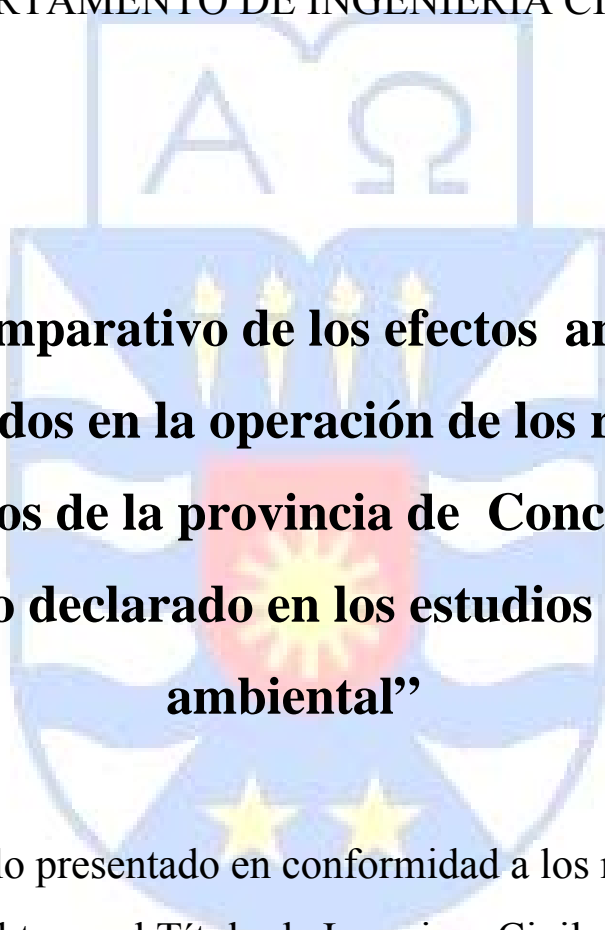


UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO

FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL



**“Análisis comparativo de los efectos ambientales
producidos en la operación de los rellenos
sanitarios de la provincia de Concepción,
respecto a lo declarado en los estudios de impacto
ambiental”**

Proyecto de Título presentado en conformidad a los requisitos para
obtener el Título de Ingeniero Civil

MARCOS A. POBLETE ORTIZ

Prof. Guía: Álvaro Suazo Schwencke

Concepción, Agosto del 2009

AGRADECIMIENTOS

Durante el paso por la universidad marco sin duda una etapa en mi vida muy importante, tanto por la formación profesional como por el sacrificio de dejar pasar momentos con seres queridos por tener obligaciones que cumplir teniendo en mente siempre el objetivo que me plantie al venir de kilómetros de distancia, a la vez para lograr este objetivo fue fundamental tener unos pilares sólidos como lo son mis padres por darme su incondicional apoyo en los momentos difíciles durante el transcurso de mi estudios.

A mis hermanas, familiares y amigos que supieron darme palabras precisas de aliento y apoyo.

A mi profesor guía Alvaro Suazo y mis profesores de comisión por entregar sus conocimientos y su disposición para lograr el desarrollo de mi tema.

SUMARIO

El presente Proyecto de Título se denomina “análisis comparativo de los efectos ambientales producidos en la operación de los rellenos sanitarios de la provincia de Concepción, respecto a lo declarado en los estudios de impacto ambiental”. De lo anterior se desprenden los objetivos específicos los cuales son:

- Comparar los estudios de impacto ambiental de los proyectos vigentes
- Establecer el grado de cumplimiento de los componentes físicos
- Definir una metodología de valoración y aplicarla a las irregularidades encontradas en los rellenos sanitarios de la Provincia de Concepción

Los rellenos sanitarios en este trabajo fueron aquellos que actualmente están actuando en la provincia de Concepción los cuales son los rellenos CERMARC y COPIULEMU. No se consideró el relleno Santa Alicia por encontrarse cerrado. De tales rellenos se consideraron los siguientes antecedentes: descripción de procesos, generación de residuos y emisiones, plan de medidas de mitigación, medidas de reparación y/o compensación, medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes y plan de seguimiento y Monitorio ambiental.

Para realizar una comparación de los rellenos sanitarios respecto a lo que declararon con lo realmente está sucediendo se recurrió a las fiscalizaciones que se le han hecho a los rellenos durante los 3 últimos años. Para lograr este objetivo de comparación se recurrió a las matrices de valoración con el método de Leopold ya que estos rellenos utilizaron este método en su EIA, así se obtuvo una visión mas clara respecto a las modificaciones de las EIA.

Para el relleno sanitario CEMARC se analizaron 10 irregularidades y para COPIULEMU 6, las cuales se identificaron en el Capítulo V.

Respecto a los resultados obtenidos se puede destacar que se tuvieron variaciones en las componentes ambientales analizadas en la etapa de proceso del proyecto inducidas por las irregularidades que estuvieron presente en los rellenos sanitarios, pero aun así no fueron de gran importancia al momento de evaluar ya que seguían dentro de los rangos propuestos en las EIA de cada estudio. Por lo cual las irregularidades sólo ameritaron un sistema sancionatorio pero no el cierre ni medidas más drásticas de contingencia frente a éstas.

INDICE	
SUMARIO	3
INTRODUCCION	8
CAPITULO I: OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	11
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES GENERALES DE LOS RELLENOS SANITARIOS	
2.1 Los Rellenos Sanitarios.	14
2.1.1 Tipos de Rellenos Sanitarios	14
2.1.2 Métodos de Rellenos.	15
2.1.3 Emisiones de los Rellenos Sanitarios.	15
2.1.4 Principios Básicos de un Relleno Sanitario.	16
2.1.5 Ventajas de un Relleno Sanitario.	16
2.1.6 Desventajas de un Relleno Sanitario.	17
2.2 Rellenos Sanitarios de la Provincia de Concepción	17
2.2.1 Relleno Sanitario COPIULEMU	17.
2.2.1.1 Superficie involucrada en el proyecto	18
2.2.1.2 Proceso y Funcionamiento de la Planta COPIULEMU	18
2.2.1.3 Características Generales de Funcionamiento Relleno Sanitario COPIULEMU	19.
2.2.1.4 Generación de Residuos y Emisiones.	20
2.2.1.5 Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación.	21
2.2.1.6 Medidas de reparación y/o compensación.	22
2.2.1.7 Medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes.	22
2.2.1.8 Plan de Seguimiento y Monitoreo Ambiental.	23
2.2.2 Relleno Sanitario CEMARC	23
2.2.2.1 Descripción de Procesos.	23
2.2.2.2 Generación de Residuos y Emisiones.	24
2.2.2.3 Plan de medidas de mitigación, reparación y compensación.	25
2.2.2.4 Plan de medidas de reparación y compensación.	25
2.2.2.5 Plan de Prevención de Riesgos Ambientales y Contingencias.	26

2.2.2.6	Plan de Manejo Aviar.	26
2.2.2.7	Plan de Manejo Aviar	27
2.3	Organismos que participaron en la EIA de cada relleno sanitario.	27
CAPITULO III: TIPOS DE METODOLOGIA DE VALORACION DE IMPACTO AMBIENTAL		
3.0	Evaluación de impacto ambiental	29
3.1	Identificación de los Aspectos Ambientales del Proyecto	30
3.2	Factores Ambientales	32
3.2.1	Medio Natural.	33
3.2.2	Medio Antropizado (socio-económico-cultural)	33
3.3	Identificación de los Factores Ambientales Afectados	34
3.4	Valoración de los Impactos Ambientales	36
3.5	Métodos de Valoración ambiental, cualitativos y cuantitativos.	38
CAPITULO IV: COMPARACIÓN DE LOS RELLENOS SANITARIOS EN LA PROVINCIA DE CONCEPCION		
4.1	Características Generales de los Rellenos Sanitarios en la Provincia de Concepción.	50
4.2	Cuadro comparativo entre los Rellenos Sanitarios de la Provincia de Concepción.	50
4.3	Predicción y evaluación de los impactos ambientales en el relleno sanitario CERMARC al inicio del proyecto.	51
4.3.1	Identificación Preliminar de las componentes ambientales.	51

4.3.2	Identificación de Potenciales Fuentes de Impacto Ambiental.	52
4.3.3	Identificación de las componentes ambientales susceptibles a recibir impactos.	53
4.3.4	Calificación de la Relevancia de las Componentes Ambientales.	53
4.3.5	Calificación de los impactos Ambientales.	54
4.4	Predicción y evaluación de los impactos ambientales en el relleno sanitario COPIULEMU al inicio de Proyecto.	56
4.4.1	Identificación de los impactos	56
4.4.2	Calificación de impacto ambiental	56
4.4.3	Actividades Generadores de impactos.	59
4.5	Resultados de la E.I.A para los rellenos sanitarios de la provincia de Concepción de acuerdo a sus características iniciales	60
 CAPITULO V : INCUMPLIMIENTOS		
5.1	Comparación de los Rellenos Sanitarios respecto a lo declarado y sus incumplimientos	63
5.2	“CENTRO DE MANEJO DE RESIDUOS COPIULEMU”	63
5.2.1	Antecedentes de Incumplimiento	63
5.2.2	Organismos Fiscalizadores.	64
5.3	“CENTRO DE MANEJO DE RESIDUOS CONCEPCIÓN CEMARC”	64
5.3.1	Antecedentes Relleno CERMARC	64
5.3.2	Organismos Fiscalizadores.	66
 CAPITULO VI : METODOLOGIA APLICADA Y RESULTADOS		
6.1	Método utilizado para la valoración.	68
6.1.1	Justificación del método utilizado.	68

6.2	Valoración de los incumplimientos para el relleno sanitario Cemarç.	69
6.2.1	Análisis de la planilla de magnitud de impactos	72
6.3	Valoración de los incumplimientos para el relleno sanitario Copiuelemu	74
6.3.1	Análisis de la planilla de magnitud de impactos	79
CAPITULO VII : CONCLUSION		81
BIBLIOGRAFIA		83
ANEXO 1: IDENTIFICACION DE POTENCIALES FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL INICIO DEL PROYECTO CEMARC.		84
ANEXO 2: PLANILLA DE EVALUACIONDE MAGNITUD DE IMPACTO EN EL INICIO DEL PROYECTO CEMARC.		85
ANEXO 3: MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL INICIO DEL PROYECTO CEMARC		86
ANEXO 4: IDENTIFICACION DE POTENCIALES FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL INICIO DEL PROYECTO COPIULEMU.		87
ANEXO 5: PLANILLA DE EVALUACIONDE MAGNITUD DE IMPACTO EN EL INICIO DEL PROYECTO COPIULEMU.		88
ANEXO 6: MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL INICIO DEL PROYECTO COPIULEMU.		91

Introducción

El hombre, en su creciente búsqueda por dominar y tener nuevos desafíos, ha buscado nuevas formas de establecer su poder por sobre la naturaleza, creando para su satisfacción grandes ciudades con el objetivo de ofrecer nuevas alternativas de vida al hombre moderno.

A la luz de lo anterior, el ser humano de la actualidad con su sistema de vida ha provocado un deterioro cada vez mayor de la naturaleza. Hoy es el hombre quien a diario genera toneladas de desechos, tanto domésticos como de la industria entre otros, los que paulatinamente van limitando los espacios verdes de los cuales dispone, tal situación se ha transformado en una problemática que requiere una respuesta eficiente por parte del sistema. La situación planteada se ve desmejorada si se considera que sumado al incrementado volumen de desechos producidos por el hombre se debe pensar en los tiempos que éstos requieren para su descomposición.

Dicho de otro modo, se puede decir que las grandes concentraciones urbanas son focos de producción de grandes cantidades de residuos, dificultando su tratamiento y ubicación.

En la búsqueda de soluciones orientadas a paliar esta problemática, se ha propuesto enterrar la basura en sitios denominados rellenos sanitarios, siendo éstos una alternativa concreta para disminuir las concentraciones de desechos. Lamentablemente éstos pueden también convertirse en una fuente de contaminación del medio ambiente si no se diseñan y operan correctamente.

En tal sentido, se podrá decir que un relleno sanitario es una respuesta eficiente a la problemática si cumple con determinadas especificaciones técnicas para su funcionamiento, las que estarán en estrecha relación con las características de la localidad a la cual servirá tal planta. Entre ellas se puede mencionar ubicación geográfica, la fragilidad de los ecosistemas, de las tecnologías y escalas de producción, de los materiales utilizados, etc. Lo anterior recordando que el diseño de procesos limpios tiene como uno de sus objetivos centrales, minimizar los impactos ambientales no deseados, derivados de tales procesos.

Del mismo modo el establecer las consecuencias de la acumulación de desechos tiene relación directa a la evaluación de impacto ambiental (EIA), como estudio de los efectos en el medio ambiente generados por una acción humana. Cuando dicha acción aún no se ha efectuado (es decir, cuando un proyecto está en su fase de estudio), la EIA tiene un carácter predictivo, donde se anticipan los posibles impactos futuros derivados de la actividad humana.

En este sentido, es posible seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos de producción propuestos, logren máximos beneficios y generen mínimos impactos ambientales no deseados. En este contexto, la EIA constituye una poderosa herramienta para diseñar procesos con mínimo impacto ambiental y, como tal, tiene una enorme importancia en la práctica moderna de la ingeniería.

Los desafíos implícitos en este proceso son considerables. Los posibles impactos derivados de un proyecto involucran efectos primarios y secundarios, que se distribuyen espacial y temporalmente. Más aún, las relaciones causa-efecto entre los aspectos ambientales del proyecto y los diversos impactos son, en muchos casos, difíciles de cuantificar debido a falta de datos, carencia de modelos predictivos apropiados, conocimientos limitados acerca del funcionamiento del ecosistema, etc.

Por supuesto, frente a estos planteamientos surgen las interrogantes ¿Cómo fijar los criterios de aceptabilidad de un impacto ambiental dado? O, dicho en otras palabras: ¿Cuándo es aceptable un impacto ambiental dado? Todas éstas son limitaciones y preguntas que generan controversia.

En el contexto de su aplicación al diseño de procesos limpios, interesa utilizar la EIA para distinguir aquellas opciones con menor impacto ambiental e identificar las medidas de mitigación necesarias para reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente. Las alternativas sometidas a evaluación no solamente deben incluir opciones tecnológicas, sino que también diferentes localizaciones geográficas posibles para la instalación de la planta.

A través de estas EIA se pueden proyectar futuros problemas que ocurrirán en los rellenos sanitarios para así aplicar medidas de mitigación y compensación a estos problemas. Para poder identificar los impactos más relevantes que pueden ocurrir en transcurso de construcción, operación y abandono del relleno sanitario se recurre a los métodos cualitativos y cuantitativos entre los que se destacan el método de Leopold ya que es uno de los más comunes y principalmente fue el utilizado para valorar los impactos de los rellenos Cemarc y Copiulemu de lo cual se profundizará más adelante en este estudio.

En Chile, la industria se desenvuelve en un marco legal ambiental que se acerca cada vez más al de los países de mayor desarrollo económico. La Ley 19.300 (Ley de Bases del Medio Ambiente) establece el requerimiento de evaluación de impacto ambiental a todos aquellos proyectos que pueden tener efectos negativos sobre el medio ambiente, la salud y la seguridad de las personas.

Pese a lo anterior, los rellenos sanitarios son actualmente la respuesta que el sistema ha dado a la presencia de los residuos, no obstante ¿Cuán eficiente es esta solución? ¿Cuáles son las verdaderas implicancias que éstos tienen para las diferentes ciudades y para el ecosistema?.

En el presente estudio se pretende analizar la puesta en marcha y funcionamiento de los rellenos sanitarios de la provincia de Concepción, las plantas COPIULEMU y CERMARC, desde los planteamientos que ambas instalaciones han sostenido para su ejecución y el cumplimiento de las mismas. Es así como el presente trabajo se traduce en una herramienta concreta para favorecer la eliminación de residuos sanitarios afectando lo menos posible su impacto en la naturaleza.

CAPITULO I

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis comparativo de los efectos ambientales producidos en la operación de los rellenos sanitarios de la provincia de Concepción, respecto a lo declarado en los estudios de impacto ambiental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar los estudios de impacto ambiental de los proyectos vigentes de acuerdo a sus características iniciales.
- Establecer el grado de cumplimiento de los componentes físicos.
- Definir una metodología de valoración y aplicarla a las irregularidades encontradas en los rellenos sanitarios de la Provincia de Concepción.

CAPÍTULO II
ANTECEDENTES GENERALES DE LOS
RELLENOS SANITARIOS

2.1 Los Rellenos Sanitarios.

En la actualidad es fácil observar como el hombre poco a poco ha ido contaminando el planeta en todas las formas posibles. Se habla de la acústica, el aire o la gran cantidad de basura que paulatinamente se ha expandido por las diferentes ciudades.

De acuerdo a esta problemática los residuos sanitarios se conocen como una solución viable frente a los residuos sólidos. Esto lleva a una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública.

Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

2.1.1 Tipos de Rellenos Sanitarios

Según las características se han definidos los siguientes tipos de rellenos:

- **Relleno Sanitario Mecanizado**

Este tipo de relleno es aquél diseñado para grandes ciudades y/o poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Se trata de un proyecto de alta complejidad con uso de equipo pesado.

- **Relleno Sanitario Semimecanizado**

A diferencia del relleno mecanizado, este tipo se utiliza cuando se diseña para poblaciones y/o ciudades que generan entre 16 y 40 toneladas. En estos casos es necesario usar una maquinaria pesada con apoyo manual.

- **Relleno Sanitario Manual.**

Este tipo es una adaptación del concepto de relleno sanitario utilizado en pequeñas poblaciones.

2.1.2 Métodos de Rellenos.

El método utilizado para generar un relleno sanitario dependerá de variados factores que determinen las características de éste, como se señalan a continuación.

- Método de Trinchera o Zanja

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o maquinaria pesada.

- Métodos de Área

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar las basuras.

- Combinación de ambos métodos.

Los dos métodos de construcción descritos tienen técnicas similares de operación, pueden combinarse lográndose un mejor aprovechamiento del terreno del material de cobertura y rendimientos en la operación.

2.1.3 Emisiones de los Rellenos Sanitarios.

De la instalación de las plantas de rellenos sanitarios se pueden desprender ciertas emisiones que son propias de estas instalaciones.

- Líquido Percolado.

Su presencia hace importante interceptar y desviar las aguas de escorrentía y pequeños hilos de agua antes del inicio de la operación, puesto que si el volumen de este líquido aumenta demasiado, puede causar no sólo problemas en la operación del relleno, sino también contaminar las corrientes de agua, nacimientos y pozos vecinos.

- Los Gases.

La emisión de éstos se considera ya que estas instalaciones se comportan como un digestor anaeróbico, debido a la descomposición o putrefacción natural de los residuos.

El gas metano reviste el mayor interés porque, a pesar de ser inodoro e incoloro, es inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción de 5 a 15% en volumen. Cuando el gas metano se acumula en el interior del relleno y migra a las áreas vecinas, puede generar riesgos de explosión. Por lo tanto, es importante considerar una adecuada ventilación de este gas, aunque en los pequeños rellenos este no es un problema muy significativo.

2.1.4 Principios Básicos de un Relleno Sanitario.

Como ya se ha mencionado los rellenos sanitarios son instalaciones creadas para satisfacer las necesidades del hombre como fuente de eliminación de los desechos que éstos generan. En tal sentido cabe mencionar que la eficacia ante tal objetivo dependerá en gran medida de ciertos principios que guían el funcionamiento de éstas plantas. Entre ellas consideramos:

- Supervisión constante.
- La altura de la celda.
- el cubrimiento diario.
- La compactación de los desechos sólidos.
- Desviar aguas de escorrentía.
- Control y drenaje de percolados y gases.
- El cubrimiento final de unos 0,40 a 0,60 m de espesor.

2.1.5 Ventajas de un Relleno Sanitario.

Hasta ahora se han considerado las características de un relleno sanitario y los requerimientos que ellos imponen para su funcionamiento. Dentro de este planteamiento cabe mencionar que existen ventajas y desventajas en el trabajo de estas plantas.

▪ Ventajas de un Relleno Sanitario

Entre las ventajas de la instalación y funcionamiento de un relleno sanitario se puede mencionar que es una alternativa conveniente por diferentes razones.

En primer término es un método que disminuye considerablemente la contaminación, se requiere de una baja inversión inicial, si se compara con los métodos de incineración o compostación, sumado a ello los bajos costos de operación y mantenimiento.

Además de lo señalado los rellenos son un método completo y definitivo, requiere mano de obra no calificada, recupera metano como posible fuente de energía.

2.1.6 Desventajas de un Relleno Sanitario.

Así como se establecen los beneficios que estas plantas traspasan como medio de paliar la contaminación, también cabe mencionar con ciertas desventajas para su utilización.

Entre ellas se puede mencionar la adquisición del terreno, la supervisión constante de la construcción para mantener un alto nivel de calidad de las operaciones, un alto riesgo de transformarlo en botadero a cielo abierto por la carencia de voluntad política de las administraciones municipales.

Sumado a lo anterior, se puede presentar una eventual contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, si no se toman las debidas precaución.

2.2 Rellenos Sanitarios de la Provincia de Concepción

En el presente capítulo se describirán los rellenos sanitarios en funcionamiento en la ciudad de Concepción del punto de vista de la E.I.A, a modo de situar y caracterizar estos rellenos de acuerdo a su efectividad como medio de descontaminación, según guía los objetivos de este estudio.

2.2.1 Relleno Sanitario COPIULEMU.

Este se conoce como un centro de almacenamiento y transferencia, recuperación y revalorización de residuos, tratamiento y disposición de desechos de origen industrial y domiciliarios. Está compuesto de las siguientes unidades:

- Almacenamiento temporal
- Planta de recuperación y revalorización
- Planta de Inertización
- Planta de tratamiento fisicoquímico, planta de tratamiento de aguas servidas, planta de tratamiento de aguas de descarga
- Depósito de seguridad
- Relleno sanitarios

2.2.1.1 Superficie involucrada en el proyecto

El área comprendida en el proyecto es de 28 hectáreas, estando esta distribuidas como lo indica la Tabla 1.

Tabla 1.
Componente proyecto Relleno Sanitario COPIULEMU

Planta	Superficie (m²)
Caminos	3.000
Áreas de almacenamientos	2.400
Planta de Tratamiento Fisicoquímico	600
Planta de Inertizacion	1.250
Laguna de homogeneización	1.000
Oficinas	300
Relleno sanitario	40.000
Depósito de seguridad (celda)	14.500
Planta de tratamiento de aguas servidas	20
Planta de tratamiento de aguas de descarga	30
Plantación de árboles nativos y exóticos	170.000

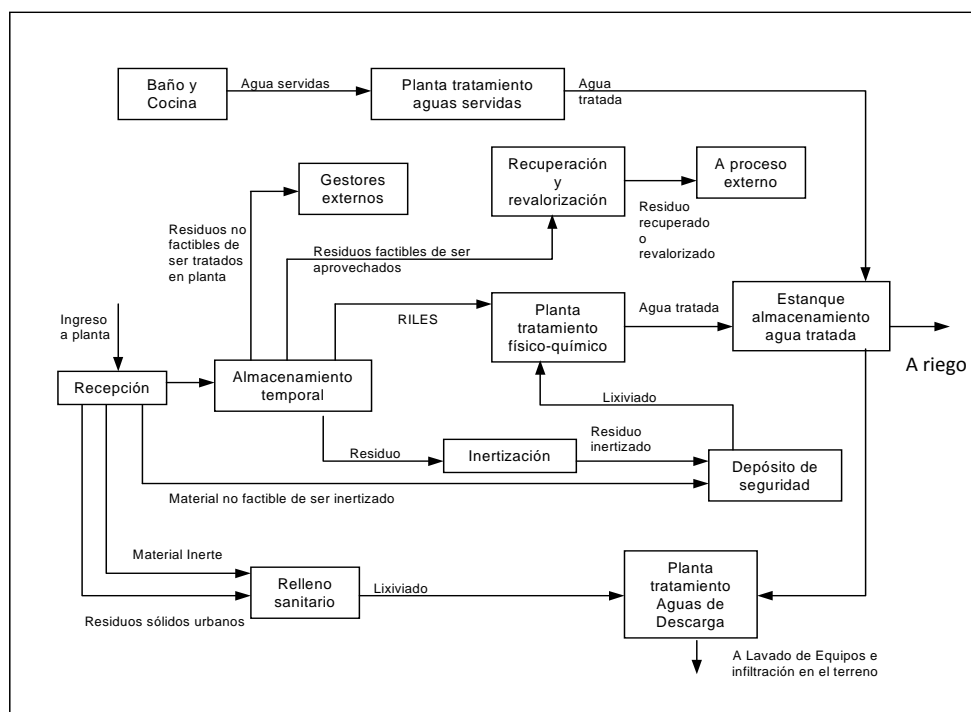
Fuente: Consultora Cidem, 1999

2.2.1.2 Proceso y Funcionamiento de la Planta COPIULEMU

Como se ha mencionado anteriormente el relleno sanitario COPIULEMU se compone de los siguientes procesos como se pueden observar en la figura 1.

Figura 1

Esquema general de los procesos incluidos en el proyecto.



Fuente: Consultora Cidem, 1999

2.2.1.3 Características Generales de Funcionamiento Relleno Sanitario COPIULEMU

Esta unidad está destinada a la disposición y manejo de los residuos sólidos urbanos o asimilables a ellos. Además, el proyecto contempló la disposición en el relleno de materiales inertes, tales como cenizas, aserrín, etc.

Para el cumplimiento de las disposiciones en el relleno sanitario se consideró:

- Impermeabilización del fondo y paredes

Este relleno sanitario es impermeabilizado con 2 capas de material para proteger el suelo y aguas subterráneas de contaminación.

- Sistema de drenaje de lixiviado

Los líquidos de cada una de las áreas de trabajo se unen a un solo ducto, el cual se localiza en un costado Este del sitio.

- Sistema de tratamiento de lixiviados

El líquido percolado es tratado en una planta con una capacidad de 5 m³/h. El tratamiento a utilizar es el de osmosis inversa.

- Drenaje y control de gases

Los gases que se producen en el relleno tienden a desplazarse hacia las zonas de menor presión (menor resistencia), para controlar el drenaje y control de gas el relleno, para esto se encuentran dos sistemas, captación del biogás y un mechero.

2.2.1.4 Generación de Residuos y Emisiones.

Como se describió anteriormente, los rellenos sanitarios además de cumplir con los fines para los cuales fueron construidos generan otras emisiones. En el caso de la planta de COPIULEMU, éstas emisiones son tratadas de la siguiente forma:

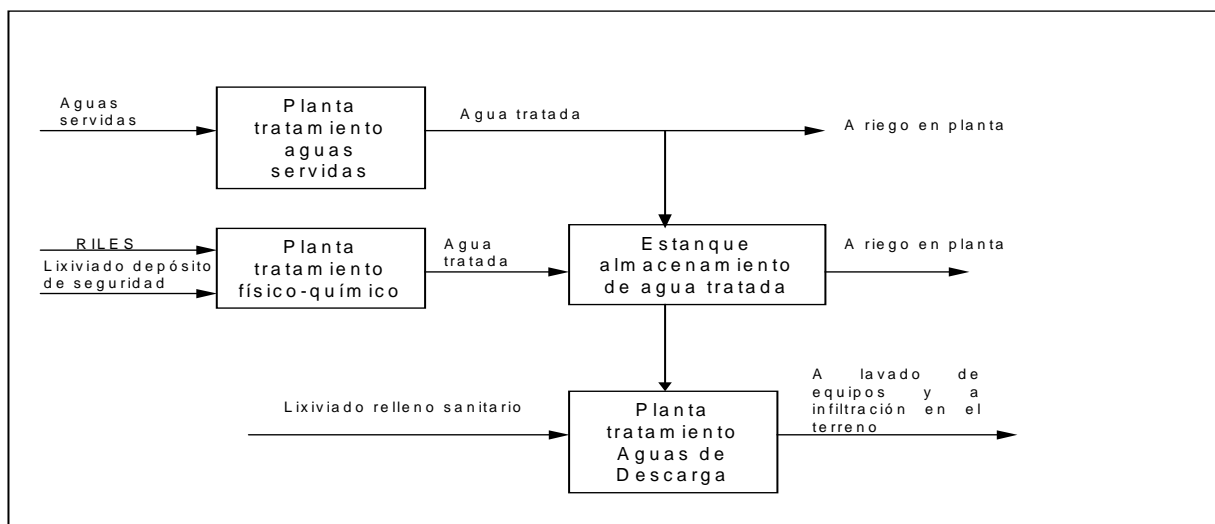
- a) Residuos sólidos

Los sólidos generados por el proyecto son dispuestos ya sea en el relleno sanitario o en el depósito de seguridad.

- b) Residuos líquidos

Por su parte los residuos líquidos generados por la planta durante la etapa de operación son tratados de acuerdo al esquema presentado en la figura 2.

Figura 2
Esquema Manejo de Aguas



Fuente: Consultora Cidem, 1999

c) Residuos gaseosos

Este tipo de residuos no denotan mayor importancia en esta instalación dadas las características de la misma.

d) Emisión de ruidos

Las operaciones contempladas en el proyecto no son asociadas a la generación de ruidos, ya que las únicas fuentes generadoras de ruido son los equipos utilizados para impulsar materiales.

2.2.1.5 Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación.

Las medidas de mitigación, reparación y compensación nacen como necesidad de minimizar, prevenir o evitar los impactos ambientales identificados y evaluados previamente. Pero muchas de ellas han sido ya incorporadas en el diseño del proyecto, paso previo o en paralelo a la evaluación.

▪ **Plan de medidas de mitigación.**

De la evaluación de impacto ambiental realizado para el relleno sanitario Copiulemu se tomaron las siguientes medidas de mitigación.

- Calidad del aire
- Emisión de Ruido.
- Calidad del Agua
- Suelo
- Paisaje
- Uso del suelo
- Infraestructura vial
- Aspectos socioeconómicos

2.2.1.6 Medidas de reparación y/o compensación.

De acuerdo al análisis ambiental del relleno sanitario, el proyecto no contempla medidas de reparación y/o compensación.

2.2.1.7 Medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes.

Estas medidas fueron elaboradas para cada situación riesgo que se presentó (no previstas) o que se considere la probabilidad de ocurrencia de un accidente.

- Identificación de riesgos y accidentes ambientales.
- Incendio en la planta de recuperación-revalorización y tratamiento de residuos
- Escapes y derrames
- Riesgos sísmicos
- Incendio y/o explosión en el relleno o en los ductos extractores de gas
- Falla en el sistema de tratamiento de líquidos percolados
- Infiltración de lixiviados por fisura de la membrana de impermeabilización
- Derrumbe en las áreas de trabajo por temblor (terremoto) o lluvia intensa
- Inundación de las zanjas de trabajo por lluvia intensa
- Colapso de las capas superiores des relleno.

2.2.1.8 Plan de Seguimiento y Monitoreo Ambiental.

El plan de seguimiento y monitoreo ambiental considera vastos factores que comprometan en su plenitud asegurar mantener los índices normales y adecuados para la vida del hombre. Entre éstos se considera:

- Calidad del aire
- Ruido
- Agua

2.2.2 RELLENO SANITARIO CEMARC

El relleno sanitarios CEMARC es una empresa de servicios mecanizados. Las principales superficies del proyecto corresponden a las señaladas en la Tabla 2.

Tabla 2
Superficies del Proyecto

SECTOR	SUPERFICIE
Superficie total del predio y área del proyecto	21,9 há
Camino perimetral (largo: 1.550 m)	9.300 m ²
Laguna de sedimentación de aguas lluvia	2.000 m ²
Área relleno sanitario (sector impermeabilizado)	15,2 há
Planta de tratamiento de líquidos percolados	6.000 m ²
Planta de incineración del biogás	500 m ²
Área de forestación con sistema de regadío	>3 há

Fuente: Ingeniería Alemana S.A, (2001)

2.2.2.1 Descripción de Procesos.

Las principales acciones que se desarrollan en el Centro de Manejo de Residuos de Concepción corresponden a las siguientes:

- Recepción y control visual de la carga.
- Pesaje y registro automático de los residuos.
- Descarga de los residuos en el relleno sanitario.
- Compactación de los residuos en capas en el relleno sanitario.
- Cobertura diaria de los residuos depositados.
- Captación e incineración centralizada del biogás.
- Captación y tratamiento de los líquidos percolados.
- Administración, planificación, control de las variables ambientales y mantención de las instalaciones.

Esta planta entre sus principales obras considera:

- Caminos interiores y de acceso.
- Casa de administración, control y personal.
- Báscula de pesaje de camiones.
- Galpón de mantención de maquinaria.
- Relleno sanitario (con impermeabilización y sistemas de drenaje de líquidos y gases).
- Planta de tratamiento de líquidos percolados.
- Planta de incineración de biogás (antorcha).
- Canales de captación y laguna de sedimentación de aguas lluvia.
- Sistemas de suministro y abastecimiento (agua, energía, combustible).
- Zonas de forestación.

2.2.2.2 Generación de Residuos y Emisiones.

Entre los residuos y emisiones generadas en este relleno se encuentran los siguientes:

- Residuos Sólidos
- Lodos de la Planta de Tratamiento de Líquidos Percolados
- Residuos Líquidos
- Riego

- Infiltración
- Emisiones Atmosféricas
- Material Particulado
- Emisiones de Biogás
- Emisión de ruido

2.2.2.3 Plan de medidas de mitigación, reparación y compensación

Este plan contiene todas aquellas medidas tendientes a eliminar o minimizar los efectos adversos que pudiera generar la construcción y operación normal del proyecto, con el claro propósito que los impactos ambientales sean los mínimos posibles. Estas medidas fueron incorporadas en los criterios de diseño y en los procedimientos de construcción y operación del proyecto.

Las medidas de mitigación se relacionan con:

- Pérdida de Suelo
- Alteraciones en el Patrón de Drenaje
- Emisiones Atmosféricas y Olores
- Generación de Líquidos Percolados
- Manejo de Residuos Peligrosos
- Generación de Aguas Servidas.
- Pérdida de Vegetación y Fauna
- Fauna.
- Vegetación.
- Niveles de Ruido.
- Proliferación de Vectores Sanitarios.

2.2.2.4 Plan de medidas de reparación y compensación.

Los planes de reparación y/o compensación son diseñados con el objeto de reponer los elementos del ambiente a una calidad similar a la que tenían antes del daño generado y, si es el

caso, generar efectos positivos equivalentes o alternativos. En este contexto se han detectado 2 medidas de relacionadas:

- Compensación de la Pérdida del Suelo.
- Compensación de la Pérdida de Vegetación.

2.2.2.5 Plan de Prevención de Riesgos Ambientales y Contingencias.

El Plan de Prevención de Riesgos Ambientales contiene los conceptos de diseño de las obras, así como medidas operacionales tendientes a evitar o minimizar la ocurrencia de situaciones accidentales de riesgo para el ambiente.

Las situaciones de riesgo ambiental identificadas para el proyecto son:

- Infiltración de Líquidos Percolados desde el Relleno Sanitario
- Fugas o Derrames desde la Planta de Tratamiento de Líquidos Percolados
- Incendio o Explosión por Emanaciones de Gas.
- Derrames de Productos
- Riesgos Naturales

2.2.2.6 Plan de Seguimiento Ambiental.

El fin del plan de seguimiento es establecer, para cada fase del proyecto, los componentes del medio ambiente que serán objeto de medición y control; el impacto ambiental asociado; la ubicación de los puntos de control; los parámetros que serán utilizados para caracterizar el estado y evolución de dicho componente; los niveles cuantitativos o límites permitidos o comprometidos; la duración y frecuencia del plan de seguimiento para cada parámetro; el método de medición de cada parámetro; el plazo y frecuencia de entrega de los informes del plan de seguimiento a los organismos competentes; la indicación del organismo competente que recibirá dicha documentación, y cualquier otro aspecto relevante.

Plan de Manejo Aviar.

Con el objeto de disminuir las aves presentes en el relleno sanitario, se implementó un plan de manejo aviar que permite reducir los riesgos de colisiones de aves con aviones en vuelo.

Cabe destacar que este plan incluye las principales acciones recomendadas en aeropuertos de Estados Unidos y otros países del mundo, que implican entre otros puntos:

- Identificar al personal responsable de implementar el Plan.
- Identificar y proporcionar información sobre los sitios atractivos para la fauna silvestre, dentro o cerca del aeropuerto.
- Identificar las técnicas apropiadas en el manejo de fauna silvestre para minimizar el riesgo de impacto.
- Prioridad a las medidas de manejo apropiadas.

2.3 Organismos que participaron en la EIA de cada relleno sanitario.

Los organismos que participaron para realizar la evaluación de los rellenos sanitarios Copiulemu y Cemarac son los que se presentan a continuación.

- SEREMI de Agricultura Región del Bío Bío
- SEREMI de Salud Región del Bío Bío
- SEREMI de Vivienda y Urbanismo
- SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones
- Dirección Regional Dirección general de aguas Región del Bío Bío
- Dirección Regional Servicio Agrícola y Ganadero Región del Bío Bío
- Dirección Regional de Vialidad Región del Bío Bío
- Dirección Regional CONAF
- Dirección Regional del SERNAGEOMIN Zona Sur
- Superintendencia de Servicios Sanitarios
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles
- Consejo de Monumentos Nacionales
- Dirección General de Aeronáutica Civil

Capítulo III

TIPOS DE METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

3.0 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

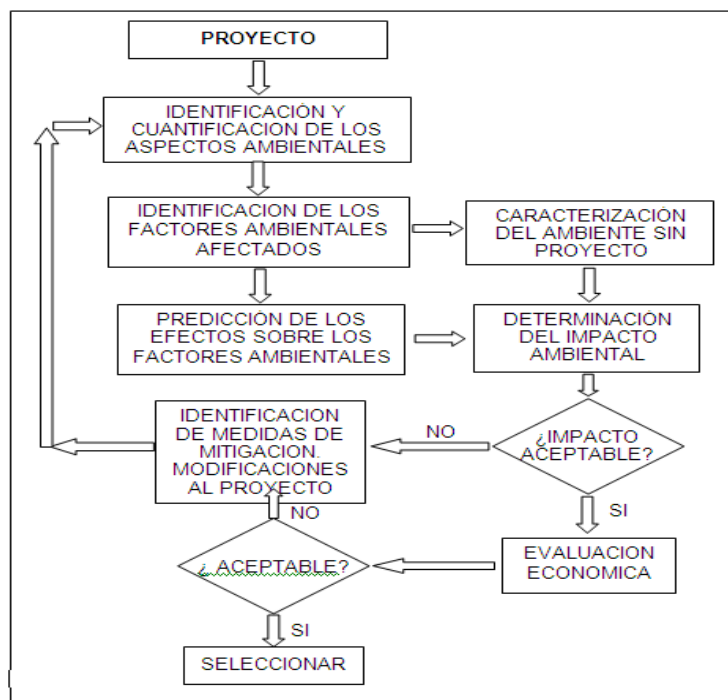
Las metodologías no proporcionan respuestas completas a todas las preguntas sobre los impactos de un posible proyecto o conjunto de alternativas ni son libros de cocina que conduzcan a un fin con sólo seguir las indicaciones. Además éstas deben seleccionarse a partir de una valoración apropiada producto de la experiencia profesional y con la aplicación continuada de juicio crítico sobre los insumos de datos y el análisis e interpretación de resultados. Uno de sus propósitos es asegurar que se han incluido en el estudio todos los factores ambientales pertinentes.

En el presente apartado se analizará brevemente la metodología para evaluar el impacto ambiental desde sus partes y sus tipos.

En la figura 3 se observan las distintas fases de evaluación de impacto ambiental.

Figura 3

Etapas de una evaluación de Impacto Ambiental



Fuente: C. Zaror, (2000).

De la figura 3 presentada se desprenden las fases que a continuación se mencionan:

- Identificar los aspectos ambientales del proyecto evaluado.
- Identificar los factores ambientales que pueden verse afectados por las acciones del proyecto.
- Caracterizar, cuantitativa y cualitativamente, el estado de tales factores ambientales antes de la implementación del proyecto.
- Predecir el estado de tales factores ambientales debido a las acciones previstas.
- tas.
- Evaluar el impacto para cada factor ambiental afectado y determinar la aceptabilidad de tales impactos.
- Identificar y evaluar medidas de mitigación que permitan eliminar o reducir los impactos a niveles aceptables.

En el caso de proyectos que estén en su última fase de diseño, sometidos al sistema de evaluación de impacto ambiental (de acuerdo a la Ley 19.300), se debe incluir medidas de mitigación, planes de prevención de riesgos y control de accidentes, medidas de reparación y compensación, así como un plan de seguimiento de las principales variables ambientales potencialmente afectadas.

3.1 Identificación de los Aspectos Ambientales del Proyecto

Los aspectos ambientales se definen como todas aquellas acciones o elementos del proyecto que pueden interactuar con el medio ambiente y, por lo tanto, pueden causar impacto ambiental. Tales pueden ser:

- Receptor de las emisiones de la actividad productiva.
- Fuente de recursos naturales, materiales y energéticos.
- Soporte de los elementos físicos que lo conforman.

Por lo tanto, se debe identificar aquellas acciones o elementos del proyecto que:

- Implican emisiones de contaminantes.
- Implican la sobreexplotación de recursos naturales.
- Actúan sobre el medio biótico.
- Implican deterioro del paisaje.
- Modifican el uso del suelo.
- Repercuten sobre las infraestructuras.
- Modifican el entorno social, económico y cultural.

Los aspectos ambientales típicos de un proyecto son:

- Emisiones de residuos sólidos, líquidos y gaseosos.
- Emisiones de otros contaminantes físicos (radiaciones, ruido, calor).
- Consumo de materias primas (renovables y no renovables).
- Consumo de agua.
- Consumo de energía (de fuentes renovables y no renovables).
- Consumo de fuerza de trabajo y otros recursos humanos.
- Intervención física directa sobre el medio.
- Requerimientos de transporte y otras demandas de infraestructura.
- Otras acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.

Las emisiones de contaminantes y el consumo de recursos naturales son comunes a todo proyecto industrial. La intervención sobre el medio físico depende del tipo de proyecto y su envergadura, por ejemplo, excavaciones, desviaciones de cauces de río, embalses, drenajes masivos, construcción de terraplenes y grandes obras civiles, repoblaciones forestales, cambio de uso del suelo.

De acuerdo a ello, las modificaciones que se realizan al proceso para reducir los impactos ambientales tienen como objetivo actuar sobre aquellos aspectos ambientales causantes del impacto no deseado.

Los aspectos ambientales deben ser identificados y (en lo posible) cuantificados para cada una de las fases del proyecto y para las diferentes condiciones de operación previstas:

- Fase pre-operacional (estudio previo, construcción, puesta en marcha).
- Fase operacional, bajo condiciones normales, anormales y de emergencia.
- Fase de abandono del proyecto.

Los aspectos ambientales generados durante condiciones de emergencia son de gran importancia ambiental, ya que la mayoría de los impactos ambientales catastróficos ocurridos en el mundo durante el último siglo han sucedido como consecuencia de accidentes durante el procesamiento o transporte de materiales peligrosos.

Es importante dividir cada fase del proyecto en partes homogéneas o elementos, para detectar con mayor resolución las acciones causantes de impacto. Por ejemplo, típicamente, la fase de construcción puede incluir los siguientes elementos:

- Desarrollo de la ingeniería y adquisición de equipos.
- Preparación del terreno (faenas de saneamiento, habilitación de drenajes, retiro de capa vegetal y estabilización, nivelación del terreno, construcción de vías internas y áreas de almacenamiento).
- Obras civiles (instalación de servicios subterráneos, construcción de red de aguas, fundaciones y estructuras).
- Montaje de estructuras metálicas y edificios.
- Montaje de equipos.

Los aspectos ambientales deben ser cuantificados con la mayor precisión posible, indicando su magnitud física, composición, localización espacial y temporal, etc. Pueden ser obtenidos directamente de los datos del proyecto. Aquéllos relacionados con las condiciones de emergencia requieren de un análisis de riesgos. Normalmente, en la EIA de proyectos que están en la etapa de diseño conceptual, sólo se consideran los aspectos ambientales bajo condiciones de operación normal.

3.2 Factores Ambientales

El medio ambiente incluye un amplio conjunto de elementos y procesos interrelacionados. Generalmente, se distinguen dos sistemas que interactúan.

3.2.1 Medio Natural.

Sistema constituido por los elementos y procesos del ambiente natural. A su vez, se subdivide en tres subsistemas:

- Medio Físico (aire, tierra y agua)
- Medio Biótico (flora y fauna)
- Medio Perceptual (paisaje y estética)

3.2.2 Medio Antropizado (socio-económico-cultural)

Este sistema está constituido por las estructuras y condiciones sociales, históricas, culturales y económicas en general, de las comunidades humanas o de la población de un área determinada. Se refiere a la población y sus atributos, como fuerza de trabajo, consumidora de bienes y servicios, sujeta a relaciones sociales, relaciones de intercambio y actividades culturales. Incluye los asentamientos humanos e infraestructuras.

Los factores ambientales son los diversos componentes del medio ambiente susceptibles de ser modificados por la acción humana. Los factores ambientales considerados según la legislación europea citados por Conesa Fdez- Vitora (1993) son:

- El hombre, la flora y la fauna.
- El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.
- Las interacciones entre los anteriores.
- Los bienes materiales y el patrimonio cultural.

Los factores ambientales deben seleccionarse de modo que sean representativos del entorno afectado. Además, se requiere que los factores sean de fácil identificación conceptual y física (en mapas, en trabajo de campo, en datos estadísticos).

Por su parte la valoración de dichos factores es un paso fundamental en la EIA, ya que permite establecer sus características, la calidad ambiental de cada factor o su estado de conservación, antes de la ejecución del proyecto.

Se define como **Indicador Ambiental** de un Factor Ambiental, aquel parámetro medible que está directamente relacionado con la calidad ambiental de dicho factor. En otras palabras, un Indicador Ambiental es la expresión medible de un Factor Ambiental. Desde el punto de vista de su posibilidad de valoración, los factores ambientales se pueden clasificar en:

a). Factores directamente cuantificables: Son aquellos que representan en sí mismo, parámetros físicos, químicos, biológicos, económicos, u otros, que se pueden expresar en unidades de medida determinadas. Por ejemplo, el caudal de un río (m^3/s), la temperatura del agua ($^{\circ}C$), el pH del suelo, el oxígeno disuelto del agua, el ruido (dB), el nivel de empleo (n° de personas empleadas). Su valoración no ofrece mayores problemas.

b). Factores cuantificables indirectamente a través de un Indicador Ambiental: El factor ambiental no posee una unidad de medida concreta, y se debe recurrir a indicadores ambientales apropiados. Por ejemplo, la calidad del agua, la eutrofización, la aptitud climática, el nivel cultural de la población o la distribución espacial de la infraestructura, requieren de indicadores cuantitativos para su valoración.

c). Factores ambientales cualitativos, no cuantificables en unidades convencionales: Su calidad se debe expresar en base a índices medidos en escalas arbitrarias o rangos. Existen índices de valoración de objetivos, ampliamente aceptados y de uso común, como por ejemplo, índices para valorar la flora y la fauna. Otros factores, tales como el valor paisajístico, o preferencias sociales, requieren de criterios subjetivos. En general, al establecer las escalas para el valor de un factor ambiental, se debe considerar que éste incrementa con sus características de singularidad, diversidad, valor histórico, valor ecológico, rareza, madurez, representatividad, vulnerabilidad, entre otros.

3.3 Identificación de los Factores Ambientales Afectados

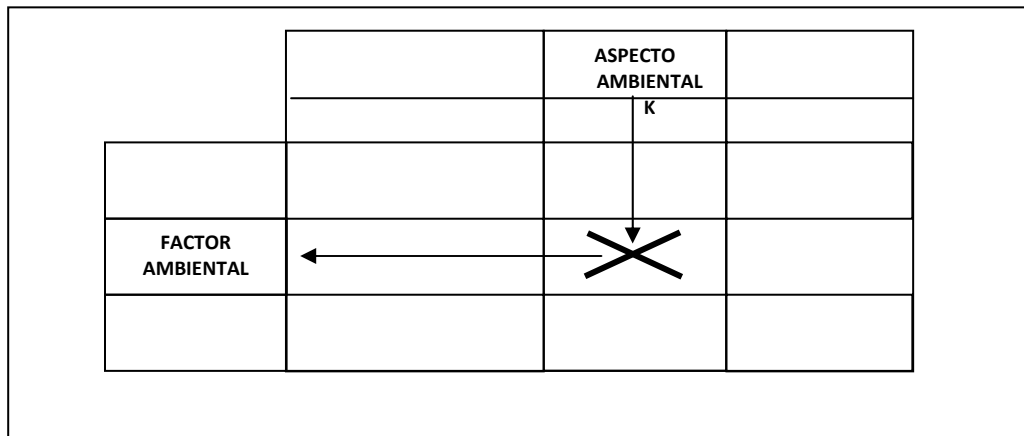
Existen diversos métodos propuestos para identificar los factores del medio ambiente asociados a cada aspecto ambiental del proyecto, tales como:

- Listas de verificación y cuestionarios
- Consulta a expertos
- Comparación con proyectos similares ya realizados
- Matrices generales causa-efecto

Las matrices causa-efecto están conformadas, en sus filas, por los factores ambientales y, en sus columnas, por los aspectos ambientales. Para cada aspecto ambiental, se revisa uno a uno los factores ambientales y se analiza su posible interacción. Se marca la intersección cada vez que se identifica una relación causa-efecto, tal como se ilustra en la Figura 4 para el aspecto ambiental K y el factor ambiental J. La principal ventaja del método matricial es que entrega una relación causa-efecto directa entre los aspectos y factores impactados.

Figura 4

Matriz de identificación de impactos ambientales.



Fuente: C. Zaror, (2000).

Generalmente, las relaciones entre las acciones del proyecto y los factores ambientales impactados no son simples. En muchos casos, existe una cadena de efectos primarios y secundarios que, eventualmente, puede afectar la salud y bienestar de los seres humanos o puede constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza.

Los procedimientos utilizados para identificar tales impactos se basan en listas de verificación, cuestionarios, consultas a expertos, comparaciones con proyectos similares ya realizados y matrices causa-efecto (confeccionadas con varios niveles de detalle). También se utiliza métodos cartográficos, basados en la superposición de mapas donde se presentan los factores ambientales afectados, tomando en consideración su distribución espacial.

En aquellos casos donde existen muchos impactos secundarios e inducidos, resulta útil emplear representaciones estructuradas, tales como árboles de impacto y diagramas de redes para análisis de impactos. Estas técnicas son de mucha utilidad para identificar relaciones causa-efecto a través de toda la cadena de impactos.

3.4 Valoración de los Impactos Ambientales

La valoración de los impactos representa una etapa clave de la EIA. Los impactos ambientales poseen una serie de atributos característicos que deben ser considerados para su valoración. En este sentido, los impactos pueden presentar las siguientes características:

Naturaleza (signo)	:Beneficioso o perjudicial (positivo o negativo)
Tipo de efecto	:Directo o indirecto (secundario)
Acumulación	:Simple o acumulativo
Sinergia	:Sinérgico o no sinérgico
Momento en que se produce	:Corto, mediano o largo plazo
Persistencia	:Temporal o permanente
Reversibilidad	:Reversible o irreversible
Posibilidad de recuperación	:Recuperable o irrecuperable
Periodicidad	:Periódico o irregular
Continuidad	:Continuo o discontinuo

El nivel de precisión en la valoración de los impactos ambientales depende del objetivo y alcance del EIA. Al respecto, se pueden distinguir tres niveles de aproximación en la valoración de los impactos ambientales:

a). Interpretación subjetiva de los impactos ambientales

Está basada en un análisis de los factores impactados y la envergadura de los aspectos ambientales. Ella debe ser fruto de una reflexión, a partir de experiencias anteriores y del conocimiento que exista acerca de las relaciones causa-efecto. El impacto ambiental se califica en base a conceptos generales, tales como: *aceptable*, *moderado*, *severo* o *crítico*. Se utiliza normalmente en estudios preliminares, para seleccionar aquellos impactos que ameritan un estudio más elaborado.

b). Valoración cualitativa de los impactos identificados.

Utiliza escalas de puntuación relativamente sencillas. Ello permite obtener una valoración cualitativa relativa, para comparar los impactos derivados de diversas interacciones entre las acciones del proyecto y los factores ambientales. Un buen ejemplo de este tipo de valoración cualitativa es el método matricial de Leopold, que utiliza escalas de 1 a 10 para valorar la magnitud e importancia del impacto, definidos como:

- La magnitud del cambio en la cantidad o calidad del factor afectado. Su cuantificación puede ser aproximada o basada en modelos matemáticos aproximados.
- La importancia del impacto, medida en términos de la importancia del factor ambiental impactado, la extensión del área impactada (algunos autores asocian la magnitud del impacto ambiental a la extensión del área impactada) y/o de las consecuencias del impacto. La asignación de un valor de la importancia de un impacto ambiental, se basa en el juicio subjetivo de las personas que están llevando a cabo el estudio.

Dada su gran simplicidad, el método de Leopold y sus variantes posteriores, son ampliamente utilizados en EIA para estudios preliminares.

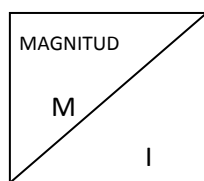
c). Valoración cuantitativa.

Basada en los cambios que afectan a los indicadores de impacto, como consecuencia de las acciones del proyecto. Se utilizan herramientas predictivas, tales como modelos matemáticos de dispersión atmosférica, modelos de dispersión en cuerpos de agua, modelos de propagación de ruidos, modelos de calidad de vida, modelos toxicológicos, modelos de funcionamiento de ecosistemas. Dada la gran diversidad de unidades de medida para los diferentes indicadores de impacto, éstas se transforman en unidades homogéneas comparables. Para ello, se utilizan *funciones de transformación* apropiadas para cada caso. Así, los impactos parciales que afectan a un factor ambiental dado pueden agregarse para obtener un valor total. La valoración cuantitativa se utiliza en la EIA de un proyecto que se encuentra en etapas avanzadas, donde se requiere mayor precisión para seleccionar alternativas tecnológicas o de localización de la planta.

3.5 Métodos de Valoración ambiental, cualitativos y cuantitativos.

a) Método Matricial para Evaluación de Impacto Ambiental.

Una matriz causa-efecto simple, tal como la desarrollada por Leopold en 1971, permite obtener una descripción cualitativa de las interacciones entre los aspectos ambientales del proyecto y los factores ambientales del entorno, en términos de la magnitud y la importancia de los impactos. La matriz original de Leopold utiliza aproximadamente 100 acciones y 90 factores ambientales. Cada elemento de la matriz representa una interacción entre el proyecto y el entorno, para la cual se estima su magnitud e importancia. Se traza una diagonal en el cuadro correspondiente al elemento y se escribe el valor de la magnitud y la importancia:



IMPORTANCIA

El impacto correspondiente se calcula como el producto entre la magnitud y la importancia:

$$\text{Impacto Ambiental} = \text{Magnitud} \times \text{Importancia}$$

Se utiliza escalas relativas, donde la más sencilla asigna tres niveles para valorar la magnitud y la importancia del impacto:

1	=	Bajo
2	=	Medio
3	=	Alto

En dicha escala, el impacto menor tiene un valor de 1, mientras el más alto es 9. En su trabajo original, Leopold y su grupo utilizaron una escala de 1 a 10, lo que permite una mayor amplitud de distribución entre los diferentes impactos (mínimo 1, máximo 100).

El método de Leopold permite valorar el impacto total sobre un factor ambiental, sumando todos los impactos generados por las acciones del proyecto sobre dicho factor como se observa en la ecuación N° 1 :

$$(IT)_K = \sum_{J=1,N} (M_{K,J} I_{K,J}) \dots\dots\dots \text{ecuación N°1}$$

Donde:

- $(IT)_K$ = Impacto total sobre el factor ambiental K.
- $M_{K,J}$ = Magnitud del impacto de la acción J sobre el factor K.
- $I_{K,J}$ = Importancia del impacto de la acción J sobre el factor K.
- N = Número total de acciones del proyecto consideradas en la matriz.

De este modo, se puede comparar los diferentes factores ambientales impactados y establecer una priorización de factores ambientales, sobre la base de su fragilidad frente a las acciones del proyecto.

Por otra parte, la sumatoria de todos los impactos anotados en una columna indica el impacto total sobre el medio ambiente causado por esa acción del proyecto. Así, se puede identificar aquellas acciones del proyecto que son críticas desde el punto de vista ambiental, para las que se requeriría introducir modificaciones con vistas a mitigar los impactos.

Una de las principales limitaciones de este tipo de matrices radica en que no hace distinción entre impactos que ocurren en diferentes etapas del desarrollo de un proyecto. Para reducir este problema, es conveniente agrupar los aspectos ambientales del proyecto de acuerdo a su ocurrencia en el tiempo (ej.: fase de construcción, fase de operación), en matrices independientes.

Un problema similar ocurre con aquellos impactos que se manifiestan en diferentes zonas geográficas, en el caso de proyectos que abarcan una gran extensión territorial. Aquí se deberían agrupar los aspectos ambientales del proyecto en base a su zonificación, con matrices independientes para cada zona geográfica.

Además, es importante evitar duplicaciones de las interacciones, debido a una selección errónea de aspectos ambientales. Esta “doble contabilidad” es muy frecuente en proyectos de gran complejidad, donde el mismo aspecto ambiental aparece incluido en más de una columna de la matriz.

Existen extensiones de este tipo de matrices sencillas, donde se toma en consideración la probabilidad de ocurrencia del impacto ambiental. Esto permite incorporar un tercer criterio para la valoración del impacto:

Impacto Ambiental = Magnitud x Importancia x Probabilidad

Donde la probabilidad de ocurrencia del impacto se valora entre 0 y 1; el valor 1 representa un impacto ambiental que tiene total certidumbre de ocurrir debido a la implementación del proyecto.

Otras extensiones del método matricial utilizan más de una matriz, para diferenciar entre impactos directos e indirectos. Estas matrices por etapa son más sofisticadas y pueden ser utilizadas cuando existen cadenas de impactos complejos. Para estos efectos, también se puede utilizar diagramas de redes para identificar y valorar impactos directos e indirectos. Desgraciadamente, estas técnicas son demasiado complejas para ser aplicadas a proyectos de gran envergadura.

b) Métodos en Base a Índices Cualitativos.

Los índices cualitativos para valorar los impactos ambientales sufridos por cada factor ambiental se calculan sobre la base de varios criterios de valoración. Estos métodos pueden ser utilizados luego de la identificación y evaluación preliminar de impactos.

La tabla 3 muestra un ejemplo de criterios de valoración cualitativa de impactos, que consideran el signo, intensidad, extensión, duración, probabilidad, reversibilidad e importancia del impacto.

El indicador de Magnitud del Impacto k, (IM_K), se define matemáticamente como una función lineal de la intensidad, extensión territorial y duración del impacto, ponderada como se observa en la ecuación N°2:

$$IM_K = I_K a_I + E_K a_E + D_K a_D \dots \dots \dots \text{ECUACION N° 2}$$

Donde:

- IM_K = índice de magnitud del impacto sobre el factor ambiental K.
- I_K = intensidad del impacto sobre el factor ambiental K.
- a_I = coeficiente de ponderación del criterio intensidad.
- E_K = extensión del impacto sobre el factor ambiental k.
- a_E = coeficiente de ponderación del criterio extensión.
- D_K = duración del impacto ambiental sobre el factor k.
- a_D = coeficiente de ponderación del criterio duración.

El impacto ambiental se valora en términos de un índice denominado Valor Integral de Impacto Ambiental (VIA), definido como se observa en la ecuación N°3:

$$VIA_K = (R_K)^{aR} (IM_K)^{aIM} (P_K)^{aP} \dots \dots \dots \text{Ecuación N°3}$$

Donde:

VIA_K = valor integral de impacto para el factor ambiental K.

R_K = reversibilidad del impacto sobre el factor K.

a_R = ponderación (exponencial) del criterio reversibilidad.

IM_K = índice de magnitud del impacto sobre el factor K.

a_{IM} = ponderación (exponencial) del criterio de importancia.

P_K = probabilidad de ocurrencia del impacto sobre el factor K.

a_P = ponderación (exponencial) del criterio de probabilidad.

Los coeficientes de ponderación, deben cumplir con las condiciones:

$$a_I + a_E + a_D = 1$$

$$a_R + a_{IM} + a_P = 1$$

Los coeficientes de ponderación a asignar a cada uno de los criterios deben ser especificados por el evaluador. Se propone los valores de la Tabla 3.

TABLA 3
CRITERIOS PARA LA CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
Carácter del impacto (signo)	Establece si el cambio de cada acción sobre el ambiente es positivo o negativo.	Beneficioso = Positivo Perjudicial = Negativo
Intensidad	Indica el vigor (magnitud) del cambio del factor ambiental, como consecuencia de las acciones del proyecto. Refleja el grado de alteración del factor ambiental sobre su condición basal.	Índice entre 0 y 10. El valor mínimo se aplica cuando el grado de alteración del factor es insignificante. El valor máximo implica una alteración extrema.
Extensión o influencia espacial	Expresa la superficie afectada por las acciones del proyecto o el alcance global sobre el factor ambiental.	Generalizado = 10 Local = 5 Puntual = 2

Duración del cambio (Persistencia)	Se refiere al período durante el cual persisten los cambios ambientales.	Largo (> 10 años) = 10 Mediano (5-10 años) = 5 Corto (1-5 años) = 2
Reversibilidad	Se refiere a la capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial.	Irreversible = 10 Parcial = 5 Reversible = 2
Probabilidad (Riesgo)	Incorpora la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre la globalidad del componente.	Alta (> 50%) = 1,0 Media (10-50%) = 0,5 Baja (1-10%) = 0,2
Magnitud	Corresponde a una medida que integra la intensidad, duración e influencia espacial	Calculada como función lineal de la intensidad, duración y extensión.
Valor de Impacto Ambiental	Es un índice calculado a partir de la magnitud, la reversibilidad y la probabilidad de ocurrencia del impacto ambiental	Utiliza coeficientes de ponderación

Fuente: C. Zaror, (2000).

$$a_I = 0,40$$

$$a_E = 0,40$$

$$a_D = 0,20$$

$$a_{IM} = 0,61$$

$$a_R = 0,22$$

$$a_P = 0,17$$

De acuerdo al método propuesto, el Valor Integral de Impacto Ambiental se clasifica de acuerdo a su importancia relativa, según las categorías de la tabla 4.

TABLA 4

VALOR INTEGRAL DE IMPACTO AMBIENTAL

VIA	RELEVANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL
> 8,0	Muy alta
6,0-8,0	Alta
4,0-5,9	Media
2,0-3,9	Baja
< 2,0	Muy baja

Fuente: C. Zaror, (2000).

De acuerdo al valor del VIA, los diferentes impactos se ordenan jerárquicamente y se define un criterio umbral, para decidir la aplicación y tipo de medidas de mitigación.

c) Valoración Cuantitativa del Impacto Ambiental

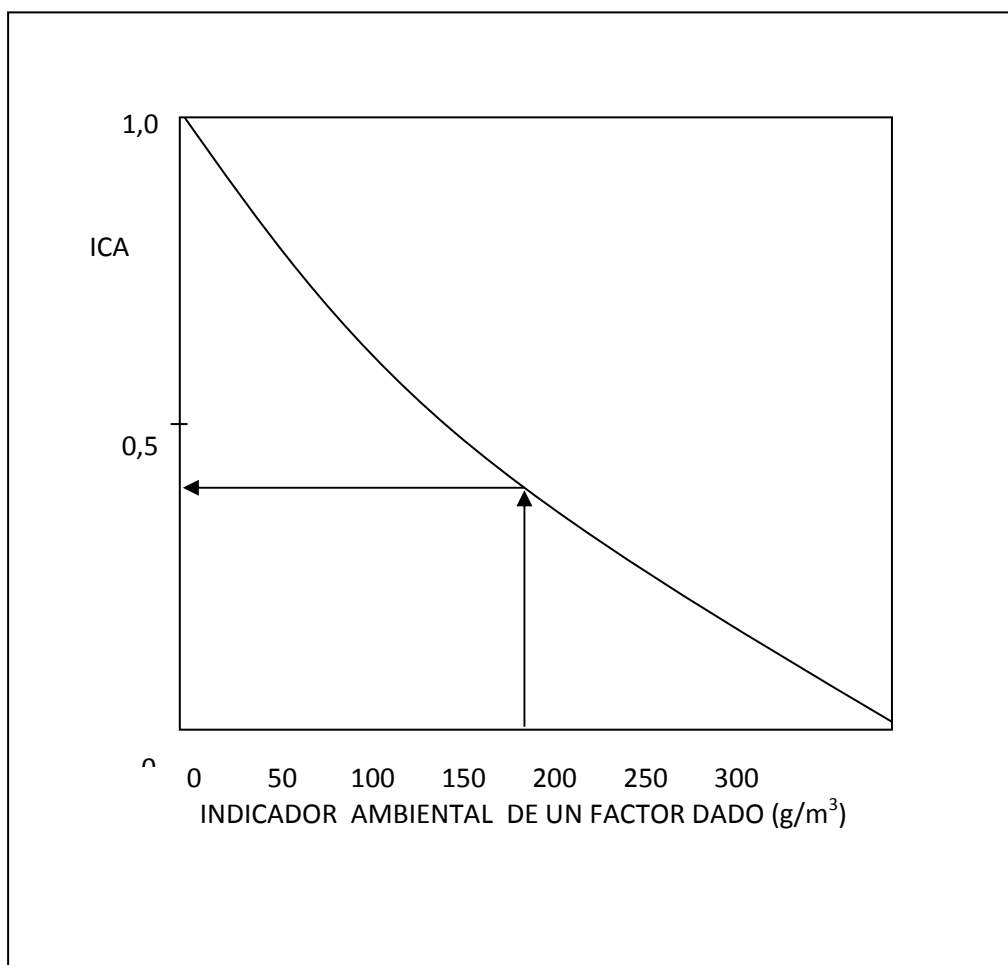
Los métodos de valoración cuantitativa de impactos ambientales se basan en indicadores de impacto, utilizados para cada factor ambiental. Tal como se mencionó anteriormente, esos indicadores pueden ser obtenidos a partir de modelos matemáticos predictivos para diferentes parámetros ambientales.

- **Funciones de Transformación:**

Resulta conveniente transformar las unidades de los indicadores ambientales en unidades homogéneas que puedan compararse sobre una escala común. Para tales efectos se utiliza *funciones de transformación*, que relacionan la magnitud del indicador de impacto con un Índice de Calidad Ambiental (ICA) cuya escala de valoración esté entre 0 y 1. Como se observa en la figura 5 Los textos de Gómez (1994) y Conesa Fdez.-Vitora (1993) presentan una gran variedad de funciones de transformación para diferentes parámetros ambientales, obtenidas en su mayor parte por el Instituto Batelle-Columbus. Estas funciones de transformación están representadas gráficamente mediante relaciones lineales y no lineales.

En general, el índice de calidad ambiental para un factor ambiental K, $(ICA)_K$, se relaciona con la magnitud, de modo que tiene su valor máximo (1) cuando la calidad ambiental o su estado de conservación es excelente; por otra parte, el ICA es cero cuando la calidad o estado de conservación del factor ambiental está en su extremo más desfavorable.

FIGURA 5
Ejemplo de Función de Transformación



Fuente: C. Zaror, (2000).

Los factores ambientales beneficiosos, cuya presencia mejora la calidad del medio, presentan funciones de transformación con pendientes positivas. Por otra parte, los factores negativos, perjudiciales, cuya presencia reduce la calidad del medio, presentan funciones con pendiente negativa (por ejemplo, nivel de ruido, erosión).

La aplicación de Índices de Calidad Ambiental para EIA se ilustra en el método propuesto por el Instituto Batelle-Columbus, presentado a continuación.

d) Método de Valoración Cuantitativo del Instituto Batelle-Columbus (IBC)

Este es un método cuantitativo que utiliza indicadores de impacto homogéneos. El método propuesto por el IBC considera 18 factores ambientales, agrupados en 4 categorías, como se muestra en la Tabla 5

TABLA 5
FACTORES DEL MÉTODO BATELLE-COLUMBUS

CATEGORÍAS	FACTORES AMBIENTALES
Ecología	Especies y poblaciones terrestres y acuáticas
	Hábitats y comunidades terrestres y acuáticas
	Ecosistemas
Contaminación Ambiental	Contaminación del agua (calidad y cantidad de agua)
	Contaminación atmosférica (calidad del aire)
	Contaminación del suelo (erosión, uso del suelo)
	Contaminación por ruido (ruido)
Aspectos Estéticos	Del suelo (material geológico, topografía)
	Del aire (visibilidad, olor, sonidos)
	Del agua ((estética, hidrología, hidrografía)
	De la biota (diversidad y variedad de flora y fauna)
	Objetos artesanales
	Composición (elementos singulares, composición)
Aspectos de Interés Humano	Valores educacionales y científicos
	Valores históricos
	Culturas, grupos étnicos
	Sensaciones sociales (integración, aislamiento, admiración)
	Estilos de vida (empleo, vivienda, relaciones sociales)

Fuente: C. Zaror, (2000).

Tales factores ambientales están caracterizados por un total de 78 parámetros cuantitativos, indicadores de calidad ambiental. Cada parámetro debe ser eventualmente, transformado en un Índice de Calidad Ambiental con unidades homogéneas (en escala de 0 a 1), mediante la utilización de funciones de transformación apropiadas, tal como se describe en párrafos anteriores.

El Indicador de Calidad Ambiental (ICA) se estima para la situación *sin* proyecto y para la situación *con* proyecto, para así calcular el cambio neto del Indicador de Calidad Ambiental, $\Delta(ICA)_K$ ecuación N°4, que representa el impacto esperado.

$$\Delta(ICA)_K = (ICA)_{KO} - (ICA)_{K1} \dots \dots \dots \text{Ecuación N°4}$$

donde $(ICA)_{KO}$ e $(ICA)_{K1}$ son los índices de calidad ambiental del factor K, para la situación sin proyecto y con proyecto, respectivamente.

De este modo se puede valorar el impacto para cada factor ambiental, sobre una base común. La suma de los impactos de todos los factores ambientales incluidos en una categoría resulta en el impacto ambiental total para dicha categoría. Los resultados se presentan de modo tabular en la tabla 6:

TABLA 6
RESULTADOS EIA INSTITUTO BATELLE-COLUMBUS

Categoría Ambiental	Factores Ambientales	Indicadore	Indice de Calidad Ambiental			Señal de Alerta
			Sin Proyecto	Con Proyecto	Cambio Neto	
Ecología						
Contaminación						
Estética						
Aspectos Humanos						

Fuente: C. Zaror, (2000).

Generalmente, la suma de los factores ambientales se efectúa de manera ponderada como se observa en la ecuación N°5 utilizando coeficientes de ponderación que se seleccionan de acuerdo a la contribución de cada factor a la situación del medio ambiente.

$$(IA)_J = \sum_{K=1,M} (a_{J,K} \Delta(ICA)_K) \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 5$$

Donde:

$(IA)_J$ = Es el valor del impacto ambiental total en la categoría J, medido en unidades homogéneas.

$a_{J,K}$ = Son los coeficientes de ponderación.

La aplicación exitosa de los métodos de valoración cuantitativa requiere de una sólida base de datos, modelos predictivos específicos y criterios sobre el nivel de impacto ambiental que se considera significativo

CAPITULO IV

COMPARACIÓN DE LOS RELLENOS SANITARIOS EN LA PROVINCIA DE CONCEPCIÓN

4.1 Características Generales de los Rellenos Sanitarios en la Provincia de Concepción.

Concepción es una provincia que por sus características demográficas ha requerido vastas alternativas para paliar la contaminación producida por su población en relación a los residuos sanitarios.

Con tal motivo actualmente en la ciudad se encuentran tres rellenos sanitarios Copiulemu, Cemarc y Santa Alicia, estando el último cerrado debido a problemáticas ambientales.

A continuación se describen los rellenos sanitarios, identificando sus similitudes y diferencias basados en su estructura física y metodología que utilizaron para la E.I.A.

4.2 Cuadro comparativo entre los Rellenos Sanitarios de la Provincia de Concepción.

En la provincia de concepción como se menciona anteriormente encontramos dos rellenos sanitarios de los cuales se pueden destacar sus diferencias en la Tabla N° 7.

Tabla N°7
Cuadro comparativo de los rellenos sanitarios

ANTECEDENTES GENERALES	CEMARC	COPIULEMU
Vida útil del Proyecto	16 años	15 años
Superficie involucrada en el proyecto	21,9 has	28 has
Inversión	US\$2 millones	US\$10 millones
fecha de cierre estimada	2022	2016
Comuna	Penco	Florida
Identidad Administrativa	Servimar S.A	Copiulemu S.A. Grupo Machiels

Situación Actual	Operativo desde el 15 de octubre 2006	Operativo desde el 2001
Capacidad Anual de Recepción	100000 ton	100000 ton
Capacidad Total de Recuperación de Acuerdo a vida útil	1600000 ton	1500000 ton
Autorizaciones	Calificado favorablemente a través de la Resolución de Calificación Ambiental, (RCA) N° 183/2004, de fecha 27 de Agosto del 2004.	Cuenta con RCA (resolución Calificación Ambiental) aprobada por Corema y autorización sanitaria
Comunas que disponen en él	Concepción, Chiguayante, San Pedro de la Paz, Penco, Tome, Arauco, Coelemu y Santa Juana	Talcahuano, Hualpen y Yumbel
Método de Operación	Relleno por área y talud.	Método de Trinchera o Zanja.
Tipo de relleno	Mecanizado	Mecanizado

Fuente : Elaboración Propia, 2009

4.3 Predicción y evaluación de los impactos ambientales en el relleno sanitario CERMARC al inicio del proyecto.

Este relleno sanitario basó su trabajo en los pasos que a continuación se describen para lograr la valoración de sus impactos.

4.3.1 Identificación Preliminar de las componentes ambientales.

Los componentes ambientalmente relevantes que se evaluaron son:

- Geomorfología.
- Calidad de suelos.
- Calidad del Aire.

- Agua Superficial.
- Agua Subterránea.
- Drenaje Superficial.
- Flora y Vegetación.
- Fauna.
- Uso de Suelo.
- Paisaje y estética.
- Ruido.
- Socioeconomía
- Infraestructura Vial.

4.3.2 Identificación de Potenciales Fuentes de Impacto Ambiental.

Las fuentes de impacto ambiental del proyecto corresponden a todas aquellas características de las obras, procesos y actividades asociadas a éste, incluidas las situaciones que de ellas se derivan, las que de alguna manera puedan alterar o modificar el medio ambiente. Estas fuentes de potenciales efectos sobre el medio se identifican en base a un análisis de todas las etapas del proyecto, como se puede observar en el ANEXO 1.

- **Identificación de las Actividades y obras del Proyecto.**

A continuación, se identifican las obras y actividades que potencialmente pueden afectar, positivamente o negativamente, el medioambiente:

- Etapa Construcción- Operación. En esta etapa se consideró transporte de residuos, la recepción y disposición de los residuos, cobertura de los residuos, construcción de sectores de ampliación del relleno, operación de la planta de tratamiento de líquidos percolados, riego e infiltración, incineración de biogás, emisión de olores y fugas de biogás no captado, transporte de materiales y personal, mantención de instalaciones y monitoreo de aguas además de los gases.

- Descripción y Análisis de las fuentes de Impacto del Proyecto. Las potenciales fuentes de impacto en las distintas etapas del proyecto, relacionadas con las acciones

y obras del mismo identificadas en el punto anterior, son las que se describen a continuación.

Emplazamiento de Obras e instalaciones, Emisiones de Material Particulado, Generación de Líquidos Percolados, Flujo Vehicular, Emisiones de Gases y Olores, Emisión de Ruido, Vectores Sanitarios, Demanda de Empleo y Servicios, Presencia Humana.

4.3.3 Identificación de las componentes ambientales susceptibles a recibir impactos.

Entre los componentes ambientales que potencialmente pueden afectarse por las actividades de las etapas de operación del Proyecto, se encuentran:

- **Medio Físico:** Geomorfología, Calidad del Suelo, Calidad del Aire, Calidad del Agua Superficial, Calidad de Agua Subterránea, Drenaje Superficial.
- **Medio Biológico:** Vegetación y Flora, Fauna
- **Medio Ambiente Humano y Socioeconómico:** Uso del suelo, Paisaje y Estética, Ruido, Socioeconomía, Medio Construido(Infraestructura Vial)

4.3.4 Calificación de la Relevancia de las Componentes Ambientales.

Se entiende por relevancia al valor ambiental de cada componente potencialmente afectado por distintas obras y actividades del proyecto. Esta calificación de las componentes ambientales se realiza en función de su estado actual o condición de línea base. Considerando los siguientes criterios:

- Relevancia para otras componentes y para el medio ambiental global.
- Representatividad a nivel local y regional.
- Abundancia
- Estado o calidad actual

- Cumplimiento de norma o estándar (donde proceda)

Se utiliza una escala de 1 a 10, calificando la componente de acuerdo a rangos siguientes.

- 1-3 Relevancia baja
- 4-5 Relevancia moderada
- 6-7 Relevancia alta
- 8-10 Relevancia muy alta

4.3.5 Calificación de los impactos Ambientales.

Esta calificación se basa en un esquema de la matriz de evaluación de impacto de Leopold. En ésta se identifican las fuentes de impacto que forman parte del proyecto y las componentes ambientales posibles de afectar.

Para realizar la evaluación es importante determinar la “Magnitud del Impacto”, que se califica en función de criterios (características y cualidades) que permiten conocer la probabilidad de ocurrencia del impacto, su extensión geográfica, intensidad, duración y reversibilidad como se explicó anteriormente, observado en el ANEXO 2.

Cada uno de estos criterios tiene su propia escala de evaluación. La magnitud del impacto queda determinada por la suma de la calificación de cada criterio, todo ello multiplicado por la probabilidad de ocurrencia. Su escala es de cero a diez (0-10). Los criterios para caracterizar la Magnitud se puntualizan en la tabla 7.

Tabla 7
Criterios de Magnitud de Impacto

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
Carácter del impacto (signo)	Indica si el impacto mejora o deteriora la condición basal del ambiente.	+ = implica un mejoramiento - = implica un deterioro + - = implica aspectos positivos como negativos
Intensidad	Indica el vigor (magnitud) del cambio del factor ambiental,	Índice entre 0 y 10. El valor mínimo se aplica cuando el grado de

	como consecuencia de las acciones del proyecto. Refleja el grado de alteración del factor ambiental sobre su condición basal.	alteración del factor es insignificante. El valor máximo implica una alteración extrema.
Extensión o influencia espacial	Expresa la superficie afectada por las acciones del proyecto o el alcance global sobre el factor ambiental.	Reducida = (0) cuando el impacto se manifiesta en el sector donde se ubica la fuente Media = (1) el impacto se manifiesta en un entorno mas amplio que la fuente. Amplia (2): se manifiesta abarcando una dimensión regional
Duración del cambio (Persistencia)	Se refiere al período durante el cual persisten los cambios ambientales.	Corto (1-2años) = 0 Mediano (2-5 años) = 1 Largo (> 5 años) = 2
Reversibilidad	Se refiere a la capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial.	Reversible = 0 Facilmente Reversible = 1 Parcialmente Reversible = 2 Irreversible = 3
Probabilidad (Riesgo)	Incorpora la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre la globalidad del componente.	Muy baja(<0,1): muy pocas expectativas que se manifieste Baja (0,1-0,3): expectativas relativamente bajas de que se manifieste un impacto. Moderada (0,4-0,6): existen expectativas que se manifieste un impacto Alta (0,7-0,9): Existen altas expectativas de que se manifieste un impacto Cierta (0,9-1): efecto 100% de probabilidad de ocurrencia.
Impacto Resultante	Es calculado como el producto entre la Magnitud del impacto y la Relevancia de la componente ambiental afectada	0-20 : No significativo 21-40 : Significativo menor 41-60 : Medianamente Significativo 61-80 : Significativo 81-100: Altamente Significativo

Fuente: Ingeniería Alemana S.A, (2001)

4.4 Predicción y Evaluación de los Impactos Ambientales en el Relleno Sanitario COPIULEMU al inicio de Proyecto.

En este apartado se observa la metodología y valoración de los impactos ambientales que el relleno sanitario presentó en su EIA para la aprobación del proyecto, los impactos ambientales previstos cubren las fases de operación del proyecto ya que es en ello lo que se enfoca el contenido de la presente tesis.

El relleno sanitario siguió la secuencia que se describe a continuación para lograr la valoración de sus impactos:

4.4.1 Identificación de los impactos

Para identificar los impactos se utilizó una modificación de la matriz de Leopold ANEXO 4. En dicha matriz simplificada se incluyen sólo las acciones o actividades del proyecto susceptibles a causar impacto.

En ella se señalan las intersecciones entre acciones y ámbito ambiental, identificando de esta manera la relación causa - receptor. Esta identificación de tipo preliminar, ha sido utilizada como alimentación a la calificación de impactos de acuerdo a una serie de criterios establecidos especialmente para el proyecto de Copiulemu,

4.4.2 Calificación de impacto ambiental

Por su parte, a cada impacto identificado se le califica con criterios que se establecieron especialmente para el proyecto, y que cumple además, con la finalidad de jerarquizarlos.

Los criterios propuestos, así como la ponderación que se utilizó, se observan en la tabla 8, éstos se identifican como:

- Carácter (ca)
- Intensidad (I)

- Extensión (E)
- Duración (D)
- Momento (M)
- Certidumbre (C)
- Reversibilidad (R)

Esta valoración tuvo como finalidad determinar la importancia de los impactos (I), de acuerdo a la siguiente ecuación N°6.

$$Lm=(Ca) \{ (2 \times \sum (I + E + D)) + (C + M + R) \} \dots\dots\dots \text{Ecuación N°6}$$

Fuente: Consultora Cidem, año 1999

Tabla 8
Criterios de calificación de los impactos ambientales

Criterio	Definición	Descripción	Valor
Carácter (Ca)	Indica si el impacto mejora o deteriora la condición basal	Positivo	+
		Negativo	-
		Neutro	0
Intensidad (I)	Grado de alteración de la componente ambiental o grado de destrucción	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Total	8
Extensión (E)	Área de influencia teórica del impacto.	Puntual	1
		Local	2
		Provincia	4
		Regional	8
Duración (D)	Periodo de tiempo de la presencia de los impactos en función de la duración de las acciones que la generan	Largo Plazo > 10 años	8
		Mediano Plazo 3-10 años	4
		Corto Plazo < 3años	2
Momento (M)	Plazo cuando se manifestara el impacto, definidos con los índices en relación a la capacidad en manejo del impacto	Largo Plazo (>10 años)	8
		Mediano Plazo (5-10 años)	4
		Corto Plazo (2-5 años)	2
		Inmediato (<1 año)	1
Certidumbre (C)	Indica el grado de frecuencia o probabilidad de ocurrencia del impacto	Cierto	8
		Probable	4
		Improbable	1
Reversibilidad (R)	Indica si el impacto es reversible o no de acuerdo a la capacidad del propio sistema	Reversible a corto plazo	1
		Reversible a mediano plazo	4
		Irreversible	8

Fuente: Consultora Cidem, 1999

- Jerarquización de los impactos.

De la evaluación se obtuvo que Lm varía entre 11,72. Una vez que todos los impactos han sido evaluados, serán jerarquizados de acuerdo a la siguiente clasificación:

Sin importancia	< 25
Importancia menor	25 - 45
Importancia Moderada	45 - 65
Importancia Mayor	>65

Fuente: Consultora Cidem, 1999

Luego para aquellos puntos de importancia moderada y mayor, se elaboraron las medidas de mitigación, reparación correspondientes y planes de seguimientos como se observó anteriormente.

4.4.3 Actividades Generadoras de impactos.

Las actividades que se consideraron como factores generadores de impactos según la etapa de operación, se conocen como las siguientes:

Procesos:

- Almacenamiento
- Recuperación y revalorización
- Inertización

Flujo:

- Tratamiento Físico – Químico
- Disposición en depósito de seguridad
- Disposición en relleno sanitario
- Mantención
- Materias primas, insumos y maquinaria
- Ocupación mano de obra

- Productos
- Residuos sólidos
- Emisiones de ruidos

4.5 Resultados de la E.I.A para los rellenos sanitarios de la provincia de Concepción de acuerdo a sus características iniciales

En los ANEXOS 1,2,4,5 se presentan, para la etapa de proceso, la evaluación de magnitud de cada fuente de impacto sobre cada componente ambiental.

Según este criterio el Relleno Sanitario CEMARC la relevancia de cada factor ambiental apuntan a lo siguiente clasificación :

- Geomorfología (4)
- Calidad del suelo (3)
- Calidad del Aire (7)
- Calidad de Aguas Superficiales (5)
- Calidad de Agua Subterráneas (6)
- Drenaje Superficial (4)
- Vegetación y Flora (4)
- Vegetación y Fauna (3)
- Fauna (3)
- Uso del Suelo (3)
- Paisaje y Estética (2)
- Ruido (3)
- Socioeconómica (7)
- Infraestructura Vial (4)

En los ANEXOS 3 y 6 se presentan los resultados de la evaluación de impacto ambiental, considerando la magnitud y la relevancia de cada componente ambiental dando como resultado a la tabla N° 9

Tabla N° 9
Comparación de los resultados de la E.I.A

Componente Ambiental	Rango de Calificación	
	Copiulemu	Cemarc
aire	Importancia menor	Medianamente Significativo
Ruido	Importancia moderada	No Significativo
Calidad del agua superficial	Importancia menor	No Significativo
Hidrología	Importancia moderada	Significancia Menor
Calidad de agua subterránea	importancia menor	Significancia Menor
Biota terrestre	sin importancia	No Significativo
Medio construido	importancia menor	Significancia Menor
medio socioeconómico	Carácter positivo	positivo no significativo

Fuente: Elaboración Propia, 2009

CAPITULO V

INCUMPLIMIENTOS

5.1 Comparación de los Rellenos Sanitarios respecto a lo declarado y sus incumplimientos.

Tras las descripciones de los proyectos de funcionamiento de los rellenos sanitarios se puede mencionar que en ambos casos se han presentado ciertas situaciones problemáticas respecto al manejo, ante tales incumplimientos se adoptaron medidas sancionatorias por los entes involucrados en la fiscalización de los rellenos.

Para construir el siguiente análisis comparativo se considera como punto de referencia la propuesta para cada planta, descrita ampliamente en el capítulo 2 del presente estudio, donde se detallaron las características de cada trabajo.

A la luz de lo anterior, se detallan a continuación tales situaciones para ambos rellenos.

5.2 “CENTRO DE MANEJO DE RESIDUOS COPIULEMU”

5.2.1 Antecedentes de Incumplimiento

Durante la operación y en las fechas 15 de noviembre del 2007 al 18 de agosto del 2008 el Relleno sanitario se puntualizaron los incumplimientos que en la tabla 10 se mencionan.

Tabla 10
Incumplimientos Planta COPIULEMU

“CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y TRANSFERENCIA, RECUPERACIÓN Y REVALORIZACION DE RESIDUOS, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS DE ORIGEN INDUSTRIAL Y DOMICILIARIO DE COPIULEMU S.A.”

Incumplimiento considerando RCA N° RCA N° 081/2000	
Mediante Oficio ORD N° 746 de fecha 10 de octubre de 2008 entes involucrados : SISS; SERNAGEOMIN; SAG; DGA; CONAF y SEREMI de Salud	1. No cobertura de los residuos sólidos en taludes y áreas de la superficie del relleno sanitario
	2. Abundante presencia de vectores (aves). Sistemas de control no dan resultado o no se usan bien
	3. Emisión de olores por disposición de los residuos sólidos no cubiertos dentro del relleno
	4. Deficiente compactación en el relleno debido al alto porcentaje de humedad en la basura
	5. No dispone de sistema de Vigilancia y caracterización de residuos (peligrosos y no peligrosos).
	6. Planta de Tratamiento de riles no funciona por no contar con unidades de pos-tratamiento.

Fuente : Conama (2008)

5.2.2 Organismos Fiscalizadores.

Los antecedentes anteriormente señalados fueron fiscalizados por las entidades que a continuación se mencionan:

- Dirección Regional Servicio Agrícola y Ganadero
- Dirección Regional Dirección General de Aguas
- Dirección Regional CONAF
- Oficina Regional Superintendencia de Servicios Sanitarios
- Dirección Regional SERNAGEOMIN

5.3 “CENTRO DE MANEJO DE RESIDUOS CONCEPCIÓN CEMARC”

5.3.1 Antecedentes Relleno CERMARC

Durante la puesta en marcha y operación este relleno tuvo algunas irregularidades, ocurridas entre las fechas 15 de noviembre del 2007 y 18 de agosto del 2008. En la tabla 11 se detallan cada uno de éstos antecedentes:

Tabla 11
Incumplimientos Relleno sanitario Cemarc

Incumplimiento considerando RCA N° 183/2004	
Mediante Resolución Exenta N° 244 de fecha 18 de agosto de 2008, entes involucrados : SERNAGEOMIN DGA SEREMI Vialidad	1. Levantar un muro de contención de residuos que no fue presentado en el proyecto original, modificando el proyecto.
	2. Aumentar la capacidad de las piscinas de acumulación de líquidos percolados, modificando el Sistema de Tratamiento del proyecto.
	3. Construcción de 2 nuevas piscinas de acumulación de líquidos percolados, modificando el Sistema de Tratamiento del proyecto.
	4. Operar la Planta de Tratamiento de líquidos percolados provisoria, utilizando el ril para riego sin autorización.
	5. No tener operativo el Plan de Control sobre las especies Aviar.
	6. Recepción de mayor cantidad de residuos de los autorizados, lo que conlleva un cambio en los balances hídricos y de capacidad del relleno.
	7. Regulación de la extracción de lixiviados con el estrangulamiento de la válvula de salida del colector central lo que ha originado la acumulación de líquidos al interior del relleno, lo cual origina un riesgo de licuefacción basal con posibilidad de pérdida de estabilidad del relleno
	8. Derivar las aguas tratadas en la planta de tratamiento a la Planta de Aguas San Pedro por incapacidad de colocación de las aguas tratadas al interior del relleno.
	9. Existencia de escorrentías (aguas lluvias) al interior del relleno que aumentan la producción de lixiviados, debido a deformación estructural de las pendientes.
	10. Falta de construcción de los piezómetros de control de hermeticidad del relleno, para comprobación de calidad de sellos y soldaduras.

Fuente : Conama (2008)

5.3.2 Organismos Fiscalizadores.

Las fuentes : Conama (2008) uaciones descritas fueron cuidadosamente analizadas por diferentes entidades encargadas de realizar fiscalizaciones. Entre éstos encontramos:

- SERNAGEOMIN Región del Biobío
- DGA Región del Biobío
- SEREMI de Salud Región del Biobío
- Vialidad.

CAPITULO VI : METODOLOGIA APLICADA Y RESULTADOS

6.1 Método utilizado para la valoración.

Numerosos tipos de métodos han sido desarrollados y usados en el proceso de evaluación del impacto ambiental de proyectos (EIA). Sin embargo, ningún tipo de método por sí solo, puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto. Por lo tanto, el tema clave está en seleccionar adecuadamente los métodos más apropiados para las necesidades específicas de cada estudio de impacto.

Los métodos más usados tienden a ser los más sencillos, incluyendo analogías, listas de verificación, opiniones de expertos (dictámenes profesionales), cálculos de balance de masa y matrices, etc.. Aún más, los métodos de evaluación de impacto ambiental (EIA) pueden no tener aplicabilidad uniforme en todos los países debido a diferencias en su legislación, marco de procedimientos, datos de referencia, estándares ambientales y programas de administración ambiental.

De acuerdo a lo analizado y según las características del presente análisis como método de evaluación, la matriz de Leopold resulta, según sus particularidades, una matriz mayormente idónea para obtener los resultados propuestos.

6.1.1 Justificación del método utilizado.

Como se describe anteriormente, el objetivo que guía el presente estudio es pretender realizar una comparación de los impactos ambientales declarados y producidos actualmente según las plantas COPIULEMU y CERMAC. De acuerdo a ello, se utiliza la matriz de Leopold por ser el método utilizado en los proyectos de cada relleno sanitario, entendiendo que ésta se ajusta mayormente a las características de las mismas pudiéndose así identificar los impactos que le afectan.

En dicha metodología de evaluación de impactos, se considera la materialización de una secuencia de pasos tendientes, en primer termino, a la identificación de todos los impactos del proyecto sobre cada componente ambiental, para luego calificar y evaluar la importancia de cada uno de ellos en el contexto en el cual estos se generan para ello, la identificación de los impactos considera la construcción de matrices, en las que se relacionan las actividades del proyecto y las

componentes medioambientales, con el objeto de detectar las situaciones de casualidad y efecto que dan origen a los impactos del proyecto.

Cabe mencionar que, durante este proceso no se efectúan valoraciones de las características de cada impacto. Sólo se establece la posibilidad de registrarlos en la matriz, determinando cuales son los componentes ambientales relevantes para el proyecto y, por otra parte, las que no serán consideradas para la evaluación.

6.2 Valoración de los incumplimientos para el relleno sanitario Cemarc.

Considerando los incumplimientos realizados por el relleno sanitario Cemarc, Mediante la Resolución Exenta N° 244 de fecha 18 de agosto de 2008,, y utilizando la metodología antes mencionada, el método en base de índices cualitativos con la matriz de Leopold. Considerando los criterios que realizaron en el estudio del relleno Cemarc se desarrollo la Tabla 12 y 13 la cual muestra los componentes ambientales que se vieron afectados debido a los incumplimientos,

Tabla 12

Valoración de los impactos producidos en el proceso de funcionamiento del Relleno sanitario Cemarc

FUENTES DE IMPACTO	DE	COMPONENTES AMBIENTALES	INFLUENCIA DEL IMPACTO (indirectos/directo)	CARÁCTER (C:+,-,+/-)	Magnitud					Magnitud Resultante (M:0-10)
					Probabilidad (0,0-1,0)	Extensión (0-2)	Intensidad (0-3)	Duración (0-2)	Reversibilidad (0-3)	
Emplazamiento de Obras e Instalaciones		Geomorfología	D	-	1	1	3	2	3	-9
		Calidad del suelo	D	-	1	1	3	2	3	-9
		Drenaje Superficial	D	-	1	0	3	2	3	-8
		Vegetación y Flora	D	-	0,6	0	3	2	2	-4,2
		Fauna	D	-	0,8	1	2	2	2	-5,6
		Uso de suelo	D	-	1	1	3	2	3	-9
		Paisaje	D	-	1	1	3	2	3	-9
Emisiones de Material Particulado		Socioeconómica	D	-	1	1	2	2	1	-6
		Aire	D	-	1	2	2	2	2	-8
		Fauna	D	-	0,8	1	1	2	0	-3,2
Generación de Líquidos Percolados		Socioeconómica	D	-	0,3	1	1	2	0	-1,2
		Calidad de suelo	D	-	0,8	0	3	2	3	-6,4
		Agua superficial	D/I	-	0,9	1	3	2	2	-7,2
	Agua subterránea	D	-	0,5	1	2	2	3	-4	
Flujo Vehicular		Infraestructura Vial	D	-	1	2	1	2	0	-5
Emisiones de Gases y Olores		Aire	D	-	1	1	3	2	1	-7
		Fauna	D	-	0,5	1	2	2	0	-2,5
		Socioeconómica	D	-	0,1	1	2	2	0	-0,5
Emisiones de Ruido			D	-	1	1	1	2	0	-4
Vectores Sanitarios		Fauna	D	-	1	1	3	2	0	-6
		Socioeconómica	D/I	-	0,5	1	2	2	0	-2,5
Demanda de Empleo y Servicios		Socioeconómica	D	+	1	1	1	2	0	4
Presencia Humana		Vegetación y Flora	D/I	-	0,5	0	3	2	1	-3
		Fauna	D/I	-	0,3	1	1	2	1	-1,5

Fuente: elaboración propia,2009

Tabla 13

Matriz de evaluación de impacto ambiental considerando los incumplimientos

RANGO DE CALIFICACION 0 - 20 No significativo 21-40 Significancia menor 41-60 Medianamente significativo 61 - 80 Significativo 81 - 100 Altamente Significativo		Relevancia de la componente	FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADAS								
			Etapa de Operación								
			Emplazamiento de obras e instalaciones	Emisiones de Material Particulado	Generación de líquidos percolados	Flujo Vehicular	Emisiones de gas y olores	Emisiones de rudos	Vectores Sanitarios	Demanda de empleados y servicios	Presencia Humana
MEDIO	COMPONENTES AMBIENTALES RECEPTORAS DE IMPACTO										
FISICO	Geomorfología	4	-36								
	Calidad de suelo	3	-27		-19,2						
	Aire	7		-56			-49				
	Agua Superficial	5			-36						
	Agua Subterránea	6			-24						
	Drenaje Superficial	4	-32								
BIOLOGICO	Vegetación y Flora	3	-13							-9	
	Fauna	3	-17	-9,6			-7,5		-18	-4,5	
HUMANIDAD CALIDAD DE VIDA	Uso de Suelo	3	-27								
	Paisaje y estética	2	-18								
	Ruido	3						-12			
	Socioeconómica	7	-42	-8,4			-3,5		-17,5	28	
CONSTRUCCION	Infraestructura Vial	4				-20					

Fuente: Elaboración Propia, 2009

6.2.1 Análisis de la planilla de magnitud de impactos

Como se observa con azul en la Tabla 12, se representa la variación que causa los incumplimientos en la valoración de los rellenos sanitarios en la aplicación de la matriz magnitud de impacto.

Para este análisis se consideró como principal causal de todos los incumplimientos el levantar un muro que no estaba contemplado en el proyecto. Llevando ello a un desbalance hídrico en los flujos presentes en el relleno.

Dado lo anterior las fuentes que como consecuencia de este muro, en las que acaeció mayor impacto se puntualizan como:

1. Emplazamiento de obras e instalaciones:

- Geomorfología
- Calidad del Suelo
- Drenaje superficial
- Fauna
- Uso del suelo
- Socioeconómica

2. Emisiones de material Particulado:

- Aire
- Fauna

3. Generación de líquidos percolados:

- Calidad del suelo
- Agua superficial

4. Emisiones de gases y olores:

- Aire

5. Vectores sanitarios:

- Fauna

6. Presencia Humana:

- Vegetación y Fauna.

Producto de esta variación en la magnitud de impactos Tabla 12 conlleva a una variación en la matriz de valoración ambiental Tabla 13 afectando principalmente al medio Físico y sus componentes aire y agua superficial, debido a incumplimientos en emisión de material Particulado y generación de líquidos percolados los cuales se pueden observar en la tabla 14

Tabla 14
Comparación de la Matriz sin incumplimientos y con incumplimientos

Componente Ambiental	Comparación proyecto original v/s Proyecto con Incumplimientos	
	Sin incumplimientos	Con incumplimientos
aire	Significancia Menor	Medianamente Significativo
Ruido	No Significativo	No Significativo
Calidad del agua superficial	No Significativo	Significancia Menor
Hidrología	Significancia Menor	Significancia Menor
Calidad de agua subterránea	Significancia Menor	Significancia Menor
Biota terrestre	No Significativo	No Significativo
Medio construido	Significancia Menor	Significancia Menor
medio socioeconómico	positivo no significativo	Positivo Medianamente Significativo

Fuente: Elaboración propia, 2009

En la tabla 14 se observa con color oscuro las componentes que tuvieron cambio en el rango de calificación cabe destacar que se las demás componentes ambientales tuvieron cambio pero no sobrepasaron el rango de calificación.

6.3 Valoración de los incumplimientos para el relleno sanitario Copiulemu.

Considerando los incumplimientos realizados por el relleno sanitario Cemarc, Mediante Oficio ORD N° 746 de fecha 10 de octubre de 2008 y utilizando la metodología antes mencionada, el método en base de índices cualitativos con la matriz de Leopold. Considerando los criterios que realizaron en el estudio del relleno Copiulemu se desarrollo la tabla 15 y 16 de la cual se observan los componentes ambientales que se vieron afectados debido a los incumplimientos

Valoración de los impactos producidos en el proceso de funcionamiento del Relleno sanitario Copiulemu

TABLA 15

Planilla de evaluación de magnitud de impacto con el análisis de las variables involucradas .

		MAGNITUD								
FUENTES DE IMPACTO	DE	COMPONENTES AMBIENTALES	CARÁCTER (C:+,-,+/-)	Certidumbre (1,4,8)	Extensión (1,2,4,8)	Intensidad (1,2,4,8)	Duración (2,4,8)	Reversibilidad (1,4,8)	Momento (1,2,4,8)	Importancia del impacto
PROCESOS	Almacenamiento	Calidad del aire	-	4	4	2	8	4	2	-38
		Paisaje	-	4	2	2	4	4	1	-25
	Reparación y revalorización	Calidad del aire	-	4	4	2	8	4	2	-38
		Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	1	-53
	Inertización	Calidad del aire	-	4	2	2	4	4	4	-28
		Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	2	-54
	Tratamiento Físico-químico	Nivel del Ruido	-	8	4	4	8	8	1	-49
		calidad del agua superficial	-	8	4	4	8	4	2	-46
		Calidad del agua subterránea	-	4	4	2	4	4	2	-30
	Disposición en depósito de seguridad	Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	1	-53
		Calidad del agua subterránea	-	1	4	8	4	4	2	-39
	Disposición en relleno sanitario	calidad del aire	-	8	4	8	8	4	4	-56
		Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	1	-53
		Calidad del agua subterránea	-	8	4	4	4	4	2	-38
suelo		-	8	8	8	8	8	4	-68	
Flora y vegetación		-	4	4	2	4	8	1	-33	
Fauna		-	4	4	4	2	2	2	-28	
Paisaje		-	4	4	8	4	4	1	-41	

FLUJOS	Mantención	Calidad del aire	-	4	2	2	8	4	1	-33
		Nivel del Ruido	-	8	4	2	8	8	1	-45
	Materias primas, insumos, maquinarias	calidad del aire	-	4	2	4	8	4	1	-37
		Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	1	-53
		suelo	-	8	8	8	8	8	4	-68
		Flora y vegetación	-	2	1	4	4	1	1	-22
		Fauna	-	2	2	4	4	1	1	-24
		infraestructura	-	8	2	4	4	1	1	-30
	Ocupación mano de obra	suelo	-	8	8	8	8	8	1	-65
	Productos	Calidad del aire	-	4	4	2	8	4	2	-38
		Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	1	-53
		suelo	-	8	8	8	8	8	4	-68
		Flora y vegetación	-	1	2	2	2	8	1	-22
		Fauna	-	4	2	2	2	4	1	-21
		infraestructura	-	4	2	4	8	4	1	-37
	Residuos sólidos	Calidad del aire	-	4	2	2	8	2	2	-32
		Nivel del Ruido	-	8	4	4	8	4	1	-45
		suelo	-	8	8	8	8	8	2	-66
		Flora y vegetación	-	4	2	2	2	4	1	-21
Fauna		-	1	2	2	2	4	1	-18	
infraestructura		-	4	2	8	8	4	1	-45	
Paisaje		-	8	8	8	8	4	1	-61	
Residuos líquidos	Calidad del aire	-	8	4	4	8	4	1	-45	
	Nivel del Ruido	-	8	4	4	8	1	1	-42	
	calidad del agua superficial	-	4	4	4	8	1	1	-38	
	hidrología	-	4	8	4	8	4	1	-49	

		Calidad del agua subterránea	-	1	4	8	4	4	2	-39
		suelo	-	8	8	8	8	8	1	-65
		Flora y vegetación	-	1	2	2	2	8	1	-22
		Fauna	-	8	4	4	2	4	2	-34
		infraestructura	-	4	2	4	8	4	1	-37
		Paisaje	-	8	4	8	4	4	1	-45
	Emisiones de gases y partículas	Calidad del aire	-	4	4	2	8	4	2	-38
		suelo	-	8	8	8	8	8	4	-68
		Flora y vegetación	-	1	2	2	2	8	2	-23
		Fauna	-	8	2	4	2	4	2	-30
		infraestructura	-	4	2	4	8	4	1	-37
		Paisaje	-	8	2	2	4	4	1	-29

Fuente: elaboración propia, 2009

Rango de importancia de los impactos

sin importancia	< 25
Importancia menor	25 - 45
Importancia Moderada	45 - 65
Importancia Mayor	>65

Tabla 16

Matriz de evaluación de impacto ambiental considerando los incumplimientos

			MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS																			
			Etapa de Operación																			
			Procesos					Flujos														
			Almacenamiento	Recuperación y revaloración	Inertización	Tratamiento Físicoquímico	Disposición en depósitos de seguridad	Disposición en relleno sanitario	Mantenimiento	Materias primas, insumos, maquinarias	Ocupación mano de obra	Productos	Residuos sólidos	Residuos líquidos	Emisiones de gases y partículas							
RANGO DE CALIFICACION 25- 44 Importancia menor 45-65 Importancia Moderada >65 Importancia Mayor			Aire	Calidad del Aire	-	-	-	-	-	56	-	37	-	38	32	45	-	38				
				Nivel de ruido		53	54	49	53	53	45	53		53	45	42						
			Agua	Calidad del agua superficial				46	-											-	38	
				Hidrología																	49	
				Calidad del agua subterránea					-	-	-										-	39
				Hidrogeología																		
			Medio Terrestre	Geomorfología																		
				Riesgos Naturales																		
				Suelo									-	68	68	65	68	66	66	66	68	
			Biota terrestre	Flora y vegetación									31	-	22		22	21	22	22	23	
				Fauna									30	-	24		21	18	34	30	-	

CALIDAD DE VIDA	Biota Acuática	Flora y Vegetación													-	22	
		Fauna														-	18
	Construido	Infraestructura								-	30		-	37	45	37	37
		Patrimonios															
	Porcentual	Paisaje	-							-	41				-	45	29
	Socioeconómico	Demografía															

Fuente: Elaboración Propia, 2009

6.3.1 Análisis de la planilla de magnitud de impactos

Se desprende de la planilla de magnitud de impactos tabla 15 los incumplimientos del relleno sanitarios COPIULEMU derivados principalmente de la recirculación de líquidos percolados al relleno, se vieron reflejados en las fuentes que se puntualizan a continuación:

- Tratamiento físico – Químico
- Disposición en el relleno sanitario
- Residuos Líquidos
- Emisiones de gases y partículas

Lo anterior se representa en la matriz de valoración tabla 16, en la que se demuestra que el impacto producido en cada fuente fue diferente dependiendo de las características de cada una afectado principalmente a:

- Medio Abiótico: Con la componente Aire afectando a las fuentes disposición en el relleno sanitario y residuos líquidos también se observa una variación importante en la calidad del agua superficial afectado por el tratamiento físico-químico, esto debido principalmente a la recirculación de los lixiviados al relleno sanitario por un determinado periodo.

- Medio Biótico: Afectando en primer término a la flora y vegetación debido a la disposición en el relleno sanitario y la fauna dado la disposición en el relleno sanitario, residuos líquidos y emisiones de gases/partículas.

En la Tabla 17 se observan las variaciones que se obtuvo respecto a la EIA al inicio del proyecto.

Tabla17
Comparación de la Matriz sin incumplimientos y con incumplimientos

Componente Ambiental	Comparación proyecto original v/s Proyecto con Incumplimientos	
	Sin incumplimientos	Con incumplimientos
aire	Importancia menor	Importancia Moderada
Ruido	Importancia moderada	Importancia moderada
Calidad del agua superficial	Importancia menor	Importancia Moderada
Hidrología	Importancia moderada	Importancia moderada
Calidad de agua subterránea	importancia menor	importancia menor
Biota terrestre	sin importancia	importancia menor
Medio construido	importancia menor	importancia menor
medio socioeconómico	Carácter positivo	Carácter positivo

Fuente : Elaboración Propia, 2009

Se observa en la tabla 3 las variaciones que se obtuvieron luego de realizar el análisis de la matriz de Leopold considerando los incumplimientos cabe destacar que principalmente se vieron afectados las siguientes componentes ambientales Aire, Calidad Superficial y Biota Terrestre. Cabe destacar que las demás componentes ambientales se vieron afectados pero se mantuvieron dentro del mismo rango de calificación.

CONCLUSIONES

De los análisis realizados, en los capítulos anteriores se desprenden las siguientes conclusiones:

- Las evaluaciones de impacto ambiental tanto para COPIUELMU como para CEMARC se enfocaron principalmente a las componentes ambientales Aire, Ruido, Calidad del agua superficial, Hidrología Calidad del agua subterránea, Biota Terrestre, Medio construido y Medio socioeconómico entre ellas destacándose principalmente que Copiulemu considero las componentes ambientales como, Ruido, Hidrología , Medio socioeconómico con una mayor importancia que Cemarc y las componentes Aire, Calidad del agua superficial, Calidad del agua subterránea, Biota terrestre y medio construido de importancia menor para ambos rellenos sanitarios.
- Cabe destacar que el relleno sanitario Copiulemu se construyo en base a un sistema trinchera o zanja y Cemarc en base a el método por área y talud,
- Tanto el relleno sanitario COPIULEMU como CEMARC presentan incumplimientos respecto a lo declarado en la EIA. No obstante tales falencias no representan impactos perjudiciales por ser sanciones por el manejo y/o operación, no existiendo riesgo a la comunidad circundante.
- Los incumplimientos del relleno sanitario COPIULEMU se desencadenaron por un mal diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, dado que se implementó un modelo que no funcionó con los residuos que se manejan en Chile. A través de ello no se trató durante un año las aguas residuales, induciendo a la recirculación de las aguas al vaso de basura, produciendo una licuefacción en los relleno y puntualizando así a los incumplimientos.

- Por su parte en el relleno sanitario CEMARC se puntualizaron los incumplimientos analizados, dado al cierre de las instalaciones del relleno Santa Alicia con lo que se derivó mayor cantidad de basura a este relleno, con ello se desencadenó la construcción de un muro de contención destinado a paliar tal desbalance. Por ende, ello obligó la construcción de piscinas adicionales, situación que se llevo a una sanción.
- En la valoración de impacto ambiental del relleno sanitario CEMARC se puede deducir que las irregularidades, en la valoración de impactos ambientales se concluye el efecto en el medio físico. Lo anterior sumado a la componente aire causado por la emisión de material particulado, que varía de significancia menor a medioambiente significativo, además se vio afectado la componente de agua superficial debido a la generación de líquidos percolados paso de impactos no significativos a significancia menor.
- En tanto la valoración de impacto ambiental del relleno sanitario COPIULEMU se considera las irregularidades dado los impactos ambientales concluyendo que se afecto el medio abiótico. Con la componente Aire afectando las fuentes disposición en el relleno sanitario y residuos líquidos también se observa una variación importante en la calidad del agua superficial afectado por el tratamiento físico-químico. Para esto se observa que varió de impactos con importancia menor a importancia moderada. Por su parte el medio biótico afecta la flora y vegetación debido a la disposición en el relleno sanitario, además de la fauna dado la disposición en el relleno sanitario, residuos líquidos y emisiones de gases y partículas. Para estos factores se observa que alteró desde impactos sin importancia a impactos con importancia moderada.
- La metodología utilizada para la valoración ambiental de las irregularidades de cada relleno sanitario fue basada en el método de índices cualitativos bajo la matriz de Leopold, esto se realizo para dar una mejor comparación entre los rellenos ya que las valoración de los impactos en la EIA de cada uno fue realizada bajo esta metodología pero utilizando criterios distintos en los índices.

BIBLIOGRAFÍA

Conama, 2008. Resolución de Calificación Ambiental Relleno Sanitario CEMARC, (RCA) N° 183/2004, de fecha 27 de Agosto del 2004 < <http://www.conama.cl> > [15 de Noviembre 2008].

Conama, 2008. Resolución de Calificación Ambiental Relleno Sanitario COPIULEMU, (RCA) N° 081/2000 < <http://www.conama.cl> > [15 de Noviembre 2008].

Conama, 2008. Informe sancionatorio contra el Relleno Sanitario CEMARC bajo la Resolución Exenta N°244 del 18/08/2008 < <http://www.conama.cl> > [15 de Noviembre 2008].

Conama, 2008. Informe sancionatorio contra el Relleno Sanitario COPIULEMU bajo la Resolución Exenta N°243 del 18/08/2008 < <http://www.conama.cl> > [15 de Noviembre 2008].

Conesa Fdez-Vitora V., 1993. “Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental”. Ediciones Mundi-Prensa,

Chile, 1994. Definición según la Ley 19300, “Ley de Bases del Medio Ambiente” .

Diario el sur, 2009. Sanciones a los rellenos sanitarios Copiulemu y Cemarc < <http://www.elsur.cl/diarioelsur/pagina.php?pagina=03&fecha=20090202> > [2 de Febrero 2009].

Henry J.G., Heinke G.W., 1996. “Ingeniería Ambiental”. 2ª ed. Prentice Hall.

Morales A. “Antecedentes y Métodos para la Evaluación de Impacto Ambiental”. Ed. Anibal Pinto, Concepción, Chile (1998)

Zaror, 2000. Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos.

ANEXO 1 Identificación de potenciales fuentes de impacto ambiental

ETAPAS	ACTIVIDADES Y OBRAS	FUENTES DE IMPACTO								
		Emplazamiento de obras e instalaciones	Emissiones de Material Particulado	Generación de líquidos percolados	Flujo Vehicular	Emissiones de gas y olores	Emissiones de ruidos	Vectores Sanitarios	Demanda de empleados y servicios	Presencia Humana
OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO	Transporte de residuos		X		X		X		X	X
	Recepción y disposición de los residuos		X				X	X	X	X
	cobertura de los residuos		X				X		X	X
	construcción de sectores de ampliación del relleno	X	X		X				X	X
	operación de la planta de tratamiento de líquidos percolados, riego e infiltración		X	X		X			X	X
	incineración de biogás, emisión de olores y fugas de biogás no captado		X			X			X	X
	Transporte de materiales y personal		X		X				X	X
	Mantenimiento de instalaciones								X	X
	Monitoreo de aguas y gases								X	X

Fuente: Ingeniería Alemana S.A, (2001)

ANEXO 2 Planilla de evaluación de magnitud de impacto

FUENTES DE IMPACTO	COMPONENTES AMBIENTALES	INFLUENCIA DEL IMPACTO (indirectos/directo)	CARÁCTER (C:+,-,+/-)	Magnitud					Magnitud Resultante (M:0-10)
				Probabilidad (0,0-1,0)	Extensión (0-2)	Intensidad (0-3)	Duración (0-2)	Reversibilidad (0-3)	
Emplazamiento de Obras e Instalaciones	Geomorfología	D	-	1	0	3	2	3	-8
	Calidad del suelo	D	-	1	0	3	2	3	-8
	Drenaje Superficial	D	-	1	0	1	2	3	-6
	Vegetación y Flora	D	-	0,6	0	3	2	2	-4,2
	Fauna	D	-	0,5	1	1	2	2	-3
	Uso de suelo	D	-	1	0	3	2	3	-8
	Paisaje	D	-	1	1	3	2	3	-9
	Socioeconómica	D	-	1	1	1	2	1	-5
Emisiones de Material Particulado	Aire	D	-	1	1	1	2	0	-4
	Fauna	D	-	0,6	1	1	2	0	-2,4
	Socioeconómica	D	-	0,3	1	1	2	0	-1,2
Generación de Líquidos Percolados	Calidad de suelo	D	-	0,5	0	3	2	3	-4
	Agua superficial	D/I	-	0,5	1	2	2	2	-3,5
	Agua subterránea	D	-	0,5	1	2	2	3	-4
Flujo Vehicular	Infraestructura Vial	D	-	1	2	1	2	0	-5
Emisiones de Gases y Olores	Aire	D	-	1	1	3	2	0	-6
	Fauna	D	-	0,5	1	2	2	0	-2,5
	Socioeconómica	D	-	0,1	1	2	2	0	-0,5
Emisiones de Ruido		D	-	1	1	1	2	0	-4
Vectores Sanitarios	Fauna	D	-	0,5	1	2	2	0	-2,5
	Socioeconómica	D/I	-	0,5	1	2	2	0	-2,5
Demanda de Empleo y Servicios	Socioeconómica	D	+	1	1	1	2	0	4
Presencia Humana	Vegetación y Flora	D/I	-	0,3	0	3	2	1	-1,8
	Fauna	D/I	-	0,3	1	1	2	1	-1,5

Fuente: Ingeniería Alemana S.A, (2001)

ANEXO 3 Matriz de evaluación de impacto ambiental

RANGO DE CALIFICACION 0 - 20 No significativo 21-40 Significancia menor 41-60 Medianamente significativo 61 - 80 Significativo 81 – 100 Altamente Significativo		Relevancia de la componente	FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADAS								
			Etapa de Operación								
			Emplazamiento de obras e instalaciones	Emisiones de Material Particulado	Generación de líquidos percolados	Flujo Vehicular	Emisiones de gas y olores	Emisiones de rudos	Vectores Sanitarios	Demanda de empleados y servicios	Presencia Humana
MEDIO	COMPONENTES AMBIENTALES RECEPTORAS DE IMPACTO										
FISICO	Geomorfología	4	-32								
	Calidad de suelo	3	-24		-12						
	Aire	7		-28			-42				
	Agua Superficial	5			-18						
	Agua Subterránea	6			-24						
	Drenaje Superficial	4	-24								
BIOLÓGICO	Vegetación y Flora	3	-12,6							-5,4	
	Fauna	3	-9	-7,2			-7,5		-7,5	-4,5	
HUMANIDAD CALIDAD DE VIDA	Uso de Suelo	3	-24								
	Paisaje y estética	2	-18								
	Ruido	3					-12				
	Socioeconómica	7	-35	-8,4			-3,5		-17,5	28	
CONSTRUIDO	Infraestructura Vial	4					-20				

Fuente: Ingeniería Alemana S.A, (2001)

ANEXO 4 Identificación de las principales fuentes de impacto ambiental

<p>RANGO DE CALIFICACION 25- 45 Importancia menor 46-65 Importancia Moderada >65 Importancia Mayor</p>			MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS													
			Procesos						Flujos							
			Almacenamiento	Recuperación y revaloración	Inertización	Tratamiento Fisioco-químico	Disposición en depósitos de seguridad	Disposición en relleno sanitario	Mantenimiento	Materias primas, insumos, maquinarias	Ocupación mano de obra	Productos	Residuos sólidos	Residuos líquidos	Emisiones de gases y partículas	
ABIOTICO	Aire	Calidad del Aire	X	X	X			X		X		X	X	X	X	
		Nivel de ruido		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		
	Agua	Calidad del agua superficial					X									
		Hidrología												X		
		Calidad del agua subterránea					X	X	X					X		
		Hidrogeología														
	Medio Terrestre	Geomorfología														
		Riesgos Naturales														
		Suelo							X		X	X	X	X	X	X
BIOTICO	Biota terrestre	Flora y vegetación						X		X		X	X	X		
		Fauna						X		X		X	X	X	X	
	Biota Acuática	Flora y Vegetación												X		
		Fauna												X		
CALIDAD DE VIDA	Construido	Infraestructura								X		X	X	X	X	
		Patrimonios														
	Porcentual Socioec.	Paisaje	X						X				X	X	X	
		Demografía														

Fuente: Consultora Cidem, 1999

ANEXO5 Planilla de evaluación de magnitud de impacto

		MAGNITUD								
FUENTES DE IMPACTO	COMPONENTES AMBIENTALES	CARÁCTER (C:+,-,+/-)	Certidumbre (1,4,8)	Extensión (1,2,4,8)	Intensidad (1,2,4,8)	Duración (2,4,8)	Reversibilidad (1,4,8)	Momento (1,2,4,8)	Importancia del impacto	
PROCESOS	Almacenamiento	Calidad del aire	-	4	4	2	8	4	2	-38
	Reparación y revalorización	Paisaje	-	2	2	4	4	1	4	-25
		Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	1	-53
	Inertización	Calidad del aire	-	4	2	2	4	4	4	-28
		Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	2	-54
	Tratamiento Físico-químico	Nivel del Ruido	-	8	4	4	8	8	1	-49
		calidad del agua superficial	-	4	4	4	8	4	1	-41
		Calidad del agua subterránea	-	4	4	2	4	4	2	-30
	Disposición en depósito de seguridad	Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	1	-53
		Calidad del agua subterránea	-	1	4	8	4	4	2	-39
	Disposición en relleno sanitario	calidad del aire	-	4	4	4	8	4	2	-42
		Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	1	-53
		Calidad del agua subterránea	-	8	4	4	4	4	2	-38
		Suelo	-	8	8	8	8	8	4	-68
Flora y vegetación		-	4	2	1	2	8	1	-23	
Fauna		-	4	2	2	2	2	1	-19	
Paisaje		-	4	4	8	4	4	1	-41	
FLUJOS	Mantención	Calidad del aire	-	4	2	2	8	4	1	-33
		Nivel del Ruido	-	8	4	2	8	8	1	-45

Materias primas, insumos, maquinarias	calidad del aire	-	4	2	4	8	4	1	-37
	Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	1	-53
	Suelo	-	8	8	8	8	8	4	-68
	Flora y vegetación	-	2	1	4	4	1	1	-22
	Fauna	-	2	2	4	4	1	1	-24
	infraestructura	-	8	2	4	4	1	1	-30
Ocupación mano de obra	Suelo	-	8	8	8	8	8	1	-65
Productos	Calidad del aire	-	4	4	2	8	4	2	-38
	Nivel del Ruido	-	8	8	4	8	4	1	-53
	Suelo	-	8	8	8	8	8	4	-68
	Flora y vegetación	-	1	2	2	2	8	1	-22
	Fauna	-	4	2	2	2	4	1	-21
	infraestructura	-	4	2	4	8	4	1	-37
Residuos sólidos	Calidad del aire	-	4	2	2	8	2	2	-32
	Nivel del Ruido	-	8	4	4	8	4	1	-45
	Suelo	-	8	8	8	8	8	2	-66
	Flora y vegetación	-	4	2	2	2	4	1	-21
	Fauna	-	1	2	2	2	4	1	-18
	infraestructura	-	4	2	8	8	4	1	-45
	Paisaje	-	8	8	8	8	4	1	-61
Residuos líquidos	Calidad del aire	-	8	2	2	8	4	1	-37
	Nivel del Ruido	-	8	4	4	8	1	1	-42
	calidad del agua superficial	-	4	4	4	8	1	1	-38
	hidrología	-	4	8	4	8	4	1	-49
	Calidad del agua subterránea	-	1	4	8	4	4	2	-39
	Suelo	-	8	8	8	8	8	1	-65
	Flora y vegetación	-	1	2	2	2	8	1	-22
	Fauna	-	4	2	2	2	4	1	-21
	infraestructura	-	4	2	4	8	4	1	-37

Emisiones de gases y partículas	Paisaje	-	8	4	8	4	4	1	-45
	Calidad del aire	-	4	4	2	8	4	2	-38
	Suelo	-	8	8	8	8	8	4	-68
	Flora y vegetación	-	1	2	2	2	8	2	-23
	Fauna	-	4	2	2	2	4	2	-22
	infraestructura	-	4	2	4	8	4	1	-37
	Paisaje	-	8	2	2	4	4	1	-29

Fuente: Consultora Cidem, 1999

Rango de importancia de los impactos

sin importancia	< 25
Importancia menor	25 - 45
Importancia Moderada	45 - 65
Importancia Mayor	>65

ANEXO 6 Matriz de evaluación de impacto ambiental

RANGO DE CALIFICACION 25- 45 Importancia menor 46-65 Importancia Moderada >65 Importancia Mayor			MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS												
			Procesos						Flujos						
			Almacenamiento	Recuperación y revaloración	Inertización	Tratamiento Fisioco-químico	Disposición en depósitos de seguridad	Disposición en relleno sanitario	Mantenimiento	Materias primas, insumos, maquinarias	Ocupación mano de obra	Productos	Residuos sólidos	Residuos líquidos	Emisiones de gases y partículas
ABIOTICO	Aire	Calidad del Aire	-38	-38	-28			-42		-37		-38	-32	-37	-38
		Nivel de ruido		-53	-54	-49	-53	-53	-45	-53		-53	-45	-42	
	Agua	Calidad del agua superficial				-41									-38
		Hidrología													-49
		Calidad del agua subterránea				-30	-39	-38							-39
	Medio Terrestre	Hidrogeología													
		Geomorfología													
Riesgos Naturales															
BIOTICO	Biota terrestre	Suelo						-68		-68	-65	-68	-66	-66	-68
		Flora y vegetación						-23		-22		-22	-21	-22	-23
	Fauna						-19		-24		-21	-18	-21	-22	
	Biota Acuática	Flora y Vegetación													-22
Fauna														-18	
CALIDAD DE VIDA	Construido	Infraestructura								-30		-37	-45	-37	-37
		Patrimonios													
	Porcentual	Paisaje	-25					-41						-45	-45
Socioec.	Demografía														

Fuente: Consultora Cidem, 1999