

NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO

ST/ECLA/CONF.7/L.3.2
30 de noviembre de 1960

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLES

SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE ENERGIA ELECTRICA

Auspiciado por la Comisión Económica para América Latina, la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica y la Subdirección de Recursos y Economía de los Transportes de las Naciones Unidas, conjuntamente con el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos

México, 31 de julio a 12 de agosto 1961

ANALISIS ECONOMICO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS

por Frank L. Weaver

NOTA: Los puntos de vista aquí expresados son los del autor y no reflejan necesariamente los de la Comisión Federal de Energía, organización a la que pertenece. La traducción será revisada editorialmente.

INDICE

	<u>Página</u>
1. Introducción	1
2. Objetivos del análisis económico	2
3. Medio ambiente y punto de vista para el análisis económico	2
4. Conceptos de beneficios y costos	3
5. Normas de medición	3
6. Procedimientos de formulación de proyectos	5
7. Escala de aprovechamiento	5
8. Análisis de justificación	6
9. Obtención de beneficios de la energía	7
10. Capacidad regular de una central hidroeléctrica	8
11. Ajuste del valor de la capacidad por generación hidráulica y a vapor	9
12. Ajuste del valor de la energía por generación hidráulica y a vapor	10
13. Medios de transmisión	11
14. Costos de la energía hidroeléctrica.....	12
15. Impuestos exonerados	14
16. Relación entre los beneficios y los costos	14
17. Distribución de costos para proyectos destinados a objetivos múltiples	15
18. Conclusión	16

1. Introducción

Este documento ha sido preparado dentro de la Comisión Federal de Energía de los Estados Unidos a petición de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina. Se basa en la experiencia de más de 20 años que el autor posee en el ramo del aprovechamiento de las hoyas hidrográficas en su calidad de miembro del personal de la Comisión Federal de Energía.

En la preparación del presente documento se ha depositado considerable confianza en el Memorandum Técnico N° 1 de la Oficina de Energía de la Comisión Federal de Energía, intitulado "Instrucciones Para Estimar Costos y Valores de la Energía Eléctrica", revisado en marzo de 1960. También se ha aprovechado el informe de mayo de 1958 a la Comisión Sobre Recursos Hidráulicos, denominado "Prácticas Propuestas para el Análisis Económico de Proyectos de Aprovechamiento de Hoyas Hidrográficas", conocido comúnmente como "Libro Verde", que fue preparado por la Subcomisión de Normas de Evaluación, sucesora de la Subcomisión de Beneficios y Costos, organismo que preparó un informe anterior sobre el tema en 1950. El autor ha formado parte de estas comisiones desde su creación misma hace más de 15 años y en ocasiones le ha tocado presidirlas. Se ha extraído libremente material de ambos documentos en aquellos casos en que hacerlo parecía facilitar la presentación del tema del documento.

Este documento enfoca el análisis económico de los proyectos hidroeléctricos propuestos desde el punto de vista del desarrollo por parte de intereses federales y no federales, públicos o particulares. Considera en primer lugar los problemas generales del análisis económico y la formulación del proyecto en cuanto es aplicable a todos los tipos de proyectos relacionados con recursos hidráulicos. Luego presenta un estudio más detallado de estos problemas en cuanto se relacionan con proyectos de energía hidroeléctrica. Un capítulo de conclusiones abarca la materia de la distribución de los costos para los proyectos de objetivos múltiple.

/2. Objetivos del

2. Objetivos del análisis económico

Como se establece en el Libro Verde, el objetivo del análisis económico en el planeamiento de proyectos hidroeléctricos, así como de otros tipos de aprovechamiento de hoyas hidrográficas, consiste en proporcionar orientación para el empleo eficiente de los recursos económicos requeridos como la tierra, la mano de obra y los materiales. En esta forma, el análisis económico proporciona un mecanismo para la formulación correcta y para la selección de las explotaciones hidroeléctricas propuestas. Esto es exacto ya se trate de una explotación de energía consistente en un proyecto de objetivo único o de objetivo múltiple que comprenda fines tales como el control de avenidas, la navegación, el riego y el agua potable e industrial.

Aunque el análisis económico presta un valioso y necesario servicio al demostrar en qué medida se debe incurrir en costos para alcanzar los resultados esperados, hay que reconocer que las normas que rigen el aprovechamiento de los recursos naturales de una nación, incluso la energía hidroeléctrica, no son necesariamente determinados sólo sobre la base de consideraciones económicas.

3. Medio ambiente y punto de vista para el análisis económico

El ambiente económico en que los proyectos van a prestar servicios es fundamental en la consideración de los factores económicos que influyen en los proyectos de aprovechamiento de recursos hidráulicos. Se estima que el medio general conveniente es aquel en que, a la larga una economía en vías de expansión necesitará cantidades crecientes de mercaderías y servicios para satisfacer necesidades también crecientes. En este medio existe competencia por las mercaderías y los servicios que se necesitan para crear proyectos. En esta forma, los efectos benéficos derivados de determinado proyecto son abandonados al no emplear las mercaderías y servicios requeridos para algún otro proyecto o uso, habitualmente a expensas de esos mismos efectos benéficos.

/El punto

El punto de vista correcto para un análisis económico que afecte a un proyecto de aprovechamiento de recursos hidráulicos consiste en que el interés público es primordial. Un punto de vista de esta clase comprendería la consideración de todos los efectos, beneficiosos o no, a largo o corto plazo, que se pueda esperar que experimenten todas las personas o grupos en la esfera de acción del proyecto.

4. Conceptos de beneficios y costos

Al hacer un análisis económico, los efectos físicos de un proyecto pueden traducirse en beneficios y costos. Esto entraña calcular los valores de los aumentos y disminuciones en los bienes y servicios bajo condiciones futuras con y sin el proyecto. Los beneficios y costos deben ser medidos desde el mismo punto de vista en grado equiparable, y sobre bases equiparables en cuanto a oportunidad en que sobrevinieron y otros factores. Habitualmente lo más conveniente es expresar los beneficios y costos en términos de su valor equivalente medio anual a través del período escogido para el análisis.

Pese a la limitación del sistema de precios del mercado en cuanto a reflejar los valores desde un punto de vista público, no existe otra estructura apropiada para evaluar los beneficios y costos de los proyectos de aprovechamiento de recursos hidráulicos en términos comunes. De acuerdo con esto, el sistema de precios del mercado es el punto de partida para hacer evaluaciones de beneficios y costos.

5. Normas de medición

El empleo de los beneficios y costos en el análisis económico requiere medición en términos comunes. Para colocar los beneficios y costos sobre una base sólida y equiparable se hace necesario el establecimiento de normas de medición. Entre las normas de esta clase tienen importancia aquellas que se relacionan con los niveles de precios, tasas de interés y márgenes de riesgo, así como el período de análisis.

En teoría, en los análisis de beneficios y costos se deben usar precios que razonablemente se pueda esperar que rijan al tiempo en que

/se incurra

se incurra en los costos de los proyectos y al tiempo en que se materialicen los beneficios, en términos de un nivel constante general de precios. Esto exigiría el empleo de precios proyectados a largo plazo como base para evaluar los beneficios, así como la totalidad de los costos de operación, mantenimiento, reposiciones y construcción e instalación diferidas. Sin embargo, la experiencia de la Comisión con los precios proyectados suscitó numerosas preguntas respecto a la aplicación y respecto a la razonabilidad de los resultados así obtenidos, y la práctica de la Comisión Federal de Energía es usar los precios vigentes para todos los cálculos de beneficios y costos hechos para la evaluación del proyecto.

Los valores atribuidos a los beneficios y costos en el momento en que fueron devengados pueden ser equiparables solamente después de convertidos a una base equivalente para el tiempo y grado de certidumbre con que sobrevinieron. Las tasas de interés o descuento y los márgenes de seguridad usados en dicha conversión pueden ser combinados en una sola tasa o manipulados por separado. La práctica habitual, en lo que respecta a los proyectos federales en los Estados Unidos, consiste en excluir los riesgos ya sea deduciéndolos de los beneficios o agregándolos a los costos de los proyectos. Entonces se generan tasas de interés libre de riesgos sobre la base del tipo de interés de los bonos gubernamentales a largo plazo.

El límite superior de la vida económica de un proyecto se alcanza cuando factores tales como la depreciación y la obsolescencia dan por resultado que los costos de la continuación del proyecto superan a los beneficios adicionales esperados de ella. En esta forma, la vida económica es inferior, y nunca superior, a la vida física de un proyecto. Las dificultades e incertidumbres asociadas con la estimación del valor de los efectos remotos inducen a limitaciones en la longitud del período de análisis. Aunque las estructuras básicas, por ejemplo, un dique, tienen una extensa vida económica, las limitaciones respecto a la exactitud de los cálculos de los beneficios proyectados hacia el futuro distante y su pequeño valor actual al ser descontados dan razones para

/actuar con

actuar con moderación al seleccionar un período de evaluación. Para evaluar los proyectos de energía hidroeléctrica, la práctica general actual en Estados Unidos consiste en emplear un período máximo de análisis de 50 años.

6. Procedimientos de formulación de proyectos

En términos generales, el proceso de formulación de proyectos y programas desde el principio hasta el fin es mayormente materia de evaluar las alternativas. Durante todo el proceso, los efectos físicos de cada plan o proposición deben ser apreciados y traducidos a beneficios para fines de comparación con los costos del plan. En diversas etapas de la formulación, el programa, proyecto, o fracción de proyecto en estudio debe también satisfacer el criterio de que sería más económico que cualquier otro medio real o potencial de dar cumplimiento a los propósitos específicos de que se trate.

Un paso esencial en los estudios de aprovechamiento de hoyas hidrográficas es el análisis de las necesidades o demandas existentes o potenciales de los objetivos útiles a que se puede atender mediante el mejoramiento y aprovechamiento de los recursos de las hoyas hidrográficas. Son importantes a este respecto los estudios de mercado de potencia hechos por la Comisión Federal de Energía, los cuales muestran cálculos de las necesidades futuras de energía así como su valor, para las zonas o regiones en que se estudia proyectos hidroeléctricos presentados para su consideración. Otro paso esencial en el estudio de las hoyas hidrográficas es el examen y análisis de las posibilidades físicas de mejoramiento o adelanto de los recursos hidrográficos para responder a las necesidades u objetivos.

7. Escala de aprovechamiento

Como punto de partida para el análisis de las posibilidades de aprovechamiento de hoyas hidrográficas con el objeto de alcanzar cualquier objetivo dado, es habitualmente necesario analizar una proposición inicial específica. Esto es habitualmente un núcleo de aprovechamiento que puede ser elegido sobre la base de la apreciación de los datos iniciales con que se cuente

/y que

y que parece ofrecer posibilidades de alcanzar los objetivos total o parcialmente. Después de que la proposición inicial o núcleo de aprovechamiento ha sido elegida para su análisis y apreciación de sus beneficios y costos, se debe prestar consideración a las escalas de aprovechamiento mayores o menores que el núcleo escogido. Esto es aplicable a 1) las variaciones en el alcance de cada objetivo de un proyecto determinado, 2) las inclusiones u omisiones de proyectos en un programa, y 3) la inclusión o exclusión de propósitos específicos en un proyecto o programa.

La escala óptima de aprovechamiento es aquella a la cual los beneficios netos son máximos. Los beneficios netos son máximos si la escala de aprovechamiento es ampliada hasta el punto en donde los beneficios agregados por el último aumento de escala o alcances son equivalentes a los costos de agregar aquel aumento. Los aumentos a considerar en esta forma son los más pequeños que es práctico decidir si se les incluye o no en el proyecto. El mismo principio es aplicable al escoger una cantidad de proyectos para formar un programa o sistema de proyectos para responder a un objetivo dado. Para que se justifique su inclusión en un plan, cada proyecto de un grupo, cada finalidad de un proyecto y cada fracción separable de un proyecto debe aportar beneficios iguales o superiores a los costos que agrega.

8. Análisis de la justificación

Un proyecto está correctamente formulado y se justifica económicamente cuando: 1) los beneficios del proyecto superan al costo; 2) cada fracción o finalidad separable consulta beneficios por lo menos equivalente al costo; 3) la escala de aprovechamiento ofrece beneficios netos máximos; y 4) no existen medios más económicos de alcanzar el mismo objetivo, que quedaría al margen del aprovechamiento si se acometiese el proyecto. Si todos los efectos de los proyectos pudiesen ser evaluados en términos monetarios equiparables, sería innecesario un ulterior análisis de su justificación. En ciertos casos, sin embargo, los intangibles, es decir los efectos que no pueden ser adecuadamente expresados como beneficios o costos en términos monetarios, pueden ser de importancia suficiente como

/para justificar

para justificar que se les tenga en cuenta en la formulación y elección de proyectos. En tales casos, si la escala de aprovechamiento es ampliada o restringida en comparación con la escala indicada en la base de los beneficios y costos tangibles o si se incluyen o excluyen objetivos en razón de los intangibles u otras consideraciones, los efectos de tal medida en función de un aumento o disminución en los costos o beneficios deben ser claramente comprendidos. Esto indicará la medida en que las recomendaciones finales del proyecto se apartan de aquellas que se habría formulado únicamente sobre la base de factores tangibles, evaluados en términos monetarios.

9. Obtención de beneficios de la energía

Los beneficios de la energía producida por un proyecto hidroeléctrico son el valor de la energía al consumidor en función de la suma que estaría dispuesto a pagar por ella. Para la mayor parte de las regiones de los Estados Unidos es posible suponer que la potencia para responder a la mayoría de las demandas de energía se podría obtener de fuentes alternas. Normalmente, por consiguiente, el costo de la energía procedente de la fuente alterna más probable proporciona una apreciación del valor de la energía que es posible acreditar al proyecto. Frente al predominio de la potencia eléctrica generada a vapor en vías de instalación en la mayor parte de los sectores del país, es de conveniencia general evaluar el rendimiento de los proyectos hidroeléctricos sobre la base del costo de las cantidades equivalentes de capacidad y energía procedentes de centrales eléctricas accionadas a vapor, dando debida consideración a las diferencias tales como pérdidas de transmisión y costos anuales de transmisión.

Como se explica en el Memorandum Técnico N° 1, a que anteriormente se hizo referencia, el valor de la energía hidroeléctrica se expresa normalmente en función de dos elementos: 1) un valor de capacidad, que corresponde a los elementos fijos del costo del abastecimiento de energía procedente de nuevas centrales alternas de electricidad generada a vapor; y 2) un valor energético, que corresponde a los elementos variables del
/costo del

costo del suministro de la energía procedente de dichas centrales. Estos elementos de capacidad y energía del valor de la potencia son habitualmente expresados en términos de dólares por kW al año de capacidad regular y mills por kWh de energía anual media, respectivamente.

En situaciones especiales, tales como el empleo de energía por parte de las plantas de aluminio en la región noroccidental de Estados Unidos, la energía podría no ser adquirida a precios tan altos como el costo de la procedente de la fuente alterna en perspectiva sino que sería utilizada en razón del bajo costo de la energía del proyecto. Desde que los consumos de esta clase no se desarrollarían con costos de potencia al nivel del costo de las fuentes alternas de energía, sino que se desarrollarían con la energía a bajo costo del proyecto, es probable que se desarrollarían con costos de potencia a algún punto situado entre estos dos extremos. Cuando se dispone de datos adecuados para tales consumos, el valor de la energía al consumidor sería apreciable directamente. En su defecto, el valor de la energía deberá ser calculado como el punto medio de los costos de la energía entre los dos extremos indicados más arriba. Se podrá observar, incidentalmente, que con el aprovechamiento de muchos de los mejores emplazamientos de potencia en vías de terminación o de construcción en el Noroeste, la situación expuesta en las líneas que anteceden está llegando rápidamente a su término.

10. Capacidad regular de una central hidroeléctrica

Capacidad regular de una central hidroeléctrica es la potencialidad de ella a la que es posible asignar valores de capacidad. Se define por capacidad regular de una central generadora su aptitud para llevar la carga por el intervalo y período especificados con relación a las características de la carga a suministrar. Ella se determina por factores tales como la potencia bajo condiciones hidrológicas adversas, factor de potencia de operación y porción de la carga que debe suministrar la central. Para una central hidroeléctrica dotada de almacenamiento de potencia, la capacidad regular es susceptible de variar a través de la vida del proyecto como resultado del empleo cambiante del almacenamiento /disponible. Estudios

disponible. Estudios hechos indican que en muchos casos la capacidad regular media de un proyecto hidroeléctrico dotado de almacenamiento a través de un período de 50 años podría calcularse moderadamente como la potencia al nivel mínimo tope de las aguas primitivamente escogido, más la mitad de la diferencia entre aquella potencialidad y la capacidad instalada.

11. Ajuste del valor de la capacidad por generación
hidráulica y a vapor

Al calcular el valor de la capacidad regular susceptible de obtener de una central hidroeléctrica potencial, como también al determinar el costo de la capacidad procedente de las centrales alternas de energía eléctrica generada por vapor, se debe prestar consideración a los requisitos relativos de reserva del sistema, flexibilidad de funcionamiento, disponibilidad del servicio y otros factores relativos a los dos tipos de centrales. Algunas centrales hidroeléctricas están particularmente bien adaptadas para atender cargas máximas y funcionar como condensadores sincrónicos o como reserva rotatoria. Bajo condiciones hidrológicas favorables están en condiciones de suministrar capacidad en exceso de su capacidad regular, haciendo posible introducir economías en los costos generales del sistema. También, en contraste con la central hidroeléctrica relativamente sencilla que consta de maquinaria resistente que funciona a bajas velocidades y temperaturas, la moderna central eléctrica a vapor es un mecanismo intrincado y complejo que entraña equipo de alta presión, alta velocidad y alta temperatura y está sometido a mayor número de interrupciones para conservación y reparaciones. Estas consideraciones y otras menos tangibles son difíciles de evaluar y también son las materias que deben ser determinadas mayormente sobre la base de la apreciación. Con frecuencia, la consideración de estos factores indicará que se justifica un crédito para el proyecto hidroeléctrico. El valor de ajuste de la capacidad por generación hidráulica y a vapor es susceptible de llegar hasta el equivalente del 10 por ciento del costo en el mercado de la capacidad referida, por generación eléctrica a vapor,

/pero es

pero es normalmente equivalente a alrededor de 5 por ciento de dicho costo. El ajuste sería cero, sin embargo, en cualquier caso en que instalaciones de transmisión comprendidas en el programa de explotación de la central hidroeléctrica no contemplen un servicio tan regular como los de las centrales alternas de electricidad generada a vapor. Cuando se justifica un ajuste de valor de capacidad por generación hidráulica y a vapor, debe ser aplicado a la capacidad en mercado de la energía de reemplazo generada por vapor. El costo ajustado sería el valor en mercado de la capacidad de energía hidroeléctrica.

12. Ajuste del valor de la energía por generación
hidráulica y a vapor

Al emplear el mayor costo de la energía procedente de centrales alternas de energía generada a vapor computado con los valores de la energía hidroeléctrica, se debe prestar atención a la diferencia de costo de energía susceptible de existir si el factor medio anual de planta de la central hidroeléctrica proyectada es diferente de aquel al que se podría esperar que funcionara la central alterna de energía eléctrica generada a vapor. Como el factor anual de planta de dicha central es probable que disminuya con el tiempo, es necesario valerse de un factor de planta promediado a través de la vida útil de la central eléctrica a vapor más bien que el factor de planta a que dicha planta funcionaría inicialmente. Cuando el factor medio anual de planta de una central hidráulica es inferior a aquel al cual una central alterna generadora de electricidad a vapor funcionaría a lo largo de toda su vida útil, los estudios de sistemas de explotación demostrarán habitualmente que las unidades de generación eléctrica a vapor más antiguas y menos eficientes del sistema funcionarían a factores de capacidad más elevados que en el caso de que se construyese una central alterna de generación eléctrica a vapor. Esto daría por resultado un aumento en los costos medios de producción de energía por generación a vapor, lo cual debe tenerse en consideración al computar el valor de la energía hidroeléctrica. Si, como suele acontecer, el factor medio de vida útil de planta de la central /hidroeléctrica es

hidroeléctrica es mayor que el de la central alterna de generación eléctrica a vapor, entonces el efecto de la construcción de la central hidroeléctrica consistiría en reducir el costo medio de producción de la energía generada a vapor. Para compensar estas diferencias en el mayor costo comparativo medio de la energía de las centrales eléctricas por generación a vapor, se debe proceder cuando sea necesario, a un reajuste del valor de la energía hidroeléctrica. El efecto de este ajuste consiste en disminuir el valor de la energía hidroeléctrica cuando el factor de planta anual de la central hidroeléctrica es inferior al de la central alterna a vapor. Cuando sucede lo contrario, como es menos probable, el efecto será aumentar el valor de la energía hidroeléctrica. Para comodidad de computación, el ajuste se aplica habitualmente al costo en mercado de la energía generada a vapor. El costo ajustado sería el valor en mercados de la energía hidroeléctrica.

13. Medios de transmisión

Los medios de transmisión elegidos para conducir hasta el mercado la energía procedentes de un proyecto hidroeléctrico, o de una central alterna de electricidad generada por vapor, deben tener la capacidad suficiente para transportar la potencia máxima generada por la central. Para fines de calcular el costo de inversión de los medios de transmisión para centrales de energía eléctrica generada a vapor alternadas con centrales hidroeléctricas, se debe prestar mucha atención, al hacer los cálculos, a la ubicación y disposición de tales medios tal como se hace para con las centrales hidroeléctricas. Esto es para garantizar una razonable disposición de circuito para suministrar energía a puntos de entrega equiparables. Muchas de las centrales eléctricas a vapor construidas hace poco están ubicadas a cierta distancia de los centros de carga para sacar partido de los emplazamientos de bajo costo, amplio abastecimiento de agua, fuentes económicas de suministro de combustible y zonas no susceptibles de llegar a tener ordenanzas contra las molestias del humo. Se ha establecido en numerosos casos que la inversión por unidad /para medios

para medios de transmisión de tales centrales es comparable en magnitud a aquella para muchas centrales hidroeléctricas.

Al computar los valores de la energía en el lugar de generación para una planta hidroeléctrica en proyecto, el primer paso consiste en derivar los costos de la central alterna de generación de energía a vapor que son luego modificados por los costos de transmisión y las pérdidas en la transmisión de la energía para llegar al costo en mercado de la energía generada a vapor. Mediante la aplicación de la capacidad por generación hidráulica y a vapor y de los ajustes de valor de energía, el costo de la potencia generada a vapor en el mercado se convierte en el valor de la potencia hidroeléctrica en el mercado. Finalmente, estos valores sufren rebaja en virtud del costo de los medios de transmisión hidráulica y las pérdidas de energía para obtener los valores de capacidad de la unidad en el emplazamiento y energía de la potencia hidroeléctrica.

14. Costos de la energía hidroeléctrica

La inversión en proyectos hidroeléctricos por kilovatio de capacidad instalada varía mucho de acuerdo al tipo de proyecto, su tamaño, ubicación cantidad y costo de los terrenos requeridos y el costo de la reubicación de los elementos dentro o cerca de las zonas de almacenamiento, como ferrocarriles, caminos, puentes y poblaciones. El costo total anual de un proyecto hidroeléctrico consiste en cargos fijos sobre la inversión del proyecto; gastos de producción, consistentes en costos de explotación y de conservación; y los gastos administrativos distribuidos y gastos generales.

Los elementos de los cargos fijos son el costo del dinero o interés; la depreciación o amortización; las reposiciones interinas; los seguros; y los impuestos federales estatales y locales que fuese del caso aplicar. Estas partidas están relacionadas en su totalidad con la inversión del proyecto y pueden ser expresadas en forma de porcentajes de dicha inversión. A continuación se resumen los cargos anuales fijos para los proyectos /hidroeléctricos de

hidroeléctricos de financiamiento particular y de financiamiento federal, como se emplean en los estudios hechos en Estados Unidos por la Comisión Federal de Energía:

	<u>Porcentaje de inversión</u>	
	<u>Financiamiento</u>	<u>Financiamiento</u>
	<u>Particular</u>	<u>Federal</u>
Costo del dinero o interés	6.75	2.625
Depreciación o amortización	0.27	0.99
Reposiciones interinas (lineales)	0.20	0.20
Seguro o sus sucedáneos	0.10	0.10
Impuestos federales a la renta	3.40 ^{a/}	-
Impuestos federales varios	0.10	-
Impuestos estatales y locales o sus sucedáneos	2.35 ^{a/}	b/
Totales	13.17	3.915

a/ promedios porcentuales para todo el país.

b/ comprendidos solamente cuando los consulta específicamente la legislación federal que los autoriza.

Los costos anuales de explotación y conservación para las centrales hidroeléctricas varían algo inversamente al tamaño de la instalación de planta en la forma indicada en la siguiente tabulación de algunos montos en uso actual aplicables tanto a centrales de propiedad particular como pública:

<u>Capacidad instalada de planta</u> (kilovatios)	<u>Costos anual de explotación y conservación por kilovatio de capacidad instalada</u> (dólares)
5 000	9.60
10 000	6.40
20 000	4.40
50 000	2.85
100 000	2.15
500 000	1.74
1 000 000	1.68
1 500 000	1.42

/Los gastos

Los gastos anuales administrativos y generales son normalmente equivalentes a alrededor del 35 por ciento del total de los costos de explotación y conservación de un proyecto hidroeléctrico.

15. Impuestos exonerados

Como se indicó anteriormente, los valores de capacidad y energía de la potencia hidroeléctrica son habitualmente determinados sobre la base del costo de la potencia procedente de fuentes alternas, federales, particulares o de otra clase que con más probabilidad serían utilizadas en ausencia del proyecto hidroeléctrico. En la mayor parte de los sectores de Estados Unidos esta fuente alterna sería una central eléctrica a vapor financiada por particulares. Al utilizar estos valores en el análisis económico de un proyecto hidroeléctrico federal, el resultado sería la inclusión de un elemento tributario en los beneficios, pero no en los costos del proyecto hidroeléctrico ya que los proyectos federales normalmente no están afectos a pago de impuestos. Los organismos federales pertinentes de Estados Unidos, incluso la Comisión Federal de Energía, convinieron el 12 de marzo de 1954 en incluir una partida de "impuestos exonerados" en los costos hidroeléctricos federales para fines de formulación de proyectos y estudios de evaluación. Dichos impuestos exonerados proceden de los impuestos contenidos en los cargos fijos que gravitan sobre la planta alterna de electricidad generada a vapor más los impuestos contenidos en los cargos fijos que gravitan sobre los medios de transmisión requeridos para entregar al mercado la energía, menos los impuestos contenidos en los cargos fijos sobre los medios de transmisión requeridos para entregar la energía hidroeléctrico al mercado. Todos los pagos que el proyecto federal haga en substitución de los impuestos estatales y locales de acuerdo con los requisitos de la legislación que les autorice serían deducidos para obtener el monto neto de los impuestos exonerados.

16. Relación entre los beneficios y los costos

En los estudios de formulación y evaluación para un aprovechamiento hidroeléctrico de objetivos único, se usaría el total de beneficios y costos del proyecto. Sin embargo, para un aprovechamiento de objetivos

/múltiple, los

múltiple, los mayores costos comparativos, o separables, de incluir la energía en el proyecto serían empleados al considerar si se incluye o no la energía como objetivo. Tales mayores costos comparativos incluirían aquellos correspondientes a la casa de fuerza y su equipo así como aquellos correspondientes a cualesquiera adiciones al dique y embalse resultantes de la inclusión de la energía. Sin embargo, estos costos no representarían, excepto en el caso de los proyectos de factibilidad económica marginal, la cantidad que correctamente debe ser asignada a la energía para fines de tarifación y reintegro. Los costos de la energía para estos fines serían determinados mediante una distribución de costos, como está tratado más adelante.

17. Distribución de costos para proyectos destinados
a objetivos múltiples

El objetivo de la distribución de costos consiste en repartir equitativamente entre los fines atendidos los costos de los proyectos de objetivo múltiple. Es posible obtener un reparto equitativo impidiendo que se asigne a cualquier objetivo costos excesivos con cargo a los beneficios correspondientes; exigiendo que cada fin soporte por lo menos su mayor costos comparativo, o separable; y, dentro de estos límites máximos y mínimos, consultando la participación proporcional de las economías resultantes de un aprovechamiento objetivo múltiple. La asignación de los costos del proyecto es necesaria cuando los cargos para la totalidad de ciertos productos o servicios del proyecto han de basarse sobre los costos incurridos por causa de ellos. Las tarifas de energía son normalmente establecidas sobre la base del reembolso de los costos.

En virtud del convenio del 12 de Marzo de 1954, los organismos federales afectados de los Estados Unidos adoptaron como preferible para aplicación general el método de distribución de costos de beneficios remanentes de costos separables. Dichos método fue perfeccionado por el organismo predecesor de la actual Subcomisión de Normas de Evaluación, entidad interorganizacional, y aparece tratado en el "Libro Verde" a que se hizo referencia con anterioridad. En breves palabras, dispone: 1) asignar a cada objetivo sus costos separables, es decir los costos adicionales de /inclusión del

inclusión del objetivo en el proyecto; 2) asignar a cada objetivo una cuota de costos conjuntos residuales o remanentes en proporción a los beneficios remanentes, es decir los beneficios (de acuerdo con las limitaciones impuestas por los costos alternativos) menos los costos separables. En esta forma, el método logra que se comparta equitativamente entre los objetivos las economías resultantes del aprovechamiento de objetivos múltiples.

18. Conclusión

Los criterios y procedimientos aquí esbozados para el análisis económico de proyectos hidroeléctricos propuestos dan una base sólida para considerar el aprovechamiento de la energía, ya sea en proyectos de energía de objetivo único o en conjunto con otros usos en empresas de objetivo múltiple correctamente formuladas. Esto es especialmente exacto en una economía en expansión en donde existe competencia por los bienes y servicios y se cuenta con otras alternativas fuentes de energía. Los estudios económicos son valiosos también para elegir entre posibles aprovechamientos hidroeléctricos alternativos.

Por supuesto, es preciso observar que la rígida adhesión en todos los casos a estos procedimientos para la justificación económica no siempre será indicada como necesaria o conveniente. A menudo no es posible contar con datos suficientes para la plena y cabal aplicación de los procedimientos y criterios expuestos. En el mejor de los casos, los problemas involucrados no son susceptibles de un enfoque tipo laboratorio para sus soluciones. Sin embargo, los análisis económicos preparados sobre una base lo más rigurosa posible llenan un fin necesario al considerar los proyectos hidroeléctricos propuestos, y sólo será lícito apartarse de las rígidas reglas de justificación económica con pleno conocimiento y consideración de todos los antecedentes disponibles y pertinentes a las decisiones.

Para terminar, me agradecería hacer mención del aporte hecho por uno de mis principales colaboradores, el Sr. George G. Adkins, en la preparación del presente documento.