

Metodología para los Estudios de Impacto Ambiental

Autor: Leslie García

1. Metodologías disponibles y campos de aplicación

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es presentada y asumida como: i. instrumento de política pública, ii. procedimiento administrativo y iii. metodología para la ejecución de los estudios de impacto, los que son componente central de las EIA.

Estas metodologías están encaminadas a identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales de los proyectos, y sus resultados deben ser complementadas, en la presentación de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA), con: i. la descripción del proyecto en curso de evaluación, ii. el plan de manejo y iii. el sistema de monitoreo a ser aplicado.

¿Cómo seleccionar las metodologías? Las consideraciones previas a la selección de la metodología deben incluir:

1. El marco normativo vigente, incluyendo la existencia de precisiones sobre los EsIA que pudieran estar incluidas en las regulaciones pertinentes.
2. El tipo de proyecto (“estructural”, “no estructural”), la magnitud y complejidad del mismo, y las características del medio social y físico-biótico potencialmente afectable.
3. El objetivo del EsIA (selección de alternativas tecnológicas o de localización, e identificación de impactos).
4. La etapa de desarrollo del proyecto en la cual se aplica la metodología (pre-factibilidad, factibilidad, diseño).
5. La relación entre los requerimientos de datos para cada metodología y la disponibilidad de los mismos.
6. La relación entre los costos económicos y el requerimiento de personal y equipamiento necesarios, con la magnitud y los impactos potenciales esperables del proyecto.
7. El aseguramiento de la independencia de los resultados que se obtengan en relación con la percepción de los evaluadores.

De la consideración integral de los factores antes mencionados surge la diversidad de metodologías utilizables y, además, disponibles. De hecho, no existe una metodología única y universal. Ello no impide desconocer la necesidad de disponer de metodologías aplicables a la diversidad de actividades a ser evaluadas, a la diversidad de medios y factores ambientales potencialmente afectados, y a la complejidad de las interacciones entre factores y el entorno.

Desde los inicios de los procedimientos de EIA hasta el presente las metodologías aplicables se encuentran, en evolución. A nivel internacional, se han generado metodologías de aplicación indistinta a diferentes actividades y tecnologías de aplicación a proyectos específicos. De la misma manera, se han perfeccionado los marcos normativos y la inserción institucional de las EIA, incluyendo el mejoramiento de las capacidades de valoración oficial de los EsIA presentados.

El marco reglamentario sobre EIA puede, además de fijar su obligatoriedad para aquellas actividades y proyectos susceptibles de afectar al ambiente, avanzar en lineamientos de los contenidos de los EsIA. En particular, se han establecido, en

diferentes marcos normativos, Términos de Referencia¹ los cuales determinan los aspectos principales que deben ser analizados y, en general, la forma de acuerdo a la cual deben ser presentados los estudios en contener los EsIA

Las diferentes metodologías deben ser valoradas en función de las incertidumbres y de los costos asociados a cada una de ellas.

Debe considerarse, también, que las metodologías son aplicables a diferentes etapas o nivel de los EsIA². Considerando las etapas de un EsIA, a saber, “valoración cualitativa” (valoración general de efectos, identificación de acciones impactantes, identificación de factores a ser impactados, identificación relaciones causa-efecto) y “valoración cuantitativa” (predicción de magnitud del impacto, valoración cuantitativa del impacto). Las mayores incertidumbres asociadas a algunas de las metodologías pueden ser aceptables en las evaluaciones correspondientes a las etapas iniciales de los proyectos (“valoración cualitativa”), aunque no en la etapa de su “valoración cuantitativa”.

En general, podemos agrupar las metodologías disponibles en las siguientes categorías:

1. Métodos de identificación de impactos
 - a. Trabajo de equipos interdisciplinarios (caso: Método Delphi)
 - b. Listas de chequeo de efectos
 - c. Flujo gramas y redes causales
 - d. Cartografía ambiental
2. Métodos de valoración de impactos
 - a. Matriz de Leopold
 - b. Sistema Batelle

Canter (2003) analiza la aplicabilidad de las diferentes metodologías de EsIA, Las mismas se encuentran en el Cuadro N° 1.

¹ Caso estudio de Términos de Referencia: Decreto 2131 de la Provincia de Córdoba y los Términos de Referencia aplicados en el marco del Decreto mencionado, para los EsIA de bosques nativos.

² Ver PPoint “Introducción a la EIA”.

Tarea del proceso	Metodología		Utilidad Relativa
Identificación de impactos	Matrices	Simples En etapas	Alta Media
	Diagrama de redes		Alta
	Listas de control	Simples Descriptivas	Media Media
Descripción del medio afectado	Matrices	Simples En etapas	
	Diagrama de redes		
	Listas de control	Simples Descriptivas	Alta
Predicción y evaluación de impactos	Matrices	Simples En etapas	Media Media
	Diagrama de redes		Media
	Listas de control	Descriptivas Escalas, jerarquías	Alta Baja
Selección de la actuación propuesta según valoración de alternativas	Matrices	Simples En etapas	Media Baja
	Listas de control	Escalas, puntos jerarq. Escalas, peso. puntos jerárquicos	Media Alta
Resumen y comunicación	Matrices	Simples En etapas	Alta Baja
	Listas de control	Simples	Media

Cuadro 1. Metodologías aplicables al proceso de EsIA
Fuente: Canter, 2003

2. Métodos para identificación de impactos

2.1. Listas de chequeo de efectos

Se las considera uno de los métodos de utilidad para iniciar el proceso de EsIA. Su aplicación a los diferentes proyectos supone que el equipo evaluador debe ordenar los enunciados considerando los subsistemas del sistema ambiental (físico biótico y abiótico, socio-económico), y dentro de cada uno de ellos establecer los recursos a ser impactados y, posteriormente, determinar los impactos ambientales principales. Las listas permiten, al equipo evaluador, avanzar rápidamente en: i. la identificación de las acciones que pueden afectar al ambiente y a la población y tener efectos sobre la economía, ii. la determinación de los componentes y factores ambientales que deben ser evaluados, y iii. los posibles impactos ambientales.

Se basan en el listado de los factores ambientales que deben ser estudiados (caso de las Listas Simples); algunos sistemas poseen listas más elaboradas permitiendo la

ponderación de la importancia entre los diferentes factores (caso de Listas Descriptivas). Son de gran utilidad en el momento de planificar las actividades de los EsIA.

Las Listas de Control Simples pueden orientarse a ordenar los factores ambientales a ser afectados o las acciones que pueden afectarlos. Por su parte, las Listas de Control Descriptivas pueden basarse en cuestionarios orientados a identificar y definir los impactos para los diferentes componentes del medio o factores afectados.

Se han desarrollado diferentes Listas de Control aplicables a diferentes actividades y proyectos (Canter, 2003). Entre los ejemplos tenemos la lista desarrollada para proyectos de gasoductos. Otras listas pueden desarrollarse en forma de preguntas

Caso de una Lista de Control Simple para proyectos de gasoductos (ver fotocopia); (Fuente: Canter, 2003). (Complementar su lectura con la lista expandida; ver fotocopia)

Categoría	Comentarios
Características y usos del suelo	Identificar los usos actuales y describir las características del área. <i>Usos del suelo</i> <i>Topografía, fisiografía y geología</i> <i>Suelos</i> <i>Riesgos geológicos</i>
Especies y ecosistemas afectados.	Identificar aquellas especies y ecosistemas que serán afectados. <i>Especies</i> <i>Comunidades y asociaciones</i> <i>Recursos bióticos únicos y otros</i>
Consideraciones socio-económicas	
Medio atmosférico	Describir el clima predominante y la calidad y cantidad de recursos atmosféricos e hídricos del área. <i>Clima</i> <i>Hidrología e hidrografía</i> <i>Aire, ruido y calidad de agua</i>
Rasgos singulares valores	Identificar rasgos únicos o singulares del área, incluyendo y sitios históricos, arqueológicos y escénicos.

Lista de chequeo para pequeños embalses.

Instrucciones: Responda las preguntas siguientes marcando una X en el sitio apropiado, considere la actividad, la construcción, la explotación así como los impactos indirectos.

A. MEDIO BIOTICO NATURAL

1. ¿Podría la actividad propuesta afectar algún factor natural o a un recurso hídrico adyacente o próximo a las áreas de actividad? SI----NO----

Si la respuesta es SI, especifique qué factor natural se afecta:

	Directo	Indirect	Sinérgic	Corto	Largo	reversib	irreversi	severo	modera	Insignifi
Hidrología superficial	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Calidad agua sup.	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Suelo/erosión	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Geología	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Clima	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

2. ¿Podría afectar la actividad a la vida animal o los peces? SI----NO----

Si la respuesta es SI, especifique qué vida animal o peces se afecta.

Hábitat natural	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Ecología de peces	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

3. ¿Podría afectar la actividad a la vegetación natural? SI----NO----

Si la respuesta es SI, especifique qué vegetación y en que extensión se le afecta.

B. RIESGOS AMBIENTALES

1. ¿Podría implicar la actividad que se propone el uso, almacenaje, escape de, o eliminación de alguna sustancia potencialmente peligrosa? SI----NO----

Si la respuesta es SI, especifique qué sustancia y su efecto posible.

2. ¿Podría la actividad propuesta provocar un aumento real o probable de los riesgos ambientales? SI----NO----

Si la respuesta es SI, especifique qué tipo

3. ¿Podría la actividad propuesta ser susceptible de sufrir riesgos ambientales debido a su situación? SI----NO----

Si la respuesta es SI, especifique qué tipo.

C. CONSERVACION Y USO DE LOS RECURSOS

1. ¿Podría la actividad propuesta afectar o eliminar tierra adecuada para la producción agraria o maderera? SI----NO----

Si la respuesta es SI, especifique hectáreas y clase de suelos que se verían afectados.

2. ¿Podría la actividad propuesta afectar a la pesca comercial o a los recursos de acuicultura o a su producción? SI----NO----

Si la respuesta es SI, especifique qué tipo se afecta

3. ¿Podría la actividad propuesta afectar al uso potencial o a la extracción de un recurso mineral o energético indispensable o escaso? SI----NO----

D. CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA

1. ¿Podría la actividad propuesta afectar a la calidad de los recursos hídricos que se encuentran dentro, adyacentes o cerca del área de actividad? SI----NO----

Si la respuesta es SI, especifique qué recursos hídricos se afectan y en qué cantidad diaria aproximada.

2. ¿Podría la actividad propuesta provocar un deterioro de la calidad de alguna zona o cuenca del recurso hídrico? SI----NO----

Fuente: Canter, L. 1999; citada por Echechuri y Ferraro (FLACSO, 2004).

2.2. Matrices: caso Matriz interactiva de Leopold³ (1971)

La matriz de Leopold es, fundamentalmente, una metodología de identificación de impactos. Básicamente se trata de una matriz que presenta, en las columnas, las acciones del proyecto y, en las filas, los componentes del medio y sus características. La matriz presenta una lista de 100 acciones y 90 elementos ambientales; cada acción debe ser considerada sobre cada uno de los componentes del entorno de manera a detectar su interacción, es decir los posibles impactos.

Entre los componentes del medio la matriz establece las siguientes categorías:

A. Categorías físicas y químicas

1. Tierra
2. Agua
3. Atmósfera
4. Proceso

B. Condiciones biológicas

1. Flora
2. Fauna

C. Factores Culturales

1. Uso del suelo
2. Recreo
3. Estética e interés humano
4. Estatus cultural
5. Instalaciones y actividades

D. Relaciones ecológicas

E. Otras

Por su parte se distinguen las siguientes acciones:

A. Modificación del régimen

B. Transformación del suelo y construcción

C. Extracción de recursos

D. Producción

E. Alteración de los terrenos

³ Leopold, L.B. et al "A procedure for Evaluating Environmental Impact", circular 645, US Geological Survey, Washinton, DC, 1971

- F. Renovación de recursos**
- G. Cambios en el tráfico**
- H. Acumulación y tratamiento de residuos**
- I. Tratamientos químicos**
- J. Accidentes**
- K. Otros**

Para cada una de las categorías de elementos ambientales, la matriz considera los recursos, las características y los efectos ambientales que pueden ocasionar las acciones. A manera de ejemplo, consideremos la categoría B.1 (B: Componentes biológicos y 1. Flora), y la categoría D. (Relaciones ecológicas).

Categoría	Descripción
B. Condiciones biológicas	
1. Flora	<ul style="list-style-type: none"> a. Árboles b. Arbustos c. Herbáceas d. Cultivos e. Microflora f. Plantas acuáticas g. Especies en peligro h. Barreras i. Corredores
2. Fauna	<ul style="list-style-type: none"> a. Aves b. Animales terrestres c. Peces y crustáceos d. Organismos bénticos e. Insectos f. Micro fauna g. Especies en peligro
D. Relaciones ecológicas	
	<ul style="list-style-type: none"> a. Salinización de recursos hídricos b. Eutrofización c. Insectos vectores de enfermedades d. Cadenas tróficas e. Salinización de materiales superficiales f. Invasiones de maleza g. Otros

ACCIONES			CONSTRUCCIÓN AMPLIACIÓN						OPERACIÓN							
			MOVIMIENTO DE SUELOS	MOVIMIENTO VEHICULAR	ARMADO DE LA PLANTA	USO AGUA	CONSTRUCCIÓN ACCESOS Y ZONAS EXTERIORES	MOVIMIENTO VEHICULAR	CARGA Y DESCARGA	OPERACIÓN PLANTA	SERVICIOS AUXILIARES	GENERACION DE ENVASES VACÍOS	MOVIMIENTO Y USO DE SOLVENTES	LIMPIEZA DE TACHOS Y MÁQUINAS		
MEDIO RECEPTOR																
MEDIO NATURAL	AIRE	CALI D. DE AIRE	GASES	---	TR	TR	--	--	TR	TR	PR	PR	--	--	--	
			MATERIAL PARTICUL.	TR	TR	TR	--	PI	TR	TR	PR	PR	PR	--	--	--
			RUIDO	TR	TR	TR	--	TR	TR	TR	PR	PR	--	--	--	--
			MICROCLIMA	PI	--	--	TR	PI	--	--	--	--	--	--	--	--
		RELIEVE	TOPOGRAF.	PI	TR	TR	--	PI	TR	--	--	--	--	--	--	--
		SUELOS	CALIDAD	PI	TR	TR	--	PI	TR	--	--	--	--	--	--	--
		RECURSOS HIDRICOS	SUPERFICIALES	CALIDAD	--	--	--	--	--	--	PR	--	--	--	--	--
			CANTIDAD	--	--	--	--	--	--	PR	--	--	--	--	--	--
			DRENAJE	PI	--	--	--	PI	--	PR	--	--	--	--	--	--
		SUBTERRAN.	CALIDAD	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	PR	--
			CANTIDAD	--	--	--	PR	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		VEGETACIÓN	TERRESTRE	PI	--	PR	--	PI	--	--	--	--	--	--	--	--
		FAUNA	TERRESTRE	--	TR	PR	--	--	TR	--	--	--	--	--	--	--
		ECOSISTEMAS	TERRESTRE	PI	TR	PR	--	--	TR	--	--	--	--	--	--	--
		PAISAJE	LOCAL	PI	TR	PR	--	PR	TR	mPR	PR	PR	PR	--	--	--
		PATRIMONIO NATURAL	CONSERVACION	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
MEDIO SOCIOECONÓMICO	POBLACIÓN			TR	TR	TR	--	--	TR	PR	PR	PR	--	--	--	
	PATRIMONIO CULTURAL			--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACTIVIDADES Y USO DEL SUELO			TR	--	--	--	TR	--	PR	--	--	PR	--	--	--
	SECTORES ECONOMICOS	PRIMARIO		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		SECUNDARIO		PR	--	--	--	--	--	--	PR	PR	PR	--	--	--
		TERCIARIO		--	TR	TR	--	--	TR	--	PR	PR	--	--	--	--
INFRAESTRUCTURA			PR	--	PR	--	--	--	PR	PI	PRI	--	--	--	--	
TRANSITO Y TRANSPORTE			PR	TR	PR	--	PI	TR	PR	PR	PR	PR	--	--	--	

Ejemplo de matriz para una pequeña planta industrial de pinturas. Fuente: *Bengoa, G. (2000). En Echechouri y Ferraro (Curso FLACSO).*

Los impactos han sido calificados como permanente (P), temporáneo (T), reversible (R) e irreversible (I); positivos (en verde) y negativos (en rojo).

El ejemplo de matriz para una planta industrial muestra que es posible seleccionar, en razón de las características y magnitud de la actividad evaluada, los criterios a ser aplicados (de calidad ambiental, de intensidad, de extensión, de temporalidad, de persistencia, de recuperación o reversibilidad, de la relación de causalidad, de interacción).

La matriz de Leopold, tal como ha sido presentada, es un método que puede ser aplicado en forma expeditiva, es de bajo costo y permite identificar los posibles impactos a partir de una visión del conjunto de las interacciones posibles. Además, estas

matrices son de utilidad para la comunicación de los impactos detectados. En contrapartida, la metodología no evita la subjetividad en referencia a la cuantificación de los impactos, no permite visualizar las interacciones ni los impactos de un factor afectado sobre otros factores.

En términos generales, es posible aplicar la matriz de Leopold (Villadrich Morera y Tomasisni (1994) procediendo de la siguiente manera:

1. Se identifican las acciones que integran el proyecto (columnas) y se busca aquellas interacciones con los componentes o factores del medio (filas) sobre los que pueda producirse un impacto.
2. Los impactos (positivos o negativos) serán identificados con una diagonal.
3. En cada casilla con diagonal (interacciones) se indica la magnitud (M) valorada de 1 a 10, y la extensión (E) también valorada de 1 a 10. Los valores serán precedidos de los signos “+” o “-” según corresponda. La presentación de los valores será: **M/E**

Como consecuencia la matriz se representa de la siguiente manera:

Factores	Acciones				
	Acc 1	Acc 2	Acc 3	Acc 4	Acc 5
Fac 1	1 / 5				
Fac				7 / -3	
		-3 / 1			
Totales positivos					
Totales negativos					

2.2.1. Clasificación y valoración de los impactos

La evaluación de los impactos ambientales consiste en la identificación, previsión, interpretación y medición de las consecuencias ambientales de los proyectos. La evaluación de los impactos debe realizarse en el marco de procedimientos adecuados que, en forma concurrente, permitan identificar las acciones y el medio a ser impactado, establecer las posibles alteraciones y valorar las mismas. Esta última etapa está encaminada a llegar a expresar los impactos en forma cuantitativa y, cuando ello no es posible, cualitativamente.

La manifestación del efecto de las actividades humanas sobre el ambiente de ser caracterizada a través de la importancia del impacto. De acuerdo con Conesa Fernández Vítora (1997), la importancia del impacto se mide “en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo tales como extensión, tipo de efecto plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad”.

Atributos de los impactos^{4,5}.

1. **Carácter del impacto o Naturaleza.** Los impactos pueden ser beneficiosos o perjudiciales. Los primeros son caracterizados por el signo positivo, los segundos se los expresan como negativos.
2. **Efecto.** El impacto de una acción sobre el medio puede ser “directo” -es decir impactar en forma directa-, o “indirecto” -es decir se produce como consecuencia del efecto primario el que, por tanto, devendría en causal de segundo orden.

A los efectos de la ponderación del valor se considera⁶:

- Efecto secundario.....1
- Efecto directo.....4

3. **Magnitud/Intensidad.** Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.

Para ponderar la magnitud, se considera:

- Baja.....1
- Media baja.....2
- Media alta.....3
- Alta.....4
- Muy alta.....8

⁴ Fuente: Conesa Fernández Vítora (1997); Viladrich y Tomasini, 1999.

⁵ Viladrich y Tomasini (1999) Consideran la inclusión de un parámetro de certidumbre.

⁶ Se consideran los valores expuestos en la primera de las fuentes consignadas anteriormente.

➤ Total.....12

- 4. Extensión.** A veces la incidencia del impacto está circunscrita; en otros casos se extiende disminuyendo sus efectos (contaminación atmosférica e hídrica) hasta que los mismos no son medibles. En algunos casos sus efectos pueden manifestarse más allá del área del proyecto y de la zona de localización del mismo. Por caso, los efectos secundarios sobre la atmósfera (CO₂ y su incidencia en el Efecto invernadero) y los efectos de degradación de humedales o de contaminación de cultivos (disminución de áreas reproductivas o de alimentación de aves migratorias y la mortandad directa de las aves, y sus efectos en sistemas ecológicos de otros países).

El impacto puede ser localizado (puntual) o extenderse en todo el entorno del proyecto o actividad (se lo considera total).

La extensión se valora de la siguiente manera:

- Impacto Puntual.....1
- Impacto parcial2
- Impacto extenso.....4
- Impacto total.....8

Existen otras consideraciones que deben efectuarse en el momento de valorar la extensión. En efecto, debe considerarse que la extensión se refiere a la zona de influencia de los efectos. Si el lugar del impacto puede ser considerado un “lugar crítico” (alteración del paisaje en zona valorada por su valor escénico, o vertido aguas arriba de una toma de agua), al valor obtenido se le adicionan cuatro (4) unidades. Si en el caso de un impacto “crítico” no se puede realizar medidas correctoras, se deberá cambiar la ubicación de la actividad que, en el marco del proyecto, da lugar al efecto considerado.

- 5. Momento.** Se refiere al tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto. Para poder evaluar los impactos diferidos en el tiempo se necesita de modelos o de experiencia previa. Por ejemplo, en el caso de los procesos de eutrofización de los cuerpos de agua, es posible disponer de modelos.

La predicción del momento de aparición del impacto, será mejor cuanto menor sea el plazo de aparición del efecto. Además, la predicción es importante en razón de las medidas de corrección de los impactos que deban realizarse.

El momento se valora de la siguiente manera:

- Inmediato.....4
- Corto plazo (menos de un año).....4
- Mediano plazo (1 a 5 años).....2
- Largo plazo (más de 5 años).....1

Si el momento de aparición del impacto fuera crítico se debe adicionar cuatro (4) unidades a las correspondientes.

6. Persistencia⁷. Se refiere al tiempo que el efecto se manifiesta hasta que se retorne a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras. Un efecto considerado permanente puede ser reversible cuando finaliza la acción causal (caso de vertidos de contaminantes) o irreversible (caso de afectar el valor escénico en zonas de importancia turística o urbanas a través de la alteración de geoformas o por la tala de un bosque). En otros casos los efectos pueden ser temporales.

Los impactos se valoran de la siguiente manera:

- Fugaz.....1
- Temporal (entre 1 y 10 años).....2
- Permanente (duración mayor a 10 años).....4

7. Reversibilidad. La persistencia y la reversibilidad son independientes. Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación realizada en forma natural después de que la acción ha finalizado. Cuando un efecto es reversible, después de transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornará a la condición inicial.

Se asignan, a la Reversibilidad, los siguientes valores:

- Corto plazo (menos de un año).....1
- Mediano plazo (1 a 5 años).....2
- Irreversible (más de 10 años).....4

8. Recuperabilidad. Mide la posibilidad de recuperar (total o parcialmente) las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras.

La Recuperabilidad se valora de la siguiente manera:

- Si la recuperación puede ser total e inmediata.....1
- Si la recuperación puede ser total a mediano plazo....2
- Si la recuperación puede ser parcial (mitigación).....4
- Si es irrecuperable.....8

9. Sinergia. Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos, es decir a cuando los efectos actúan en forma independiente.

Se le otorga los siguientes valores:

- Si la acción no es sinérgica sobre un factor...1
- Si presenta un sinergismo moderado.....2

⁷ Algunos autores (Viladrich y Tomasini, 1999) proponen la posibilidad de considerar en forma conjunta la Persistencia y la Reversibilidad.

- Si es altamente sinérgico.....4

Si en lugar de “sinergismo” se produce “debilitamiento”, el valor considerado se presenta como negativo.

10. Acumulación. Se refiere al aumento del efecto cuando persiste la causa (efecto de las sustancias tóxicas).

La asignación de valores se efectúa considerando:

- No existen efectos acumulativos.....1
- Existen efectos acumulativos.....4

11. Periodicidad. Este atributo hace referencia al ritmo de aparición del impacto.

Se le asigna los siguientes valores:

- Si los efectos son continuos.....4
- Si los efectos son periódicos.....2
- Si son discontinuos.....1

12. Importancia del Impacto

Conesa Fernández Vítora expresan la “importancia del impacto” a través de:

$$I = \pm(3 \text{ Importancia} + 2 \text{ Extensión} + \text{Momento} + \text{Persistencia} + \text{Reversibilidad} + \text{Sinergismo} + \text{Acumulación} + \text{Efecto} + \text{Periodicidad} + \text{Recuperabilidad})$$

Los valores de Importancia del Impacto varían entre 13 y 100. Se los clasifica como:

- **Irrelevantes (o compatibles)** cuando presentan valores menores a 25.
- **Moderados** cuando presentan valores entre 25 y 50.
- **Severos** cuando presentan valores entre 50 y 75.
- **Críticos** cuando su valor es mayor de 75.

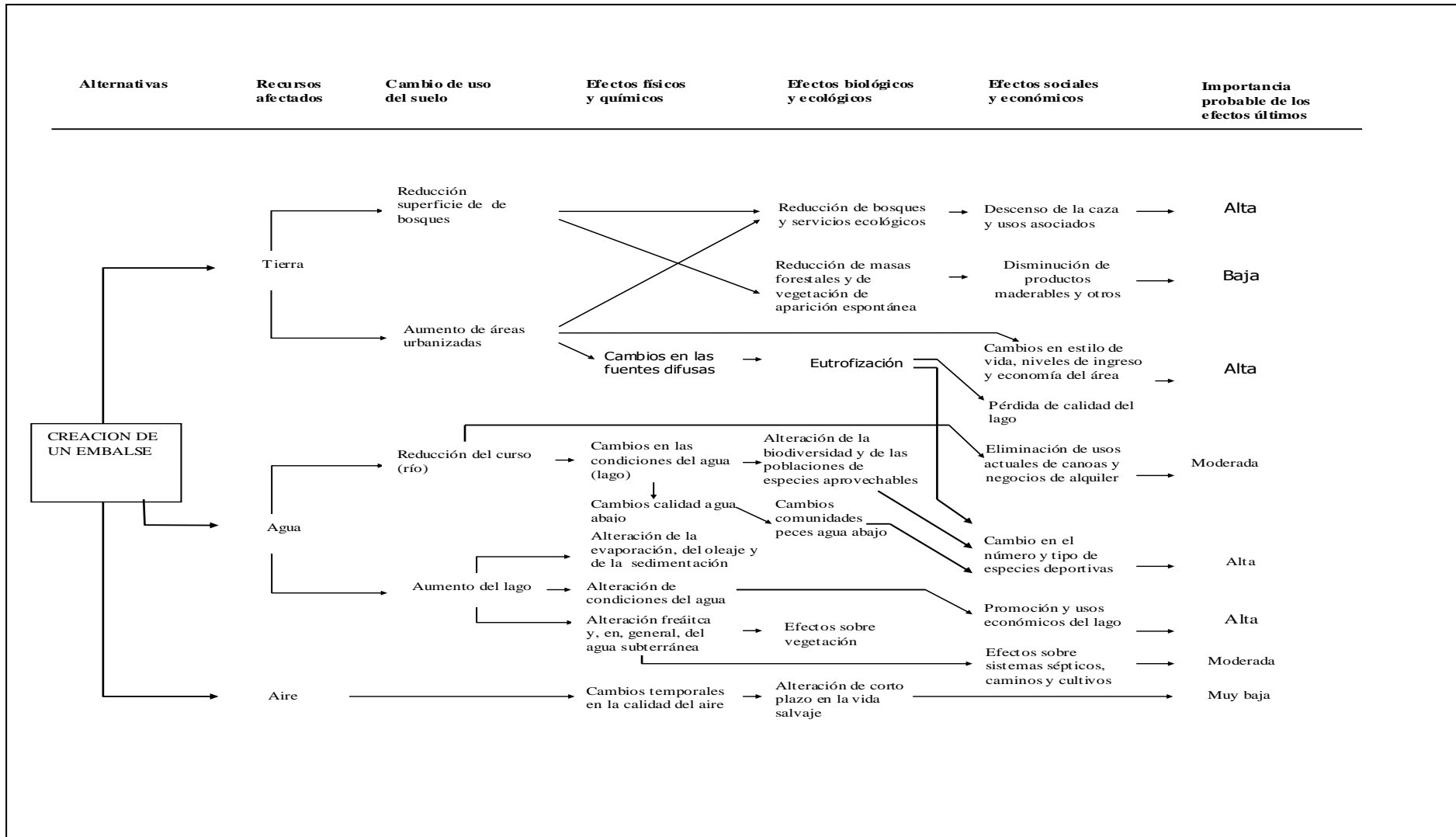
2.3. Diagrama de redes

Los diagramas de redes se fundamentan en analizar e integrar las causas de los efectos sobre el ambiente y los factores impactados por ellos; considerados en forma sucesiva los efectos primarios, secundarios y terciarios. Si bien, la información que presentan es mínima (Canter, 2000), son de utilidad a la hora de organizar e iniciar el trabajo en equipos interdisciplinarios y, además, de identificar los impactos de los proyectos y las relaciones causales entre acciones e impactos.

Los diagramas pueden ser realizados en forma genérica para cada tipo de actividad (construcción de represas, cambio de uso de la tierra, vías de comunicación, otros). En este caso, orientan al equipo de trabajo sobre las relaciones causa-efecto sobre las cuales deben poner atención o considerar en forma prioritaria. El equipo evaluador podrá

modificar el diagrama, adaptándolo a las condiciones particulares (naturales, sociales, económicas) de localización del proyecto y a sus interacciones. Esta actividad, implica ampliar y precisar el conocimiento de las relaciones de causa-efecto, y permite consolidar el equipo evaluador y reconocer, analizar e integrar las visiones conceptuales y disciplinarias de sus miembros. Los diagramas, también, pueden ser elaborados desde sus inicios por el equipo evaluador.

Como ejemplo se presenta un diagrama en el cual se analizan, en forma sistemática y sucesiva, los siguientes aspectos: i. la alternativa del proyecto, ii. los recursos afectados y el cambio de uso del suelo, iii. los efectos sobre el medio natural (físicos y químicos, y biológicos y ecológicos) y socio económico, y iv. la ponderación de la importancia probable de los efectos últimos. El diagrama presentado está orientado a la construcción de represas. Se debe considerar, que en casos particulares deberían, también, realizarse otras consideraciones. Por ejemplo, en el caso de que el río tenga importancia en aspectos culturales o que la construcción de la represa afecte la forma de vida de la sociedad local.



2.4. Sistema de Battelle

Es una metodología de evaluación basada en la consideración de indicadores⁸ de impacto. El sistema se basa en la identificación de parámetros representativos de la situación ambiental y que permiten valorar los cambios que se producen como consecuencia de la evolución propia del sistema ambiental o de los efectos, sobre el entorno, de las actividades humanas. La metodología emplea un índice que, expresado en unidades de impacto ambiental, debe permitir caracterizar el impacto global del proyecto. El índice empleado proviene de la valoración de los indicadores medidos empleando, para todos ellos, una escala numérica conmensurable, es decir, que hace posible su adición de manera a la obtención de un valor integrador de los efectos ambientales del proyecto.

El sistema original identifica cuatro (4) categorías ambientales, 18 componentes y 78 parámetros. Los niveles de información requerida para el desarrollo del sistema aumentan desde categoría a componente y desde este a parámetro.

Las categorías consideradas son las siguientes:

ECOLOGÍA

CONTAMINACIÓN

ASPECTOS ESTÉTICOS

ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO

⁸ Se consideran “indicadores” a las medidas de los factores ambientales o de especies biológicas. Un factor indicador se selecciona por la importancia del efecto que mide ya sea por que afecta en forma directa la calidad ambiental y los efectos sobre la salud de las personas, y sociales y económicos, o porque aporta a la aparición de otros efectos negativos. Por su parte, un indicador biológico (vegetal o animal) es seleccionado en razón de la sensibilidad o la tolerancia a situaciones ambientales de estrés o de contaminación. Los “indicadores” son de fundamental importancia en la gestión ambiental; se utilizan para la evaluación de la situación ambiental de un sitio, el establecimiento de líneas de base ambiental, el seguimiento de la evolución ambiental y el de los efectos de las actividades humanas.

Entre los indicadores ambientales orientados a valorar el medio físico y biológico, podemos mencionar: emisiones de diferentes gases o agrupando gases causales de diferentes efectos como el caso de los GEIs, volumen de residuos producidos (municipales, industriales, peligrosos), especies en diferentes categorías de amenaza, otros. Entre los indicadores del medio social y económico, deben citarse: uso de energía, producción industrial, crecimiento de la población, ocurrencia de enfermedades relacionadas con factores ambientales, otros.

Los “índices” se establecen en base a diferentes “indicadores”, es decir combinando, en forma más o menos compleja, distintos factores que aportan a la calidad ambiental. Son importantes en el momento de definir, en forma integral, la situación o la evolución ambiental. En contrapartida, si no se lo uso empleando individualmente, también, los indicadores que los constituyen, pueden servir a enmascarar situaciones, máxime en aquellos casos que uno de los factores cuyo indicador se emplea, pueda producir efectos sinérgicos en otros indicadores. El seguimiento de un determinado índice puede enmascarar el cambio de la tendencia de un indicador el que por si solo puede ser importante al momento de prever el futuro posible, o probable, del sistema considerado.

Por su parte, los 18 componentes ambientales, son los siguientes:

- Especies y poblaciones
- Hábitat y comunidades
- Ecosistemas
- Contaminación del agua
- Contaminación atmosférica
- Contaminación de suelos
- Ruido
- Suelo
- Aire
- Agua
- Biota
- Objetos artesanales
- Composición
- Valores educacionales y científicos
- Valores históricos
- Cultura
- Sensaciones
- Estilos de vida

Los parámetros deben ser adecuados. Y los serán en la medida que sean representativos de la calidad ambiental del entorno en el cual se realizan las mediciones, que sean identificables y medibles, y que respondan a las necesidades de predicción, interpretación y evaluación del proyecto. Los responsables del EsIA deberán seleccionar dichos parámetros en razón de los conocimientos del medio, de las características e impactos del proyecto, de los conocimientos disponibles sobre el particular y de su propia experiencia.

Para su empleo en el sistema, los resultados obtenidos de cada parámetro -medidos en unidades propias a cada uno de ellos y, por tanto, heterogéneas en función del conjunto- deben ser transformados en unidades conmensurables -abstractas-, por caso en “Unidades de Impacto Ambiental”. Para ello se transforman los datos en su equivalencia de índice de impacto ambiental. Posteriormente los índices son ponderados en razón de su importancia en el marco ambiental del entorno.

Transformación de los parámetros en índices de calidad ambiental. El valor medido de un parámetro varía siendo posible determinar su valor -o nivel- “óptimo” y el “pésimo”. Entre ambos niveles se producen los valores intermedios representativos de la

calidad del ambiente considerado. La relación entre los valores medidos y el índice de calidad ambiental se realiza a través de una función de transformación la que deriva del conocimiento de cada factor y de sus efectos. En general, la función de transformación puede presentarse como:

$$CA_j = f(M_j)$$

Donde CA, es el índice de calidad ambiental de un parámetro y M_j es la magnitud del impacto ocasionado.

El índice CA se expresa, por convención, entre 0 y 1, siendo 0 la situación de peor calidad ambiental del parámetro considerado y 1 el nivel que pueda ser considerado óptimo.

De acuerdo con Conesa Fernández Vítora deben considerarse nueve (9) formas básicas de las funciones de transformación, cada una de las cuales puede, además, la forma directa -aumenta la calidad ambiental cuando crece el valor medible del factor. En la Fig. adjunta se presentan -en su forma directa- algunas de las funciones básicas de transformación.

En la Fig. siguiente se presentan ejemplos de funciones de transformación (Fuente: Canter, 2000, citando un trabajo realizado, en 1970, por la Fundación de Sanidad Nacional de los EE.UU). Los índices que se presentan fueron preparados por un panel de expertos para su inclusión en un índice general de calidad de agua, y están referidos a valores entre 0 y 100. Pueden considerarse orientativos de la materia aquí desarrollada. La zona gris entre las líneas de puntos incluye la totalidad de las respuestas obtenidas del panel; la línea llena representa la “curva media” obtenida de promediar las respuestas obtenidas.

El desarrollo de los índices requiere, como se ha visto en el caso anterior de la participación de un panel de expertos, quienes, además, deben estar familiarizados con el entorno (biótico y abiótico), social y económico del proyecto. Como apunta Conesa Fernández Vítora (1997) la función de transformación puede ser diferente para diferentes entornos.

Ponderación de parámetros. Los parámetros empleados contribuyen en forma diferente a representar la calidad ambiental de un sitio. Por lo tanto es importante otorgar a cada parámetro un peso o índice ponderal (UIP), el que se expresa en “unidades de importancia”. En el sistema Batetelle se indican las UIP para cada parámetro.

La expresión de la unidad de impacto ambiental (UIA) de cada parámetro es:

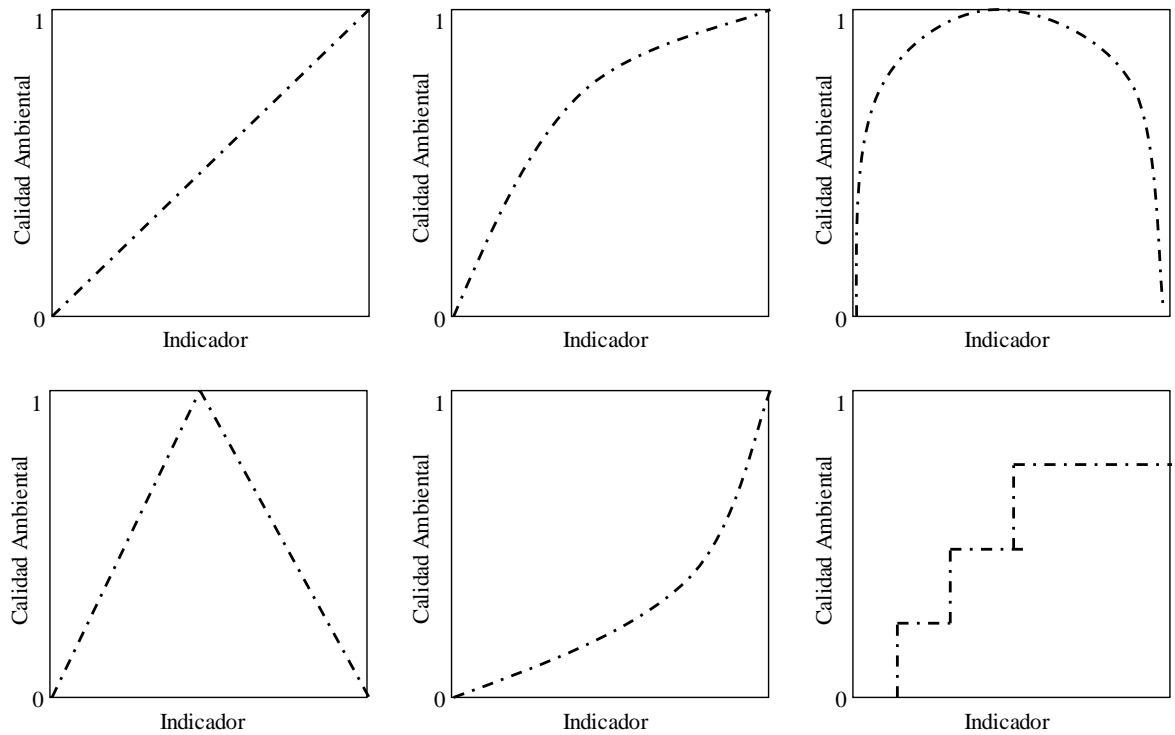
$$UIA = CA \times UIP$$

Finalmente, la evaluación final se realiza considerando cada parámetro en situación de sin proyecto y con proyecto, a saber:

$$UIA \text{ por proyecto} = UIA \text{ con proyecto} - UIA \text{ sin proyecto}$$

Como las UIA son conmensurables, la evaluación final del impacto ambiental podrá ser obtenida sumando las UIA de cada parámetro.

El sistema emplea, además, banderas rojas para destacar, aun cuando el impacto global sea admisible, situaciones críticas.



Formas básicas de las funciones de transformación (no se consideran las formas de aumento de la calidad ambiental cuando el indicador disminuye).
Fuente Conesa Fernández Vítora. 1997.