, considerando 22 días laborables	600 \$/día	79 200
Materiales de Construcción parquederos y oficinas	500	m ²	Materiales de construcción y acabados	400 \$/ m ²	200 000
Materiales de Construcción baños y bodegas de almacenamiento temporal	1 000	m ²	Materiales de construcción y acabados	400 \$/ m ²	400 000
Materiales de Construcción celdas y vertederos de seguridad	291 760	m ³	Materiales de construcción, geomembrana y cubierta metálica	240,85 \$/ m ²	70 270 396
Mano de obra	20	Personas	Trabajadores	285 \$/mes	28 500
Mano de obra	1	Personas	Director de obra	1 000 \$/mes	5 000
Mano de obra	1	Personas	Ingeniero civil	2 000 \$/mes	10 000

OPERACIÓN (5 años)	CANT.	UNID.	DETALLE	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Jefe de Planta	1	Personas	líder y responsable de todos los procesos y personal	2 000	120 000
Coordinador de procesos	1	Personas	responsable y asistente de la coordinación de los procesos	1 000	60 000
Responsable de bodega de preparación y almacenamiento temporal	1	Personas	encargado del orden, cuidado y trabajos de bodega de preparación y almacenamiento temporal	700	42 000
Contador	1	Personas	encargado de la parte contable	400	24 000
Obrero líder	1	Personas	responsable directo de los operadores	400	24 000
Operadores	6	Personas	operarios de las actividades y procesos	300	18 000
Máquina para pre-tratamiento de lámparas fluorescentes	1	Unidad	máquina que retiene los contaminantes de las fluorescentes y los retiene en filtros de carbón	15 000/unidad	30 000
Recipientes para disposición en celdas	10 000	Tanques	tanques plásticos con sello hermético	10 \$/unidad	100 000
Servicios básicos			luz, agua, comunicación, internet	850 \$/mes	51 000
Transporte	1	Recorrido	transporte del personal	330 \$/mes	13 200
Monitoreos de las celdas y vertederos	1	Monitoreo	monitoreos de ductos de ventilación y de lixiviados	200 \$/mes	12 000
Varios			materiales de oficina		15 000

CIERRE (0.6 años)	CANT.	UNID.	DETALLE	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Estudio técnico	1	Studio	trabajo de estudio técnico		4 000
Maquinaria	2	Máquinas	manto vegetal	150 \$/día	48 000
Mano de obra	20	Personas	trabajadores	285 \$/mes	34 200
Responsable de obra	1	Personas	Director de los trabajos	1000 \$/mes	6 000
Ambientalista	1	Personas	Líder y director del proyecto de cierre	2000 \$/mes	12 000
Restauración fauna - flora			compra de árboles y reincorporación de especies animales y vegetales		500 000

TOTAL (\$)	72 201 752
-------------------	-------------------

BENEFICIO AMBIENTAL

Número de celdas a construir	Dimensiones de cada celdas (m³)	Costo por disposición final de cada metro cúbico (\$)	Costo Total (celdas) (\$)
2 000	33,88	500	\$33 880 000
Número de vertederos a construir	Dimensiones de cada celdas (m³)	Costo por disposición final de cada metro cúbico (\$)	Costo Total (vertederos) (\$)
800	280	400	\$89 600 000
Costo Total (celdas) (\$) CT1	Costo Total (vertederos) (\$) CT2	Beneficio Ambiental CA=CT1+CT2	
\$33 880 000	\$89 600 000	\$123 480 000	

DETALLE DEL COSTO AMBIENTAL

ITEM	DETALLE		COSTO TOTAL (\$)
Valor de los suelos	En el transcurso de 5 años se devaluará el valor del metro cuadrado de los terrenos, considerando 63 000 metros cúbicos	0,70 \$/m ²	44 100,0
Perdida de usos de las tierras	En el transcurso de 5 años no se podrá sembrar o criar animales, considerando 63 000 metros cúbicos	2 000 \$/MES	120 000,0
Afectación a las aguas subterráneas	Tratamiento de aguas, para 250 000 metros cúbicos de agua contaminada	250 \$/m ³	62 500 000,0
Asesoría ambiental de remediación	La contratación de personal calificado que asesore y analice la mejor manera de remediación ambiental, considerando el trabajo de 4 expertos y 3 meses de trabajo.	4 000 \$/MES/persona	48 000,0
Multas nacionales y locales	Según Legislación Ambiental, En base a un salario mínimo vital de 264 dólares, considerando 34 990,2 metros cúbicos de contaminación	264 \$/ m ³	92 397 412,8
Recolección, tratamiento de remediación	Considerando 34 990,2 metros cúbicos de desechos contaminantes, incluido el costo del transporte	700 \$/ m ³	244 993 140,0
Peligros a la salud y bienestar a personas y animales	Considerando los daños a la salud como enfermedades leves y a corto plazo ocasionados al 0,01 % de la población (2 388 817 habitantes)	50 \$/persona	1 194 408,5
Daños a terceros y de Responsabilidad Civil	Considerando 34 990,2 metros cúbicos de desechos contaminantes	550 \$/ m ³	192 494 610,0
Enfermedades congénicas e irreversibles ocasionadas	Considerando una afectación al 0,001% de la población de la provincia de Pichincha (2 388 817 habitantes)	800 \$/persona con afectación media	96 000,0
		TOTAL	\$593 887 671,30