

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

<b>Campo</b>	<b>Oficina</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Cámara Digital</li><li>● Cámara Fotográfica</li><li>● Cinta de Marcaje</li><li>● Decibelímetro</li><li>● Frascos Winkler</li><li>● Fundas para basura</li><li>● GPS</li><li>● Libreta de campo</li><li>● Marcadores permanentes</li><li>● Rollos Fotográficos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Caja de CDs</li><li>● Caja de Disquetes</li><li>● Carta Topográfica</li><li>● Computador</li><li>● Impresora</li><li>● Material de oficina</li></ul>

### **3.2. Metodología**

(ESPOL, Diplomado en Manejo Ambiental, Módulo 9, Evaluación de Impacto Ambiental, 2000)

Para la identificación de los efectos ambientales y calificación de los impactos ambientales, se empleó la información proporcionada por el I.M.I., y la empresa FONSALECI. Se aplicaron dos metodologías.

#### **3.2.1. Matriz de Leopold**

Esta matriz, elaborada por Leopold y otros en 1971 para el Servicio Geológico de los EE.UU., fue la primera en este campo y ha sido ampliamente utilizada.

Las matrices causa – efecto son sobre todo métodos de identificación y valoración que pueden ser ajustados a las distintas fases del proyecto, arrojando resultados cuali – cuantitativos, realizando un análisis de las relaciones de causalidad entre una acción dada y sus posibles efectos en el medio.

Estos sistemas son de gran utilidad para valorar cuali – cuantitativamente varias alternativas de un mismo proyecto: por ejemplo para determinar la incidencia ambiental de un mismo proyecto en diferentes localizaciones o con diversas medidas de corrección.

Abarca dos extensas listas de revisión, una de factores ambientales (componentes ambientales) que pueden ser afectados por cualquier tipo de proyecto o acción humana, y otra de acciones, elementos de proyectos y actuaciones en general que pueden producir impacto. A estas últimas para simplificar, se les denomina acciones del proyecto.

La base del sistema, es una matriz en que las entradas según columnas contienen las acciones del hombre que pueden alterar el ambiente y las entradas según filas son características del medio (o factores ambientales) que pueden ser alteradas. Con las entradas en filas y columnas se pueden definir las relaciones existentes. Como el número de acciones que figuran en la matriz son cien, y ochenta y ocho el de efectos ambientales que se proponen con este método, resultan ocho mil ochocientas interacciones posibles, de las cuales afortunadamente, sólo son pocas de interés especial.

Por otro lado, es necesario recordar que no todas las acciones se aplican en todos los proyectos, y que no todos los factores ambientales afectables potencialmente son realmente susceptibles de ser modificados, con lo que la matriz de interacciones también, al punto de permitir que la información que de esta matriz se obtenga sea manejable. Además, de acuerdo a las características propias del proyecto podrán agregarse otras acciones y factores que no estén contenidos en las listas de verificación sugeridas por el método. Los factores ambientales se consideran agrupados en las siguientes categorías:

I Características físico – químicas

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

II Condiciones biológicas

1. Flora
2. Fauna

III Factores culturales

1. Uso del territorio
2. Recreativos
3. Estéticos y de interés humano

IV Relaciones ecológicas

Los proyectos y sus elementos se agrupan en las siguientes categorías:

- I      Modificaciones del régimen
- II     Transformación del Territorio
- III    Extracción de recursos
- IV     Procesos
- V      Alteración del Terreno
- VI     Recursos Renovables
- VII    Cambios en tráfico
- VII    Situación y tratamiento de residuos
- IX     Tratamiento químico
- X      Accidentes

Esta matriz proporciona la relación entre causa – efecto de proyecto – y el factor ambiental sobre el que ésta actúa produciendo un efecto. Por ello, a veces (Estaban, 1977) se lo denomina como causa – efecto.

El algoritmo para utilizar la matriz de Leopold es el siguiente:

1. Delimitar el área a evaluar.
2. Delimitar las acciones que ejercerá el proyecto sobre el área (del paso 1)
3. Determinar para cada acción (del paso 2), qué elemento(s) se afecta(n). Esto se logra mediante el rayado correspondiente a la cuadrícula de interacción.
4. Determinar la importancia de cada elemento (del paso3) en una escala de 1 a 10.

5. Determinar la magnitud de cada acción de (del paso 2) sobre cada elemento de (del paso 3), en una escala de 1 a 10.
6. Determinar si la magnitud de (del paso 5) es positiva o negativa.
7. Determinar cuántas acciones del proyecto afectan al ambiente, desglosándolas en positivas y negativas.
8. Agregación de los resultados para las acciones (del paso 7).
9. Determinar cuántos elementos del ambiente son afectados por el proyecto, desglosándolos en positivos y negativos.
10. Agregación de los resultados para los elementos del ambiente (del paso 9).

### **3.2.1.1. Evaluación de los impactos**

Para la identificación y evaluación de los impactos se elaboró una “Matriz de Identificación de Impactos” donde están representadas las interacciones entre actividades y elementos ambientales. A partir de ésta fue posible determinar los elementos del medio ambiente más afectados y las actividades de mayor incidencia sobre el medio.

Se incluyen fichas descriptivas de los impactos identificados para cada fase de operación de la recuperación de Yahuarcocha, las cuales contienen los siguientes aspectos necesarios para su calificación:

#### **3.2.1.1.1. Modelo de fichas utilizadas (Anexo 1: Ejemplo Ficha)**

En la ficha se detalla lo siguiente:

- **Área de influencia**

Se refiere a la extensión o alcance previsible de la alteración. Se indica la localización geográfica aproximada (vereda, cuenca o cauce). Puede ser:

**Puntual:** El efecto se produce sobre un entorno reducido, fácilmente delimitable e inmediato al sitio del proyecto, alrededor de 100m aproximadamente.

**Local:** La afectación directa o por diseminación, se produce sobre zonas de extensión apreciable, a lo ancho del municipio, y,

**Regional:** Trasciende los municipios del área de obras del proyecto, involucra otros municipios o ecosistemas complejos.

- **Dimensionamiento**

Describe la variable que permite evaluar de manera precisa el efecto (impacto) ambiental causado sobre un elemento del medio ambiente por una o varias actividades. Se define el Indicador más adecuado para dimensionar el impacto (efecto) de manera que pueda ser cuantificable (medible) por evaluación directa o indirecta. Se define adicionalmente la variable que permite darle una magnitud al indicador seleccionado (es el aspecto o dimensión medible).

- **Parámetros de inferencia**

Para aquellos impactos que no tienen un indicador directo de medición, se busca un parámetro que permita inferir el impacto (efecto) ambiental a partir de la medición de otras variables asociadas a dicho impacto y que pueden cuantificarse. Para efectos de esta estimación se selecciona un **indicador** (variable

cuantificable) y se establece su **evaluación** cuantitativa. Por ejemplo, si es posible obtener mediciones de material particulado en el aire puede estimarse la incidencia de este impacto a partir de las áreas expuestas (ha) y la actividad de los equipos de transporte (# de vehículos).

- **Tipo de impacto**

Hace referencia a las características benéficas o dañinas de un efecto y su calificación es de tipo cualitativo.

**Positivo:** Cuando se considera benéfico respecto al estado previo de la acción, y,

**Negativo:** Cuando se considera adverso respecto al estado previo de la acción.

- **Probabilidad de ocurrencia**

Determina la posibilidad de que el impacto ocurra, o no, sobre el componente considerado y se califica en términos de probabilidad:

**Alta:** Con toda seguridad el impacto ocurrirá en un tiempo determinado.

**Media:** Es probable que el impacto ocurra, pero igualmente puede no ocurrir, las probabilidades para ambos casos son similares, y,

**Baja:** Con un nivel alto de probabilidad se puede esperar el impacto no ocurrirá, sin embargo, existe un bajo porcentaje de probabilidad de que el impacto ocurra.

- **Magnitud del efecto**

Hace referencia a la intensidad de una perturbación en el área de influencia que se le asignado. Puede expresarse en términos de área perturbada, de concentración de sustancia contaminante, del número de personas como una proporción del elemento considerado, en cuyo caso se corre el riesgo de que el calificador le asigne cierta carga subjetiva. Se califica como:

**Alta:** Si el evento perturbador transforma radicalmente las características de estado, calidad, cantidad, estabilidad, personalidad del elemento de forma que pierde su funcionalidad y utilidad previas.

**Moderada:** Cuando el evento perturbador genera cambios evidentes en el elemento que pueden causar pérdida temporal de funcionalidad y utilidad previas, y,

**Baja:** Si el evento perturbador genera cambios parciales apenas perceptibles en el elemento.

- **Duración**

Determina la persistencia del efecto en el tiempo, calificándose como a:

**Largo Plazo:** Si el impacto continua durante la vida útil del proyecto (10 años para efectos de análisis)

**Mediano Plazo:** Si no supera el tiempo estimado de ejecución de los trabajos de construcción del proyecto y,

**Corto Plazo:** Si el impacto es menor de un mes.



- **Alternativa de manejo**

Determina el tipo de manejo que se le debe dar al impacto teniendo en cuenta que puede ser de:

**Prevención (P):** Identifican impactos negativos, y se toman para evitar que ellos sucedan a través de la realización de acciones subsidiarias al proyecto no son concebidas para paliar los efectos negativos sino para prevenir su ocurrencia.

**Mitigación (M):** Mediante obras o actividades dirigidas a atenuar y minimizar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el entorno humano y natural mediante acciones subsidiarias.

**Corrección (C):** Mediante obras o actividades encaminadas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado, y

**Compensación (Cp):** Mediante obras o actividades dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones o las localidades por los impactos o efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos o satisfactoriamente mitigados.

Para todos los impactos positivos se establecerá medidas de Estimulación (**E**) para lograr aún más la optimización del proyecto en cuestión.

Adicionalmente, para efectos de la calificación de los impactos se asignó escalas de valores para cada uno de los atributos calificados, de manera que se refleje un orden de importancia, como por ejemplo:

### 3.2.1.1.2. Criterios para la calificación de impactos

Los criterios para la calificación de impactos se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 5:** Criterios para la calificación de impactos

<b>Criterio de Evaluación</b>	<b>Valores</b>	<b>Calificación (Ci)</b>
Área de influencia	Regional	5
	Local	3
	Puntual	1
Probabilidad de Ocurrencia	Alta	5
	Media	3
	Baja	1
Magnitud	Alta	5
	Moderada	3
	Baja	1
Duración	Largo Plazo	5
	Mediano Plazo	3
	Corto Plazo	1
Alternativa de Manejo	Prevenible ( P )	No aplica una calificación
	Mitigable ( M )	No aplica una calificación
	Corregible ( R )	No aplica una calificación
	Compensable ( C )	No aplica una calificación

**Fuente:** Copias de materia E.I.A. impartida por Dr. Nelson Gallo

Los valores obtenidos indican el grado de impacto que ocasionan las diferentes actividades de recuperación de Yahuarcocha. Con el fin de determinar se el impacto es beneficioso o adverso, se utilizaron los signos respectivos.

Las interacciones de las diferentes actividades en el proyecto y los efectos ambientales se resumen en las matrices de la 1 a la 3, y los resultados de la evaluación se presentan en matrices 4 a la 6.

### **3.2.2. Método de Batelle – Columbus**

Para garantizar la veracidad de los resultados de la EIA se aplicó también el Método de Batelle Columbus; este método permite una evaluación sistemática del Impacto Ambiental mediante el empleo de Indicadores Homogéneos. La metodología fue elaborada en el laboratorio del mismo nombre en los EEUU y estaba dirigida a proyectos que planifican el recurso Agua sin embargo puede servir para otros recursos.

La base del sistema es una lista de Indicadores de Impactos con 78 parámetros ambientales que representan una unidad o un aspecto del ambiente que merece consideración por separado, y cuya evaluación es además representativa del impacto ambiental derivado de las acciones o del proyecto en consideración.

Los parámetros a los que se hace referencia, están ordenados en un primer nivel según los 18 “componentes ambientales” que son:

- Especies y poblaciones
- Hábitat y comunidades
- Ecosistemas
- Contaminación del agua
- Contaminación de la atmósfera
- Contaminación del suelo
- Ruido
- Aire
- Agua
- Biota
- Objetos Artesanales
- Composición
- Valores educacionales y científicos
- Valores Históricos
- Cultura
- Sensaciones
- Estilos de vida

Estos 18 componentes ambientales se agrupan a la vez en 4 categorías ambientales:

Ecología

Contaminación

Aspecto Estético

Aspecto de Interés Humano.

Todo esto tiene por objeto establecer los niveles de información progresiva requerida según el siguiente esquema:

Categoría Ambiental → componentes → parámetros → medidas

(Siendo el último nivel de información la evaluación de los parámetros)

Como puede apreciarse, se trata de un sistema jerarquizado con cuatro niveles:

**Tabla 6:** Niveles de información de la matriz de Batelle – Columbus

<b>NIVEL</b>	<b>TIPO DE INFORMACIÓN</b>	<b>DESAGREGACIÓN PROPUESTA</b>
I	General	Categorías Ambientales
II	Intermedia	Componentes Ambientales
III	Específica	Parámetros Ambientales
IV	Muy específica	Medidas Ambientales

**Fuente:** Introducción a la EIA, Páez Zamora JC.

El nivel 3 es la clave del sistema de evaluación. Cada parámetro representa una unidad o un aspecto ambiental significativo que debe considerarse especialmente, y es en este nivel en donde se hace los ajustes respectivos para adaptar esta metodología a proyectos distintos.

La secuencia del método es la siguiente:

1. Establecimiento de una lista de indicadores (parámetros ambientales).
2. Ponderación de indicadores (Unidades de Importancia Ponderal UIP).
3. Predicción de los indicadores en la situación sin proyecto.
4. Predicción de los valores de los indicadores para la situación sin proyecto.
5. Transformación de esos valores en unidades de Calidad Ambiental (Funciones de valor).
6. Suma ponderada de la calidad ambiental en la situación sin proyecto.
7. Suma ponderada de la calidad ambiental en la situación con proyecto.
8. Comparación.

Las unidades de impacto ambiental (UIA) quedan definidas por la siguiente relación:

$$(\mathbf{UIA}) = (\mathbf{CA}) \times (\mathbf{UIP})$$

Donde:

UIA = Unidades de Impacto Ambiental

CA = Calidad Ambiental (índice)

UIP = Unidad de Importancia Ponderal

El impacto total del proyecto no es sino la suma de cada uno de los impactos causados por los distintos componentes ambientales, en sus correspondientes UIA.

Aplicando el sistema establecido a la situación del medio se lleva a cabo el proyecto, se tendrán para cada parámetro unos valores cuya diferencia no hace más que indicar el impacto neto:

$$(\mathbf{UIA}) \text{ con proyecto} - (\mathbf{UIA}) \text{ sin proyecto} = (\mathbf{UIA}) \text{ de todo el proyecto (+ ó -)}$$

La Calidad Ambiental con o sin proyecto es el impacto global del proyecto, deferencia que puede ser:

1. **Positivo**, en cuyo caso la calidad ambiental de la situación del proyecto supera la situación sin proyecto; y, el impacto global es beneficioso.

2. **Negativo**, en cuyo caso ocurre lo contrario al anterior, la calidad ambiental de la situación con proyecto es menor a la situación sin proyecto; y, el impacto es adverso.

La comparación de alternativas puede ser realizada en forma global (proyecto a proyecto) o parcial (de parámetro a parámetro), lo que posibilita aún más la definición de las medidas de mitigación e probables (Páez, 1996).