

LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Cuad. Méd. Soc. XXXVI, 4, 1995/ 24-33

*Sr. Adriano Morales Ganga**

INTRODUCCION

El modelo de Desarrollo Sustentable que se adopta a partir de la década de los setenta tiene como primera herramienta de control la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Este nuevo concepto de evaluación de proyectos que introduce las variables ambientales (físicas, bióticas, perceptivas y socioeconómicas) transforma el método tradicional en un estudio interdisciplinario. El sistema es muy complejo, de modo que para entregar una visión completa sólo es posible comentar en general algunas metodologías y criterios de evaluación. Conviene destacar que los principales objetivos de la EIA son proteger el medio ambiente, evitar la degradación de los recursos naturales y mejorar la calidad de vida.

1. EL ESTUDIO Y LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL-EIA

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso de análisis, para identificar, valorar y prevenir el impacto ambiental de un proyecto. CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) evalúa, acepta, rechaza o requiere modificaciones para autorizar su realización.

En proyectos poco contaminantes que operan con emisiones y vertidos aceptables se acepta una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), bajo juramento del promotor, de cumplir las normas vigentes.

A partir de 1972 los países desarrollados han creado Ministerios del Medio Ambiente u órganos superiores con el mismo objetivo; estamos atrasados más de 20 años con aquellos y no menos de 12 con respecto a varios países latinoamericanos. La LBMA (Ley de Base del Medio Ambiente), promulgada en 1994, aún no se aplica por carecer del reglamento de EIA.

2. LOS COMPONENTES DE UN EIA

Los componentes a estudiar y relacionar en una EIA son: el Proyecto y la Línea de Base; el medio ambiente y las variables susceptibles de recibir impactos; las acciones del proyecto generadoras de impacto; la gestión ambiental del Gobierno, expresada en las obligaciones legales, los estándares admisibles de contaminantes y otras exigencias y los estudios de relación y ponderación de estos factores.

Hay varios diseños analíticos propuestos para la EIA, sólo con pequeñas variantes. Seleccionamos el propuesto en la "Guía Metodológica para los Estudios de Impacto Ambiental", MOPU. España, (1985), acorde con las tendencias de la UE. (Unión Europea) (cuadro 1).

De este diseño se deduce que la comparación del medio con y sin proyecto es el fundamento base para autorizar una actividad. Conviene, entonces, para valorar la urgencia de la aplicación

* Ingeniero Civil Químico. Prof. Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

CUADRO I
Etapas de una evaluación de impactos ambientales

Etapa I	1.1.	- Análisis del Proyecto. Objetivos y oportunidad; - Identificación de acciones susceptibles de producir impacto.
	1.2.	- Situación preoperacional de la línea de base. - Ambito y variables a contemplar. - Identificación de elementos susceptibles de modificación. - Inventario y su valoración.
	2.	- Confrontación de la información de 1.1 y 1.2. - Identificación y predicción de alternativas.
Etapa II	3.	- Valores de impactos.
	4.	- Comparación y selección de alternativas.
Etapa III	5.	- Definición de medidas correctoras. - Impactos residuales. - Programa de vigilancia. - Estudios complementarios. - Plan de abandono y recuperación.

de esta ley, revisar el estado de deterioro del ambiente y los recursos naturales.

3. EL DETERIORO AMBIENTAL EN CHILE

CONAMA publicó en marzo de 1995 el libro "Perfil Ambiental de Chile". Contiene investigaciones y estudios publicados por primera vez sobre contaminación física y biótica, con datos difíciles de conseguir en otras fuentes. Demuestra, por sectores, el deterioro de nuestro ambiente y recursos naturales.

3.1. Estudio general. Auspiciado por CONAMA, G. Espinoza, P. Gross y P. Hayek, con la cooperación de expertos regionales y locales, aplicando la técnica Delphi, realizaron una investigación en la Regiones I a XII (1). Es una visión cualitativa, que cubre una extensa gama de problemas. Detectaron 1.300 casos críticos de contaminación de ellos, 10,5% corresponden a la Región Metropolitana, 10,3% a la V Región y 8,7% a la VIII. En cuanto al tipo de problemas y contaminaciones, comprueba que el 34,7% corresponde a contaminaciones, el 34,9% a deterioro urbano y el 27,4% a recursos naturales. El 42% de la contaminación proviene de la industria, que agregando el deterioro de flora y fauna llega al 59%. Esta contaminación afecta especialmente a la atmósfera, agua y suelos.

3.2. Investigación sobre contaminación de las aguas. La SISS (Superintendencia de Servicios

Sanitarios) publicó en 1993 los resultados del catastro realizado en 3.507 establecimientos para conocer el destino de sus vertidos. Se encuestaron 2.432 industrias (69,3%), 640 servicios sanitarios (18,3%) y 435 instituciones de salud (12,4%) (gráfico 1).

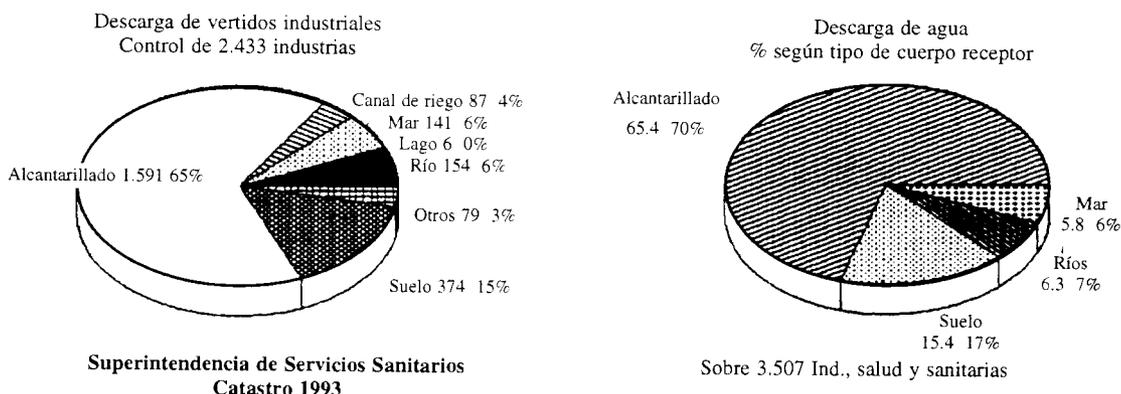
No dispongo de datos, pero es posible que la mayor parte de estas descargas correspondan a vertidos sin tratamientos, hechos que explican la contaminación generalizada que se comprueba en los principales ríos del país. Las zonas más contaminadas, las que descargan entre 1,6 a 4 millones de kg. al mes, son la Regiones Metropolitana, V y VIII.

Llama la atención que el 17% de las descargas se haga directamente al suelo, lo que significa un riesgo de contaminación incluso para los acuíferos. El alto grado de contaminación de los ríos se puede comprobar con el control de tres parámetros altamente indicativos de las principales corrientes del país (cuadro 2).

Por otra parte, el vaciado de las aguas servidas y la muy escasa proporción de tratamientos se aprecian en el cuadro siguiente, y explican los niveles de contaminación de las aguas continentales y marítimas (cuadro 3).

3.3. Contaminación atmosférica. Esta contaminación se conoce especialmente por la que afecta a Santiago que alcanza niveles críticos en invierno, debido a los altos niveles de emisión, agravada por los fenómenos de la inversión térmica y

GRAFICO 1
Contaminación de las aguas



CUADRO 2
Contaminación de ríos

Totales	DBO5* tons/mes	Sólidos en suspensión tons/mes	Colifecales x10 ¹⁷
País	22.009,3	13.371,7	52,63
Zona Norte	2.617,0	1.561,9	9,62
Zona Centro	10.210,6	5.390,6	29,03
Zona Sur	9.181,7	6.419,2	14,38
Principales ríos:			
Aconcagua	2.018,0	1.561,9	9,32
Maipo	4.239,5	2.488,6	1,56
Rapel	471,2	89,4	10,16
Maule	1.284,3	1.140,5	2,90
Itata	1.022,7	807,6	0,58
Bío-Bío	2.237,3	2.157,0	0,24
Imperial	346,1	7,0	1,10
Valdivia	154,4	42,5	8,90
Bueno	512,8	485,9	0,71

Fuente: SISS, 1993, Catastro Nacional de Descargas de Residuos Líquidos.

Nota: El estudio abarcó 27 hoyas hidrográficas, de las cuales he seleccionado 9.

*DBO5, demanda bioquímica de oxígeno, demanda para la degradación biológica.

el efecto invernadero, típicos de esta región. Sin embargo, hay situaciones muy serias en el resto del país, especialmente las derivadas de emisiones industriales, de fuentes móviles y domésticas.

Las más estudiadas son las de azufre y SOx, por sus impactos sobre la salud, la vegetación y fauna. Datos del Ministerio de Minería de 1989 detectan una emisión total de cerca de 1.000.000 de toneladas anuales de azufre. En su casi totalidad corresponden a las fundiciones de cobre (91.8%).

El Decreto Supremo N° 185/1991 de Minería reglamenta el funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico en todo el territorio de la República.

La calidad de la atmósfera en las principales fundiciones en 1991 es la registrada en el cuadro 4.

3.4. Diagnóstico del estado de deterioro de los suelos. El M. de Agricultura estima los siguientes porcentajes de daños de los suelos: erosión, la más grave, con cerca del 30% (hídrica más eólica), la degradación biológica con 23% y siguen la química

CUADRO 3
Resumen de aguas servidas por servicios de alcantarillado
en el país a diciembre de 1992

	Nº	Población	%
Descargas a hoyas hidrográficas			
Servicios sin tratamiento	123	6.859.083	96,6
Servicios con tratamiento	36	396.681	5,5
Descargas en el litoral			
Servicios sin tratamiento	36	1.493.829	77,0
Servicios con tratamiento	5	140.186	7,8
Servicios con emisarios submarinos	3	318.338	16,2

Fuente: SISS. 1993. Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Santiago.

CUADRO 4
Calidad de la atmósfera en las fundiciones principales en 1991*

Fundición	Captura de azufre (%)	Producción A. sulfúrico (tons/año)	Calidad de la atmósfera	Ha afectadas **
Chuquicamata	32,0	484.836	Saturada por SO ₂ y PM-10.	2.000 Calama
Caletones	5,7	26.608	Saturada por SO ₂	30.000 Alhué
Potrerrillos	2,8	0	Saturada por SO ₂	
Ventanas	54,0	70.531	Saturada por SO ₂	11.000 Puchuncaví
Paipote	31,7	47.300	Saturada por SO ₂	2.000 Copiapó
Chagres	74,9	63.152	Latente PM-10 y SO ₂	4.000 Catemu

Fuente: Solari J.A. y G. Lagos. 1991. Strategy for the Reduction of Pollutant Emission from Chilean Copper Smelter. Proc. Copper 91, Canadian Institute of Metallurgy. Canadá.

*Las emisiones de las fundiciones contienen además metales pesados muy tóxicos, entre otros Cu, Mo, Pb, Cd y As.

A estas emisiones hay que agregar otras de nivel nacional, tales como:

Planta de pellets	Particulados férricos	Valle de Huasco	1.200 Ha
Pta. de cemento	Particulado carbonatos	Calera	4.000 "
Pta. cemento	"	Polpaico	2.000 "
Planta de coke	SO ₂ y pts.	Rungue	1.000 "
Fundiciones varias	ferrosilicio, carburo, etc.	Lampa, Nos	6.000 "

**Fuente: Servicio Agrícola y Ganadero 1990-92

El Servicio Agrícola y Ganadero estimó en 1991-92 un total de 63.000 ha afectadas por estas emisiones.

ca y la expansión urbana e industrial con cifras cercanas al 17% cada una (2).

En el Cuadro Nivel de Erosión de los Suelos se comprueban niveles alarmantes de degradación; de un total de 75,5 millones de has se estudiaron 34,5 millones y en ellas se comprobó que el 46% estaban afectadas por diversos tipos de erosión (cuadro 5).

3.5. El problema forestal. Este es uno de los casos más controversiales y motivo de discusiones permanentes entre los defensores del bosque nativo y Corma, organización empresarial. Según un informe reciente de la FAO, Chile es el tercer exportador de astillas (chips) de madera nativa del mundo, pero simultáneamente es la segunda nación más deforestada del continente america-

CUADRO 5
Nivel de erosión de los suelos de Chile
 (en miles de hectáreas)

	Región (superficie)	Área estudiada	Área de extre- ma fragilidad	Nivel de erosión				% regional erosionado
				Muy grave	Grave	Moderada	Leve	
I	Tarapacá (5.807,2)	2.539,0	1.177,0	38,7	1.027,4	1.116,1	356,8	43
II	Antofagasta (12.530,6)	2.681,6	1.468,3	-	1.435,2	1.120,1	126,3	21
III	Atacama (7.826,8)	2.648,1	2.572,5	1.056,2	152,2	809,3	630,4	35
IV	Coquimbo (3.964,7)	3.459,6	2.944,8	-	654,3	1.425,7	1.379,6	85
V	Valparaíso (1.637,8)	893,7	274,4	51,1	231,8	146,8	464,0	55
Metropolitana	(1.578,2)	558,9	407,5	95,2	387,8	58,8	17,1	36
VI	O'Higgins (1.595,0)	973,4	289,2	188,4	554,4	210,6	20,0	61
VII	Maule (3.051,8)	1.538,0	448,1	152,4	662,4	686,6	36,6	51
VIII	Bío-Bío (3.600,7)	2.362,1	128,5	175,7	818,5	1.167,5	200,4	66
IX	Araucanía (3.247,2)	2.478,1	494,6	65,8	809,4	1.533,3	69,6	76
X	Los Lagos (6.903,9)	4.846,1	902,2	401,9	620,9	1.628,4	2.194,9	66
XI	Aysén (10.715,3)	4.624,5	506,4	145,2	909,9	2.179,5	1.389,9	45
XII	Magallanes (11.231,0)	4.887,7	422,5	-	900,0	3.463,5	524,2	37
Total	75.490,6	34.490,8	12.036,0	2.370,6	9.164,2	15.546,2	7.409,8	46
Porcentaje		100,0	34,9	6,9	26,6	45,0	21,5	-

Fuente: Fragilidad de los ecosistemas naturales de Chile. Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales (IREN), CORFO, Santiago, 1979.

no. En 1988 el país exportó 74.000 toneladas de chips que en 1993 llegaron a cerca de 2.000.000 de toneladas. En valores monetarios, se ha incrementado de 403 millones de dólares en 1979 a 855 millones en 1990 y a estas fechas supera los mil millones.

En octubre de este año el Banco Central dio a conocer un informe que pronostica que de continuar el actual nivel de explotación el bosque nativo estaría agotado en el año 2025. Esta afirmación ha desatado una aguda polémica, en la que incluso Conaf y el Ministro de Agricultura han descalificado estas conclusiones y la primera institución afirma "que este bosque podrá disminuir pero no se acaba".

En todo caso la situación de degradación es muy preocupante y torna imperativa la promulgación de normas de protección y racionalización de la explotación; en el intertanto el proyecto correspondiente lleva dos años en la Comisión respectiva del Senado en un inmovilismo incomprensible ante este grave problema.

Estos datos sobre la degradación del medio ambiente confirman el convencimiento generalizado del grave daño que sufre nuestro país.

4. EL MEDIO AMBIENTE

Es el sujeto de protección de la EIAL. La LBMA lo define como: "el sistema global cons-

tuido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones."

En términos de evaluación debemos entenderlo como: fuente de recursos naturales; soporte de actividades y receptor de desechos y residuos no deseados. La estructura general se puede esquematizar en la siguiente forma:

Medio Físico: Aire, agua, suelos. Medio Biótico. Medio Percentual.

Socioeconómico: Población característica. Economía. Calidad de vida. Usos del suelo, etc.

Infraestructura: Infraestructura física, servicios, distribución espacial, etc.

Estas variables básicas se desagregan en esquemas de 150 o más y aún algunos le agregan ponderaciones.

En el sistema de EIA se estudia y valora en dos instancias: situación antes del proyecto y con los efectos e impactos del proyecto en sus etapas de construcción, operación y abandono.

4.1. Valoración del medio ambiente y tipos de impacto. La valoración es el dato base de comparación. Está asociada a la predicción de impac-

tos. Se dispone de numerosos métodos cualitativos o semicualitativos; entre los más conocidos: listados, métodos de consulta a expertos como Delphi, sistema Mausar, Electric, Valoración de Importancia, etc.

En el cuadro N° 6 se esquematizan los objetivos de algunas de las técnicas más conocidas.

La comparación de impactos se complica por las diferentes unidades de medidas que admiten las variables, como se aprecia en los grupos siguientes:

- Variables medibles directamente son, por ejemplo, la temperatura, el pH de un suelo, el OD en el agua, los niveles de gases contaminantes, la productividad agrícola, la erosión, el empleo, la renta, el caudal de los ríos, etc.
- Variables indirectamente cuantificables, por índices. Entre otros están la aptitud climática, la accesibilidad al territorio, la estructura de propiedad, nivel cultural de la población, etc.
- Variables cualitativas, son las de difícil encaje en la métrica convencional, debiendo expresarse sobre una escala de rangos no proporcional; tal es el caso del paisaje, valor de las formaciones vegetales, hábitat faunísticos, méritos de monumentos artístico-históricos, formaciones geológicas, etc.

4. 2. **Valoración de impactos.** Estas diferencias se resuelven con métodos que a partir de

estimaciones cualitativas llegan a índices homogéneos que permiten comparaciones válidas. Las más adecuadas a nuestra realidad son las técnicas de Valoración de Importancia, método Delphi y las Funciones de Transformación.

a) *Valoración de importancia.* Método cualitativo que permite comparar con cifras estimadas sobre las mismas bases y elaborar una matriz de importancia de un sistema.

Importancia del impacto. Se aplica la matriz de importancia para cada impacto, cuadro 7 (3).

b) *Método Delphi.* Denominado de consulta a expertos, fue diseñado por los expertos de Rand Corp hace 20 años y tiene la ventaja de asignar peso o asignación de valores a descripciones cualitativas y la participación pública en las distintas fases de decisión (4).

Explicita y refina opiniones de expertos de acuerdo a las siguientes etapas: elección de un panel de expertos en la materia en cuestión; cada miembro contesta una encuesta independientemente, se confecciona un resumen de respuesta seleccionando las más representativas por las medianas o por una estimación de importancia; se envía al panel este resultado y se solicita una revisión de su respuesta.

El ciclo se repite hasta que no se detecta mejoramiento en la calidad de las respuestas. Final-

CUADRO 6
Clasificación de las metodologías para la EIA

Función analítica	Metodología
Identificación Delphi, Leopold, Flujos, Redes, etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Descripción del sistema ambiental existente. - Determinación de los impactos del proyecto. - Definición de las alteraciones del medio causadas por el proyecto (incluyendo todos los impactos).
Predicción Pasquill-Gridford, Churchill, Streeter	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de las alteraciones ambientales significativas. - Revisión del cambio cuantitativo y/o espacial en el medio ambiente identificado. - Estimación de la probabilidad de que el impacto (cambio neto ambiental) ocurra (duración en tiempo).
Evaluación Batelle, Impro, Conesa Fdez, etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de la incidencia de costo-beneficio en los grupos de usuarios y en la población afectada por el proyecto. - Especificación y comparación de relación costo-beneficio entre varias alternativas.

CUADRO 7
Matriz de estimación de importancia

Rango, puntos		Rango, puntos
Beneficio-daño	±	I
Extensión: 1 a 8	E	M
Persistencia: 1 a 8	P	R
Meds. correctoras 1 a 4	MC	It
		Intensidad: 1 a 16
		Plazo: 1 a 4
		Reversibilidad: 1 a 8
		Importancia del impacto

Claves: Intensidad (I) = 1 afección mínima; 16 destrucción máxima.
 Extensión (E) = 1 puntual; 2 parcial, 4 extenso, total 8.
 Plazo (M) = Inmediato 4; 1 a 3 años = 2; + de 3 años = 1
 Persistencia (P) = hasta 1 año = 1; 1 a 3 años = 2; 4 a 10 años = 4;
 sobre 10 años = 8; si es irrecuperable = 20
 Medidas correctoras (MC) = sin posibilidad = N; en proyecto = P;
 en obra = O; y en funcionamiento = F
 La importancia del impacto que se expresa por la fórmula:

$$It = \pm [3I + 2E + M + P + R]$$

 la importancia toma valores entre 8 y 100

mente se aplican medidas de dispersión y de la tendencia central para expresar la opinión conjunta del panel.

Se pueden aplicar las escalas de intensidad y reversibilidad, del método anterior, para la consulta.

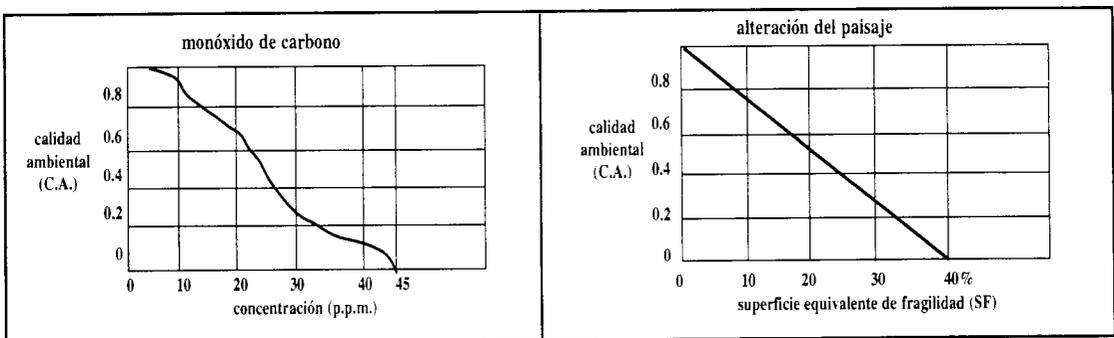
c) *Funciones de transformación.* Estas funciones relacionan los valores de un parámetro con la calidad ambiental. Por ejemplo en caso de CO el mínimo, 0 ppm, tiene una CA (calidad ambiental) 1 y el máximo, 45 ppm, CA = 0. Se dispone de 68 funciones que cubren prácticamente todos los parámetros (gráfico 2).

5. METODOS DE EVALUACION

Una vez valorada la línea de base y estimados los impactos, en unidades homogéneas, se realiza la comparación y evaluación. Los métodos disponibles son numerosos. Hace 10 años se registraban más de 90 sistemas de tipo cuali y cuantitativos, que se han multiplicado con aplicaciones informáticas y paquetes especiales.

En nuestro medio es difícil emplear la mayor parte de estos modelos, por cuanto nuestra base de datos es escasa para completar las cifras que la mayor parte de éstos requieren. Tal vez el más acorde es el propuesto por V. Conesa Fdez y el

GRAFICO 2
Funciones de transformación



programa de Gómez Orea (Inpro), ambos españoles, que han adaptado métodos clásicos como el de Batelle, y matrices de causa-efecto como los de Leopold, Universidad de Georgia, sistemas cartográficos (Mc Harg, Tricart, Falque), etc.

Se recomienda realizar el estudio por las siguientes etapas sucesivas:

Evaluación preliminar: Se incorpora un preestudio que, además de identificar los impactos, realiza una primera evaluación de importancia. Se complementa con un primer cribado, incluyendo las posibles sinergias. Se emplean "Listas de Chequeo", Redes, Diagramas de flujo, etc.

Evaluación simplificada. La valoración se hace por Importancia, Delphi o Leopold. No se exige

ponderación de impactos, pero sí se destacan los realmente relevantes y que se analizan en detalle.

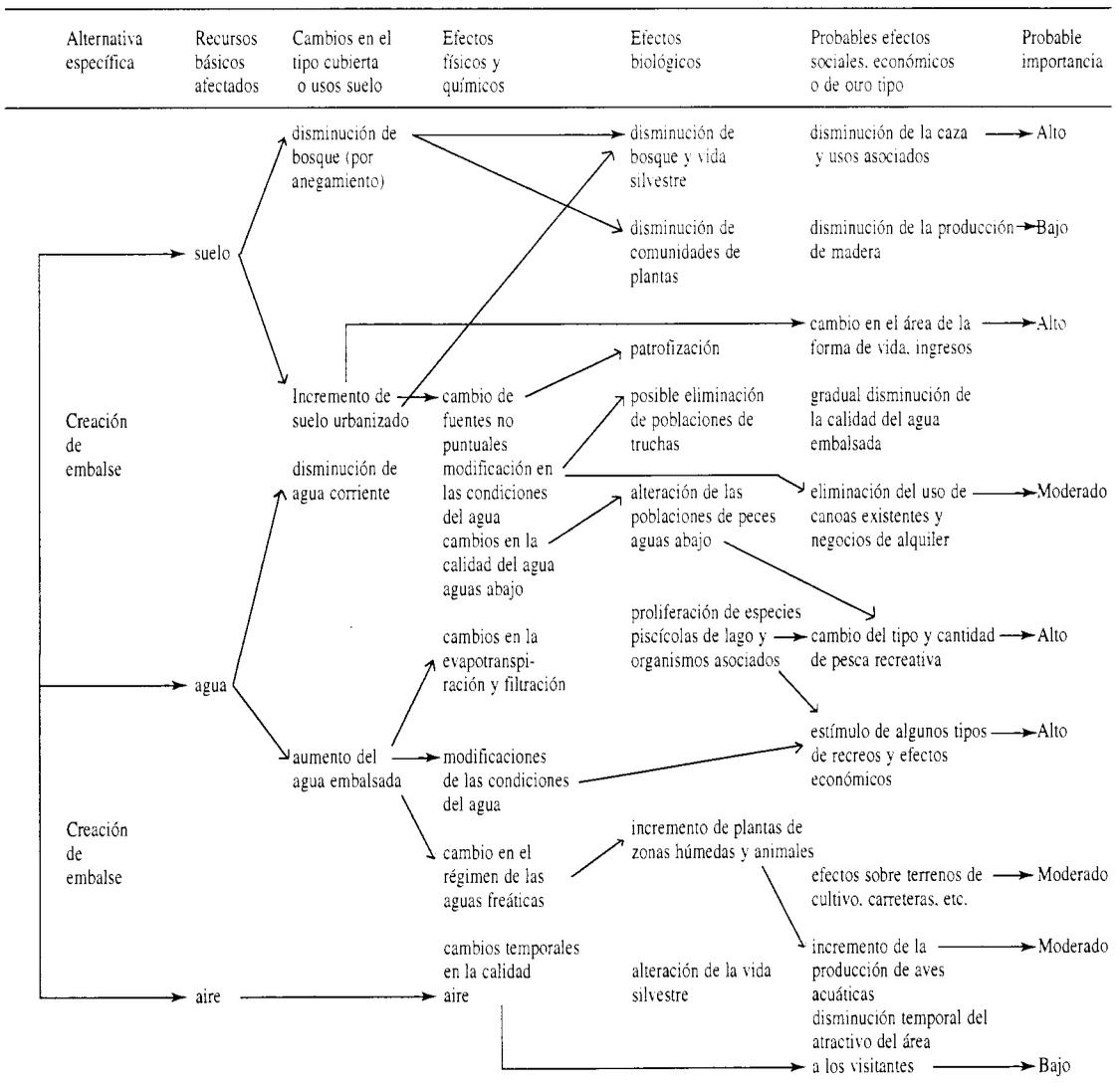
Evaluación detallada. Se realiza cuando una actividad o proyecto provoca grandes impactos. Incluye la ponderación y evaluación global. Constituye el estudio de fondo.

Se ofrece un ejemplo de cada una de estas etapas:

5.1. Ejemplo de Red de un proyecto de embalse, método cualitativo y secuencial (gráfico 3).

5.2. Matriz de Leopold aplicada a un proyecto urbanístico. Las cifras en cada casilla miden la magnitud e importancia de los impactos, en esca-

GRAFICO 3
Red de interconexión. Proyecto Embalse



las de 1 a 10, pudiéndose aplicar el modelo de importancia previa corrección de escalas. Las sumatorias totales corresponden a:

- a) La suma de columnas indica la importancia de las acciones del proyecto, y
- b) La suma de las filas expresa la importancia o grado de afectación de las variables (gráfico 4).

5.3. Matriz de Evaluación. En este caso se aprecia todo el sistema que empieza con la identificación de impactos, en todas las etapas del proyecto, prosigue con los datos de predicción y valoración, la transformación de unidades y si se han adoptado las medidas de corrección, indicando la importancia de los impactos. Este es un resumen que debe ser explicado en detalle por el informe de respaldo (gráfico 5).

6. TRATAMIENTO DE CONTAMINANTES

Esta es un área muy compleja, constituyen especialidades de la ingeniería, difíciles de resumir, de modo que sólo mencionaremos algunos relevantes. No obstante, cabe la observación de que siempre es posible eliminar o minimizar un impacto, pero a un costo de inversión y operación que, estudiadas en las etapas de factibilidad, no constituyen, salvo excepciones, valores que pongan en peligro las rentabilidades posibles.

Tratamiento de material particulado. (5)

- Procesos: Por gravedad, separación, filtración, separación electrostática.
- Equipos: Cámaras de sedimentación, ciclón, filtros de mangas, precipitadores, etc.

GRAFICO 4
Valoración de impactos derivados de una urbanización mediante la matriz de Leopold (Ramos y col., 1979)

Elementos y características ambientales			Actuaciones propuestas causantes de posibles impactos ambientales										
			Modificación del régimen		Transformación del suelo			Cambios en el tráfico		Localización de vertidos			
			Tala y desbroce	Pavimentación	Construcción de edificios	Líneas de comunicación Tendidos eléctricos	Desmonte y terraplén	Efectos mecánicos del pisoteo	Ruidos y emanaciones de vehículos	Descarga de efluentes líquidos	Construcción de fosas sépticas		
Características físicas y químicas	Tierra	Suelos	3	2	1	1	3	7			1	18	21
		Factores físicos singulares	5	10	10	1	7	2			8	43	9
	Agua	Calidad agua superficial	1							6	8	24	57
		Calidad agua subterránea	2				1			6	9	9	9
Procesos	Erosión	3				2	4			9	9	12	
		6				7	4			17	17	17	
Condiciones biológicas	Flora	Arboles	2				1	3			6	14	27
		Arbustos	3				1	5	1		10	16	14
		Estrato herbáceo	3				7	1			11	15	45
	Fauna	Aves	3		1	1				3	8	15	38
		Especies terrestres	8		4	2				1	15	13	14
		Especies acuáticas	3	2	1		2	3	3		6	8	6
		Especies en peligro	7	2	1		1	1	1		8	10	8
			10	1	10	3		3	8	2	3	34	70
Factores culturales	Usos del suelo	Agricultura de secano	2				3	1			7	7	
	Intereses estéticos y humanos	Paisaje (visitas)	5	4	3	2	5	3			22	35	44
		Naturalidad	7	5	7	5	3	2			29	22	29
			3	2	1	1	3	7	4	1	22	22	
			2	7	8	4	4	4	4	3	36	65	
			32	14	10	7	21	40	15	14	2	156	
			75	45	50	19	35	30	17	19	11	311	
			46		38		55		47	16			
			120				114			30			

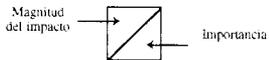


GRAFICO 5
Matriz de evaluación detallada

	1 Identificación de impactos										2 Predicción			3 Valoración					4 Corrección							5 Impacto Final								
	1 Fase construcción					2 Fase funcionamiento					1	2	3	1	2	3	4	5	1 MEDIDAS		2	3	4	5	6	7	1	2						
	1	2	...	n	n+1	1	2	...	n	n+1									n+2	n+3									i	n				
	A ₁	A ₂		A _n	TOTAL	A ₁	A ₂		A _n	TOTAL	E P E R M A N E N T E S	I M P O R T A N C I A	I N D I C A D O R	U N I D A D	M A G N I T U D	F R A N S F O R M A C I O N	M A G N I T U D	V A L O R	C O E F I C I E N T E	I M P A C T O	T O T A L	M	M ₁	I M P O R T A N C I A	M A G N I T U D	M A G N I T U D	V A L O R	I M P A C T O	C O S T E	I M P A C T O	S I S T E M A			
ACCIONES A _i →																																		
FACTORES DEL MEDIO F _j ↓																																		
F ₁ F ₂ F _n																																		
TOTAL MEDIO FISICO																																		
F ₁ F ₂ F _n																																		
TOTAL MEDIO SOCIOECONOMICO																																		
TOTAL MEDIO AMBIENTE																																		
	MATRIZ DE IMPORTANCIA										EVALUACION CUANTITATIVA DEL PROYECTO BASE					CORRECCION DE IMPACTOS							EVALUACION FINAL											
	EVALUACION CUALITATIVA										EVALUACION CUANTITATIVA																							

- Control: Muestreador gravimétrico de alto volumen, cabezal PM-10.

Tratamiento de gases solubles

- Procesos: Absorción de HCl y NH₃ con agua; H₂S con solución de trietanolamina; SO₂ con solución acuosa de NH₃, sulfitos o metilamina; CO₂ con solución de CO₃-Na₂, NO₂, NO, N₂, Cl con soluciones varias.
- Adsorción: SO₂, H₂S, CO₂, con sílice gelatinosa o alúmina activada.
- Equipos: Torres o capas filtrantes, continuas o discontinuas; los grandes volúmenes de SO₂ o SH₂ en plantas para H₂SO₄.

Pretratamiento de agua. (6)

Procesos: Operaciones físicas o mecánicas para separar materiales que por naturaleza o tamaño crean problemas posteriores.

Operaciones: Desbaste, dilaceración, desarenado, predecantación, tamizado, desaceitado, etc.

Eliminación de sólidos

En suspensión. Sedimentación: se usan depósitos de sedimentación, flotación, filtración, etc.

Coloidales. Coagulación (química, de neutralización de cargas eléctricas, etc.).

Absorción: Con sulfato de alúmina, cloruro férrico, etc., reducción del potencial z con carbón activado.

Eliminación de inorgánicos disueltos

• Procesos: evaporación, diálisis, intercambio iónico, osmosis inversa.

Equipos: Evaporadores, dializadores comerciales, lechos de resinas iónicas o catiónicas, mem-

branas de acetato de celulosa y presión para vencer la similar osmótica.

Eliminación de orgánicos disueltos

Procesos: Descomposición por microorganismos aeróbicos o anaeróbicos, digestión microbiana, combinación con equipos especiales.

Equipos: Lagunas continuas en serie con nutrientes químicos, lodos activados, con clasificadores y decantadores, filtros bacterianos, digestores simples o con agitación bio-disk.

Control: Por instrumentos comerciales para parámetros comunes, automáticos, registradores, químicos, físicos.

BIBLIOGRAFIA

1. G. Espinoza, P. Gross y P. Hayek. 1992. Problemas ambientales de las Regiones I a XII. Ed. Conama. Santiago de Chile.
2. Minagri, Conama. 1994. Proposición para un Plan Nacional de Conservación de Suelos. Ed. Conama. Santiago de Chile.
3. Vicente Conesa Fdez. 1993. Guía Metodológica para la Evaluación de impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
4. Domingo Gómez Orea. 1992. Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Españolas Agrícolas. Madrid, España.
5. Ramón Sanz Fonfría, Joan de Pablo. 1989. Ingeniería Ambiental. Ed. Marcombo. Barcelona. España.
6. Nelson Nemerov. 1977. Aguas residuales industriales. Teoría, aplicaciones y tratamientos. Editor Blume. Madrid. España.