

PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS



EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS



PRINCIPIOS GENERALES

Existen dos tipos de evaluación en la planeación:

- Uno que se lleva a cabo después de que el plan se ejecuta, los resultados que se pronosticaron se comparan con los resultados verdaderos.

Este procedimiento se le llama evaluación del análisis posterior.

- En el otro tipo de evaluación el planificador compara los valores relativos de las alternativas, a fin de seleccionar el plan.

INTRODUCCIÓN

Son tres los elementos de información que se presuponen en las evaluaciones:

-Un conocimiento de lo que es valioso (los objetivos)

Sólo un objetivo y una alternativa. El que ha de tomar las decisiones, determina si la alternativa deberá ejecutarse.

-Alguna manera de medirlo (las medidas de efectividad)

Varias alternativas y un objetivo. El que toma las decisiones escoje la mejor alternativa. La alternativa de la votación podría complicar esta selección.

-Algunas cosas que medir (las alternativas)

Varios objetivos que no pueden medirse con dinero y varias alternativas. Requiere una evaluación de números múltiples.

¿CUANDO EVALÚA EL PLANIFICADOR?

Aunque la evaluación formal no podría iniciarse hasta que no se hallan formulado todas las alternativas, tiene lugar una evaluación informal durante el proceso de planeación.

¿COMO EVALÚA EL PLANIFICADOR?

La evaluación determina el valor relativo de cada alternativa, a fin de permitir que una sea seleccionada como el plan.

Esta selección de la mejor alternativa puede ser hecha por el planificador, el cliente o ambos.

El planificador es el que ofrece varias alternativas al que toma las decisiones, quien hace la selección.

TEORÍA DE LA EVALUACIÓN

La evaluación es la búsqueda de las ventajas comparativas de las alternativas en un intento por hallar la que se ajusta mejor.

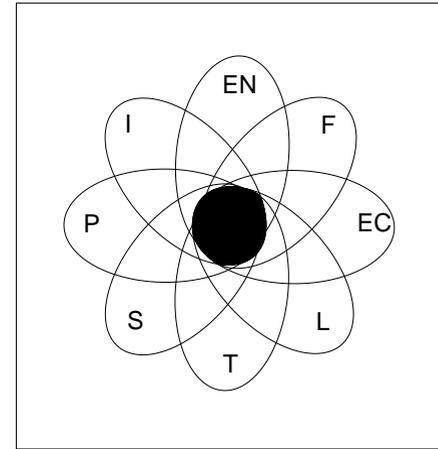
El criterio de ajuste se conoce como la **medida de la efectividad**.

La evaluación es un proceso de dos etapas:

-define la región factible, al considerar todas las restricciones

-Halla la mejor alternativa dentro de dicha región factible

Las alternativas que quedan fuera de la intersección no son factibles.



U= el universo de todas las alternativas posibles

EN= el conjunto de las alternativas ambientalmente factibles

F= el conjunto de las alternativas financieramente factibles

EC= el conjunto de las alternativas económicamente factibles

L= el conjunto de las alternativas legalmente factibles

T= el conjunto de las alternativas técnicamente factibles

S= el conjunto de las alternativas socialmente factibles

P= el conjunto de las alternativas políticamente factibles

I= el conjunto de las alternativas institucionalmente factibles

CONJUNTO DE ALTERNATIVAS FACTIBLES

OPTIMIZACIÓN DE OBJETIVOS MÚLTIPLES

Este estudio presupone un conocimiento de la programación lineal. Dos conceptos son importantes: **el conjunto no inferior y la mejor solución del compromiso.**

La ventaja de definir al conjunto no inferior consiste en la garantía que se tiene de que un plan seleccionado de este conjunto no será peor de ninguna manera que las otras alternativas.

La optimización de objetivos múltiples se puede describir como:

$$\text{Max } Z(x) = Z_1(x)_1, Z_2(x)_2, \dots, Z_p(x)_p$$

$$g_i(x) \leq 0 \quad i=1, 2, \dots, m$$

Sujeto a: $x \geq 0$

Donde $Z(x)$ es una función objetivo de dimensión p ; \underline{x} es un vector de n dimensiones de las variables de decisión

y $g_i(x)$ representa las relaciones que definen al conjunto de restricciones.

Clasificación de las técnicas de solución de objetivos múltiples.

1-TÉCNICAS GENERADORAS

A-método ponderativo

B-método de restricciones

C-deducción de una relación funcional para el conjunto no inferior.

D-búsqueda adaptativa.

2-TECNICAS QUE SE APOYAN EN LA ARTICULACIÓN PREVIA DE LAS PREFERENCIAS

A-programación de la metas

B-evaluación de las funciones de utilidad

C-estimación de los pesos óptimos

D-método electre

E-método de intercambio de valores substitutos

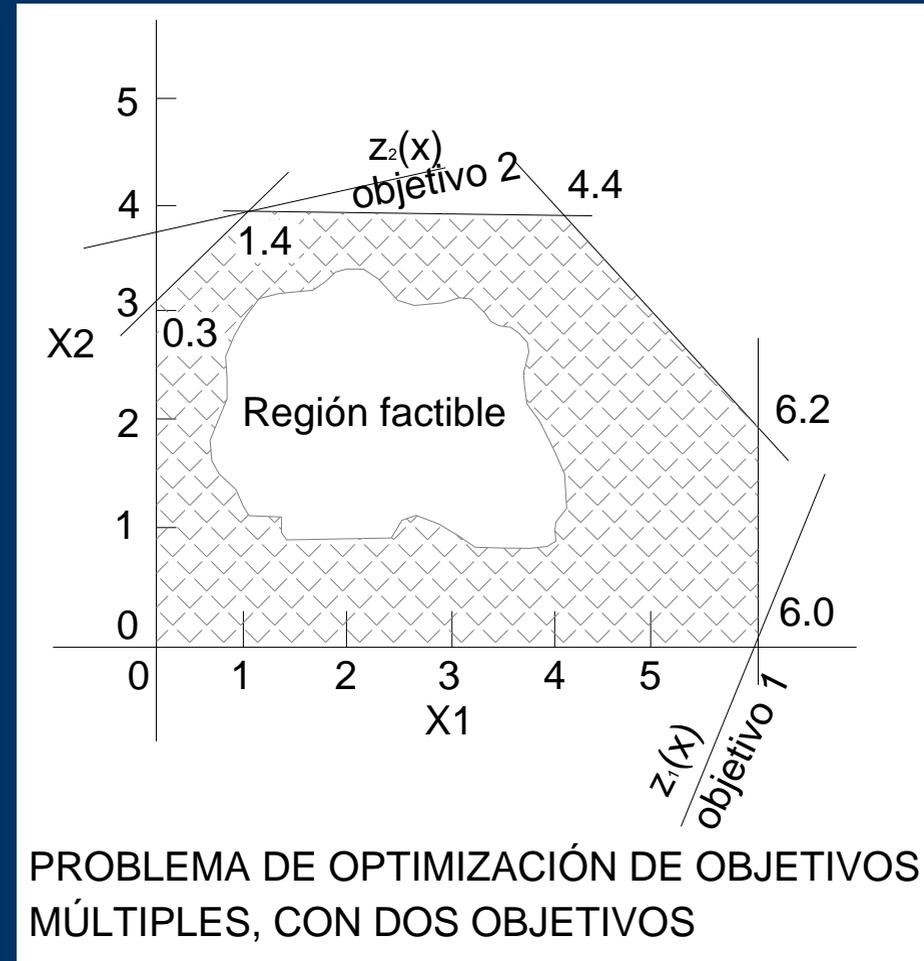
3-TÉCNICAS QUE SE APOYAN EN LA ARTICULACIÓN PROGRESIVA DE LAS PREFERENCIAS

A-método por etapas

B-método de ponderación por aprox sucesivas

C-resolución secuencial de los problemas de

Objetivos múltiples.



MÉTODO DE INTERCAMBIO DE VALORES SUBSTITUTOS

Se encuentra dentro de las **técnicas populares de articulación previa**, representado por Haimes, Hall y Freedman.

La ventaja de la técnica estriba en el hecho de que se tiene en cuenta la diferencia en la utilidad marginal, al comparar la cantidad de beneficios intercambiados.

Esta diseñado para resolver problemas de programación lineal de objetivos múltiples. Se mantiene a un objetivo como la función objetivo y los otros se convierten en restricciones, cada restricción función objetivo se libera una a la vez, mediante un ϵ arbitrario.

Las variables duales de cada solución dan los intercambios entre la función objetivo y la restricción-función objetivo.

EL METODO DE LA RESTRICCIÓN ϵ

Se hallan primero por separado las soluciones óptimas correspondientes a cada una de las funciones objetivo.

Luego se elige una de ellas como la función Z_1 y otra como la restricción Z_2 ,

se hallan Z_1 para Z_2^* , $Z_1[Z_2^*(x)]$

se divide la diferencia $Z_1^* - Z_1[Z_2^*(x)]$ en unos diez intervalos.

Cuando el PL se halla resuelto 10 veces, se libera la restricción en un ϵ hasta que se llegue al valor de Z_1^*

PRÁCTICA DE LA EVALUACIÓN

Principios generales

Se deberán tener presentes cuatro principios fundamentales:

- 1)- Comparar los impactos futuros con la alternativa, con los principios futuros sin la alternativa (o sea, el principio de “con” o “sin”)
 - 2)- Considerar todas las externalidades significativas, o sea todas las ramificaciones de las alternativas fuera del proyecto.
 - 3)- Evaluar las alternativas para obtener una flexibilidad futura. El planificador puede tratar con el riesgo y la incertidumbre siendo el el riesgo el futuro con probabilidades conocidas y la incertidumbre, el futuro con probabilidades desconocidas.
 - 4)- Llevar a cabo análisis de sensibilidad.
-
-

Evaluación económica

La meta aceptada en la mayoría de los proyectos es la de minimizar el bienestar social.

Esta meta no sólo es difícil de cuantificar, sino que es también difícil de definir.

Se puede aproximarla, maximizando los beneficios netos.



Evaluación económica

Modelo de evaluación

Son cuatro las situaciones que requieren evaluación económica, y cuatro los métodos de evaluación:

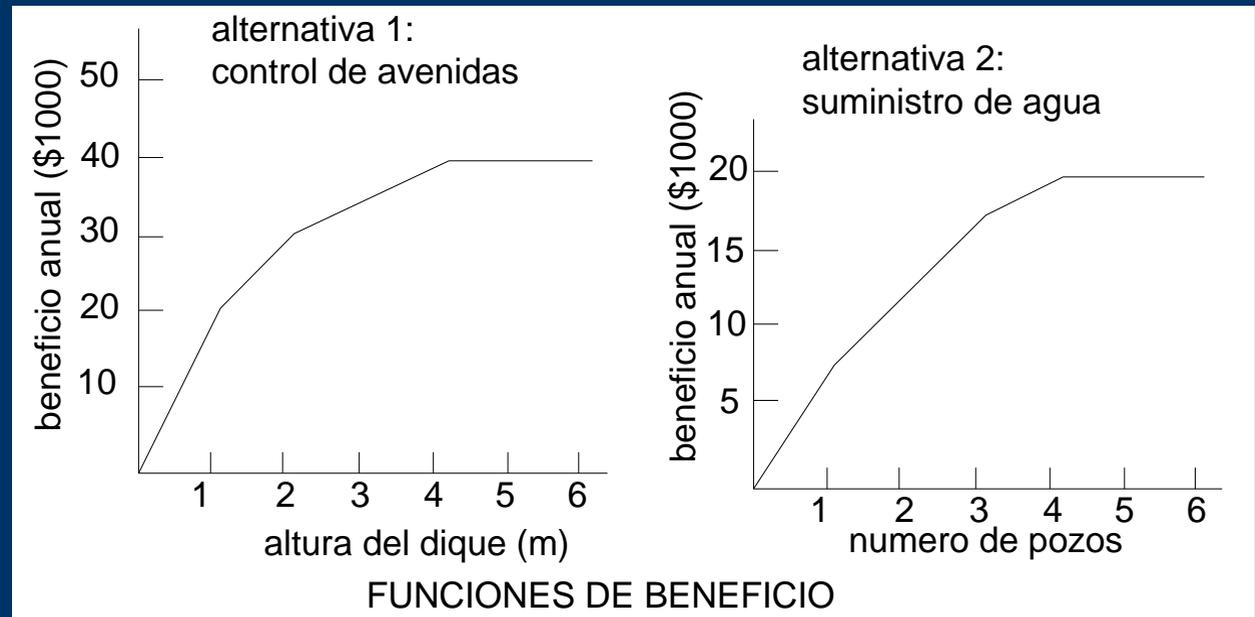
- Valor presente neto: en el cual los beneficios y los costos se comparan en dólares
 - comparación de costos anuales: los beneficios y los costos se comparan en dólares anuales.
 - Tasa de rendimiento: da el interés al cual los beneficios al presente igualan a los costos al presente.
 - Relación beneficio-costo: en el cual los beneficios se dividen por los costos
-
-

Evaluación económica con presupuesto limitado

Se recomienda un estudio de ejecución por sectores (de recursos hidráulicos) el mejor uso del presupuesto limitado de una ciudad pequeña.

Existen dos alternativas, las cuales se puede elaborar de varios tamaños:

- Control de avenidas
- Alternativa del suministro de agua



Solución

Cada ampliación de una alternativa se puede considerar como una alternativa separada. Así, la mejor solución económica es la de emplear el presupuesto disponible en la ampliación por incrementos que tenga el mayor incremento en la relación beneficio-costos.

Desde otra perspectiva, se puede suponer en el método ROR (tasa de rendimiento) que el capital, en el sentido estricto de dicho término constituye la única restricción. En el método de la relación B/C.

Requerimientos de datos:

- El área que se a de considerar
- Los costos y beneficios
- La tasa de descuento
- El período de análisis



Evaluación ambiental

Categorías de los efectos benéficos adversos.
Diferenciamos cuatro categorías ambientales:

- Los espacios abiertos y las áreas verdes, los ríos vírgenes, los lagos, playas, costas, montañas y áreas silvestres
 - Los recursos arqueológicos, históricos, biológicos, y geológicos, etc
 - La calidad del agua, del suelo y de los recursos del aire.
 - Los compromisos irreversibles de los recursos, para usos futuros.
-
-

Método de evaluación

El aspecto más sencillo de la evaluación ambiental es la cuantificación de la cantidad de terreno o millas de río que serán realizados o degradados.

Se sugiere a los planificadores que muestren los impactos y juzguen subjetivamente sus beneficios netos, junto con los otros objetivos.

El planificador comienza con una matriz que contenga todos los elementos mostrados en la figura.

Cada columna representa una acción propuesta y cada renglón una condición existente del ambiente.

La primera etapa consiste en verificar cada acción aplicable, luego por la columna verificada, el planificador marca cada condición del ambiente afectada por la acción, colocando una diagonal en el cuadro.

A continuación se coloca un número del 1 al 10 sobre la diagonal, para indicar la magnitud relativa del impacto. Se supone que el impacto es negativo, (salvo que un signo más preceda al número)

Luego se coloca un num del 1 al 10 debajo de la diagonal para indicar la importancia relativa del impacto.

I- Características y condiciones existentes en el ambiente

II- Acciones propuestas que pudieran causar impacto ambiental

		A-Modificación del régimen	B-Transformación y construcción del terreno	C-Extracción de los recursos	D-Procesamiento	E-Alteración del suelo	F-Renovación de los recursos	G-Cambios en el tráfico	H-Emplazamiento y tratamiento de los desechos	I-Tratamiento químico	J-Accidentes	K-Otros
A-características químicas y físicas	1. Tierra											
	2. Agua											
	3. Atmosfera											
	4. Procesos											
B-condiciones biológicas	1. Flora											
	2. Fauna											
C-factores culturales	1. Uso del suelo											
	2. Recreo											
	3. Intereses estéticos y humanos											
	4. Estado cultural											
	5. Instalaciones y act hechas por/homb											
D-relaciones ecológicas												
E-otras												

MATRIZ DE ANÁLISIS AMBIENTAL

El bienestar social y la evaluación regional

Incluyen los beneficios sociales y los beneficios económicos regionales como cuentas pero no como objetivos.

Se enumera los efectos sociales:

- La distribución de los riesgos reales
- La vida, la salud y la seguridad
- La educación, la cultura y la recreación
- La preparación para las emergencias

El bienestar social, al que se considera como la cuenta más importante, es probablemente el más difícil de medir.

Métodos de comparación para la evaluación de objetivos múltiples

Existen tres enfoques para la evaluación de objetivos múltiples.

- El primero es descriptivo: los impactos no económicos se describen en una línea.

- Los objetivos inconmesurables se ponderan numéricamente

- El tercer enfoque se cuantifican los objetivos como la optimización de objetivos múltiples.

El método descriptivo:

En esta técnica, se selecciona una alternativa (el defensor) y se compara con ella otra alternativa (el retador)

El método de ponderación

Se deberá evaluar la importancia de cada impacto.

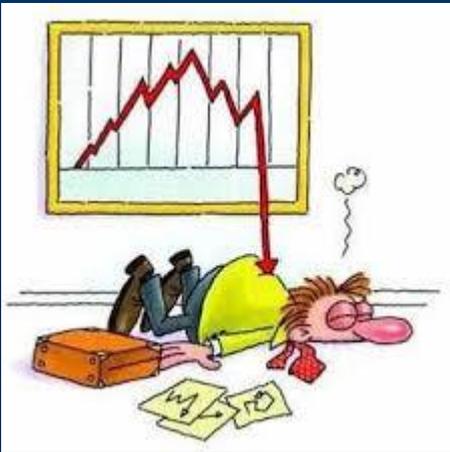
Los métodos de ponderación asignan a cada uno de los impactos, tanto una preferencia (por ejemplo de -5 a +5) y un peso (un porcentaje entre 1 y 100 que muestren la fracción del objetivo al cual satisface)

Los números de impacto se multiplican por el número ponderado, y los productos correspondientes a las alternativas se suman para obtener el impacto total de dicho objetivo.

El método de optimización

El final de la evaluación de objetivos múltiples es la optimización cuantitativa de objetivos múltiples.

En este enfoque todo deberá ser cuantificado.



EVALUACIÓN DE POLÍTICAS (EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGIA)

La evaluación de políticas difiere de las otras etapas de la planeación.

Normalmente resulta de una legislación de ejecución de políticas como leyes ambientales o subsidios para alentar ciertas acciones.

La evaluación de políticas es más subjetiva.

Mientras más se proyecta hacia el futuro más incierta será la perspectiva. Dos métodos conocidos para estimar los impactos futuros:

- Delphi

- MITRE/OST

Se dispone de estos métodos como el análisis del impacto cruzado.

Método de Delphi

Se le pide a un grupo de expertos que pronostiquen eventos futuros y que estimen en que momento podrían ocurrir. Se aísla a los participantes a fin de minimizar:

- La influencia de la personalidad
- El efecto de la banda de música
- La adherencia a la opinión expresada públicamente.

La primera etapa del método consiste en enviar cuestionarios a los participantes, se pide también que estimen la probabilidad de que ocurra.

El facilitador recolecta las respuestas, las compila y las envía a los participantes, quienes podrán modificar sus opiniones.

En la tercera etapa, se repite la recolección, compilación y diseminación de las respuestas, a fin de hallar el grado de acuerdo o desacuerdo entre los participantes.

MITRE/OST

El planificador considera el problema en cuestión y su historia y luego busca soluciones.

Conocidos estos antecedentes, el planificador busca la manera de pronosticar el alcance de las tecnologías presentes y sus impactos.

ENFOQUE METODOLÓGICO DESARROLLADO POR LA OFICINA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y LA CORPORACIÓN MITRE

SIETE ETAPAS PRINCIPALES EN LA REALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA

Etapas 1: Definir la tarea de evaluación

Discutir los temas pertinentes y cualesquiera problemas importantes.

Establecer el alcance (ancho y profundidad) de la investigación

Desarrollar las reglas fundamentales del proyecto

Etapas 2: Describir las tecnologías pertinentes

Describir la principal tecnología que se evalúa

Describir las tecnologías que compiten con las tecnologías principal y de apoyo

Describir las tecnologías que compiten con las tecnologías principal y de apoyo

Etapas 3: Desarrollar las suposiciones del estado de la sociedad

Identificar y describir los principales factores no técnicos, que influyen sobre la aplicación de las tecnologías pertinentes

Etapas 4: Identificar las áreas de impacto

Determinar aquellas características societarias que se verán más influidas por la aplicación de la tecnología evaluada.

Etapas 5: Efectuar el análisis preliminar del impacto

Trazar e integrar el proceso por medio del cual la tecnología evaluada hace sentir su influencia en la sociedad

Etapas 6: Identificar las posibles opciones de acción

Desarrollar y analizar los diversos programas con el fin de obtener las máximas ventajas para el público partiendo de las tecnologías evaluadas

Etapas 7: Completar el análisis del impacto

Analizar el grado hasta el cual cada opción de la acción afectaría a los impactos sociales específicos de la tecnología evaluada y que se presenta en la etapa 5.

EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS

Difieren según las diferentes funciones en el sector de los recursos hidráulicos

Suministro de agua para la agricultura

Evaluación económica: Los beneficios derivados de la irrigación se pueden simplemente evaluar, una vez que se calcula el aumento en los beneficios netos utilizando el principio de con o sin.

Etapas para el calculo de los beneficios para una alternativa del suministro de agua de regadío:

-Etapa 1: Determinar el beneficio causado por la alternativa para los 10 cultivos básicos.

Los beneficios provienen del aumento en el terreno puesto en producción como del aumento de la producción.

-Etapa 2: Determinar el beneficio causado por la alternativa en el caso de los cultivos especiales.

El beneficio procede del aumento de la eficiencia de producción del terreno alternativo comparado con el área que tuvo que interrumpir la producción.

-Etapa 3: Calcular los beneficios totales sumando los beneficios de las etapas 1 y 2.

Evaluación ambiental

Un efecto ambiental positivo podría ser la disminución de la erosión del terreno si se pudiera mantener sobre la superficie una cubierta de cultivo.

Suministro de agua municipal e industrial

Evaluación económica: es posible estimar los beneficios del agua de uso municipal e industrial basándose en la disposición de pagar por parte de los usuarios.

Los beneficios no estructurales, que no alteran la utilización, estos beneficios se pueden calcular en cuatro etapas:

-Etapa 1: Estimar los suministros futuros del agua para uso municipal e industrial teniendo en cuenta los proyectos estatales y federales que se van a ejecutar

-Etapa 2: Proyectar la utilización futura del agua para uso municipal e industrial según sus categorías de utilización (residencial, comercial, industrial, para combatir incendios)

-Etapa 3: Identificar el déficit entre los futuros suministros de agua.

-Etapa 4: Evaluar las alternativas, identificando la que se prefiera

Evaluación ambiental

Los beneficios ambientales pudieran incluir un aumento en las áreas verdes, parques, y corrientes de agua.

La urbanización crea cambios en el ambiente, que afectan al suministro de agua.

Control de avenidas

Los beneficios producidos por un proyecto para el control de las avenidas provienen de la reducción de los daños, la cual es atribuible a la ejecución de la alternativa.



Existen tres tipos de beneficios del control de avenidas:

- Beneficios por la reducción de inundaciones, estos incluyen el mayor uso y el menor costo de las reparaciones.
- Beneficios por intensificación las cuales tienen lugar cuando el uso del suelo en la llanura de inundación permanece igual después de ejecución del proyecto.
- Beneficios por la ubicación, los cuales tienen lugar cuando el uso de la llanura de inundación cambie después de la ejecución del proyecto.



Evaluación económica: Los beneficios netos del control de avenidas se pueden calcular en cinco etapas:

-Etapa 1: determinar la pérdida promedio anual por inundación para la llanura de inundaciones sin el proyecto.

-Etapa 2: determinar la pérdida promedio anual por inundación con proyecto.

-Etapa 3: Calcular los beneficios del proyecto, restando los resultados de la etapa 1 de la etapa 2.

-Etapa 4: Calcular los costos.

-Etapa 5: Calcular los beneficios netos restando la etapa 4 de la etapa 3.

Evaluación ambiental: Los beneficios ambientales del control de avenidas proceden de la prevención de daños al hábitat natural causados por las avenidas.

El efecto de una alternativa puede ser un beneficio para algunos y un costo para otros.

Evaluación hidroeléctrica

Evaluación económica: Los beneficios de la energía hidroeléctrica se aproximan por medio del método del “costo alternativo”

Son tres las etapas incluidas:

-Etapa 1: Determinar la necesidad de una futura generación de energía.

-Etapa 2: Calcular el costo de la energía, con base en la alternativa más viable.

-Etapa 3: Calcular los beneficios, por la multiplicación de los requerimientos de energía, determinados en la etapa 1, por el costo unitario compilado en la etapa 2.

Evaluación ambiental: los proyectos de energía hidroeléctrica operan directamente en el río utilizan cambios naturales en la elevación. Tienen un mínimo impacto ambiental siendo el más significativo el efecto sobre los peces y el sedimento.

Evaluación de la navegación

Evaluación económica: El beneficio primario consiste en los costos disminuidos en el transporte de las mercancías.

Se enumeran cuatro categorías de los costos:

- Reducción del costo en la misma ruta, la disminución de los costos de navegación entre dos puertos fluviales.
 - Reducción del costo debido al cambio a otro sistema a la navegación.
 - Reducción del costo debido al cambio de ruta
 - Nuevos beneficios derivados del movimiento.
-
-

Evaluación de la navegación

Utilizando la navegación como un ejemplo, se puede efectuar el análisis en cinco etapas:

-Etapa 1: Identificar los beneficios del proyecto

-Etapa 2: Estimar las mercancías que se han de desplazar de otros medios de transporte pluvial.

-Etapa 3: Calcular los beneficios, correspondientes a estas mercancías desplazadas.

-Etapa 4: Calcular los costos del proyecto.

-Etapa 5: Calcular los beneficios netos del proyecto, restando la etapa 4 de las etapas 1 y 3.

Recreación

Evaluación económica: Los beneficios derivados de la recreación se miden en términos de la disposición a pagar del usuario.

El costo del equipo, los alimentos, el transporte o los albergues, no son medidas directas del beneficio recreativo, sino sólo cuotas que se pagan por el uso del lugar.

Existen tres métodos para evaluar los beneficios recreativos:

-El método de los costos de viaje se construye una curva de demanda deducida.

-El método de evaluación contingente se estimarán los beneficios por medio de una técnica de encuesta.

-El método del volumen unitario por día se utilizará la opinión de los expertos, a fin de estimar la disposición promedio a pagar.

Se deberán estimar los beneficios para las dos categorías de recreación:

- El uso total expuesto del sitio
- El uso destruido o desplazado del sitio existente.

Se utilizarán nueve etapas para calcular los beneficios recreativos:

- Etapa 1: Definir el área de estudio
 - Etapa 2: Estimar los recursos recreativos
 - Etapa 3: Pronosticar el uso recreativo potencial en el area del proyecto
 - Etapa 4: Determinar la condición sin el proyecto
 - Etapa 5: Pronosticar el uso del área recreativa
 - Etapa 6: Estimar el valor de uso con el proyecto
 - Etapa 7: Pronosticar el uso recreativo que será disminuido por el proyecto.
 - Etapa 8: Estimar el valor del uso recreativo
 - Etapa 9: Calcular los beneficios de la recreación
-
-

LOS PECES Y LA FAUNA SILVESTRE

Las alternativas sobre la protección de los peces implican aspectos sobre la calidad del agua.

Las alternativas para el acrecentamiento de la población de los peces en los ríos, que cuentan con embalses de regulación implican criaderos, escaleras para peces y lugares para el desove artificial.

Para que los peces prosperen es preciso limitar a determinados niveles la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), el oxígeno disuelto (OD), los metales pesados y otros factores.

La construcción de estanques fríos artificiales puede resultar en un medio adecuado para administrar mejor este recurso.

CALIDAD DEL AGUA

La función de la calidad del agua puede dividirse en la calidad de agua en los océanos, en los ríos, en los lagos y en las aguas subterráneas.

Calidad del agua en los ríos

Las alternativas de control son la dilución y el control de la fuente.

Pueden subclasificarse en fuentes de contaminación puntuales y no puntuales.

Las puntuales son las descargas procedentes de una planta de tratamiento de aguas residuales y las no puntuales incluyen el escurrimiento directo de la precipitación arrastrada hasta un río y el flujo de retorno procedente de la irrigación agrícola.

Calidad del agua en los ríos

Las **fuentes puntuales** pueden controlarse por medio de las alternativas de prevención o tratamiento.

Las **no puntuales** deben convertirse en fuentes puntuales por la vida de recolección y tratamiento antes de volcarlas.

La dilución reconoce que toda corriente de agua tiene una capacidad de arrastre para los contaminantes orgánicos como para los inorgánicos

La carga de los contaminantes de una corriente se mezcla con el flujo de la misma alterando la calidad de la corriente.



Calidad del agua de los lagos y embalses

Los lagos son más susceptibles que los ríos ya que carecen de la aireación de estos últimos y debido a que su mecanismo de remoción de contaminantes es diferente.

En el ciclo de vida de los lagos, el oxígeno disuelto disminuye gradualmente, a medida que se forman dendritas en el fondo, las cuales utilizan oxígeno en su descomposición.

Calidad del agua subterránea

Se puede rastrear tanto en las fuentes puntuales como en las no puntuales. Las puntuales son pozos y sitios de eliminación de desechos. Los comedores de animales y los cultivos irrigados son fuentes de contaminación no puntual.

El agua de drenaje, que se percola de la irrigación, tiene una mayor concentración de sales, debido a que el agua pura se evapotranspira, pero los sólidos disueltos en el agua, además de los procedentes de los fertilizantes y de otros mejoramientos del suelo, son arrastrados hasta el agua subterránea.

La contaminación del agua subterránea se detecta y se lleva un registro de los cambios en su condición en pozos de observación perforados alrededor de la fuente de contaminación, en la dirección del movimiento del agua subterránea.
