



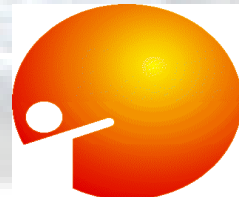
Curso Tecnológico

1ra. Feria Internacional sobre

Energía Minihidráulica

Orizaba, Ver.

Agosto, 2002



ANES

INDICE DEL CURSO

Introducción a la energía minihidráulica

(PARTE 1)

- 1.- Procedimiento para la evaluación del recurso minihidráulico
- 2.- Beneficios económicos y sociales al desarrollar proyectos minihidráulicos
- 3.- Criterios para la determinación de los sitios con mayor viabilidad económica
- 4.- Entorno socioeconómico de la zona de influencia de los proyectos
- 5.- Los diversos participantes de los proyectos
- 6.- Estrategia de promoción de proyectos, barreras y acciones recomendadas

Introducción a la evaluación económica de Proyectos

(PARTE 2)

Contenido:

Generalidades

1 El valor del dinero en el tiempo

- 1.1 Concepto del valor del dinero en el tiempo
- 1.2 Relaciones de equivalencias entre valor presente, valor futuro y anualidades equivalentes.
- 1.3 Sistemas de amortización de créditos
- 1.4 Tipos de tasas de interés

Métodos para evaluación financiera de proyectos

- 1.5 Período de recuperación de la inversión
- 1.6 Valor presente neto
- 1.7 Anualidad equivalente
- 1.8 Tasa interna de rendimiento
- 1.9 Relación beneficio/costo
- 1.10 Método del costo nivelado para proyectos de generación eléctrica
- 1.11 Método del costo de la energía ahorrada
- 1.12 Flujos de efectivo en moneda corriente y constante
- 1.13 Ejemplos de aplicación

2 Evaluación después de impuestos y apalancamiento

- 2.1 Costo total de inversión
- 2.2 Depreciación fiscal y revaluación de activos
- 2.3 Apalancamiento financiero y sus ventajas fiscales
- 2.4 Cálculo del flujo de efectivo después de impuestos
- 2.5 Evaluación de la rentabilidad del proyecto total y del capital propio
- 2.6 Análisis de sensibilidad ante la incertidumbre

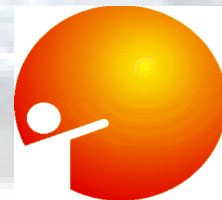


Curso Tecnológico

Introducción a la energía minihidráulica

Orizaba, Ver.

Agosto, 2002



ANES

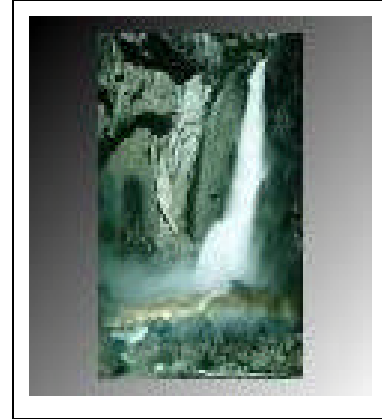
1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

(PARTE 1)

1.- Procedimiento para la la evaluación del recurso minihidráulico

La energía hidráulica de un río o arrollo esta formada por *el flujo de agua que corre por su cauce y por los desniveles o "caídas "* a lo largo de su longitud, desde las partes altas o montañosas hasta las planicies costeras.

Una central minihidráulica (< 5 Mw) buscará aprovechar parte de la energía hidráulica total del río o arrollo. Convencionalmente las centrales minihidráulicas se clasifican atendiendo a la caída (carga) de agua que aprovechan.



Tipo de central	Caída	Gasto
Baja Carga	5 a 20 m	30 a 300 m ³ /s
Media Carga	20 a 100 m	3 a 30 m ³ /s
Alta Carga	mayor a 100 m	menos de 3 m ³ /s

Por lo general las centrales que son de Baja Carga aprovechan gastos importantes pero desniveles de poca magnitud y por el contrario, las de Alta Carga utilizan gastos menores y desniveles importantes.

Las partes principales de una central son :

- La presa derivadora .- Obra que sirve para desviar parte del flujo del río hacia la planta.
- El canal y/o túnel.- Se encarga de conducir el flujo captado por la presa.
- Un tanque de carga.- Se utiliza para hacer un control del agua que llega del canal .
- Tubería de presión.- Este elemento se ubica entre el tanque de carga y la casa de máquinas, es decir a lo largo de la caída o desnivel por aprovechar.
- La casa de máquinas.- Esta construcción sirve para instalar la(s) turbina(s) y generador(es) eléctricos. Incluye la subestación.
- La línea de transmisión.- Una vez producida la electricidad se debe enviar al centro de consumo.

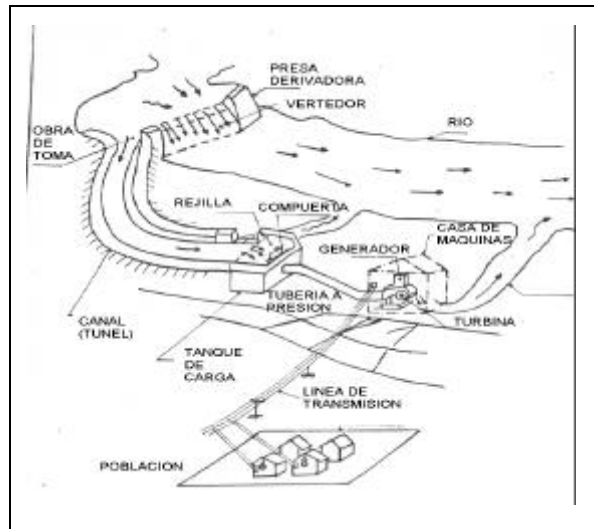


Fig. 1 Componentes de una minihidráulica

El agua después de haber entregado su energía hidráulica, se regresa al río o arrollo por medio de un canal de desfogue.

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

El primer paso en la determinación de la energía hidráulica que se puede aprovechar en un río es *la identificación del sitio*. Con el apoyo de un ingeniero o personal técnico calificado en hidráulica se localiza :

- La cuenca del proyecto .- El arrea de captación del agua
- La información hidrométrica.- Los registros de flujo del río principal.
- La localización de las obras civiles (presa derivadora, canal, tanque de carga, tubería de presión, casa de maquinas)

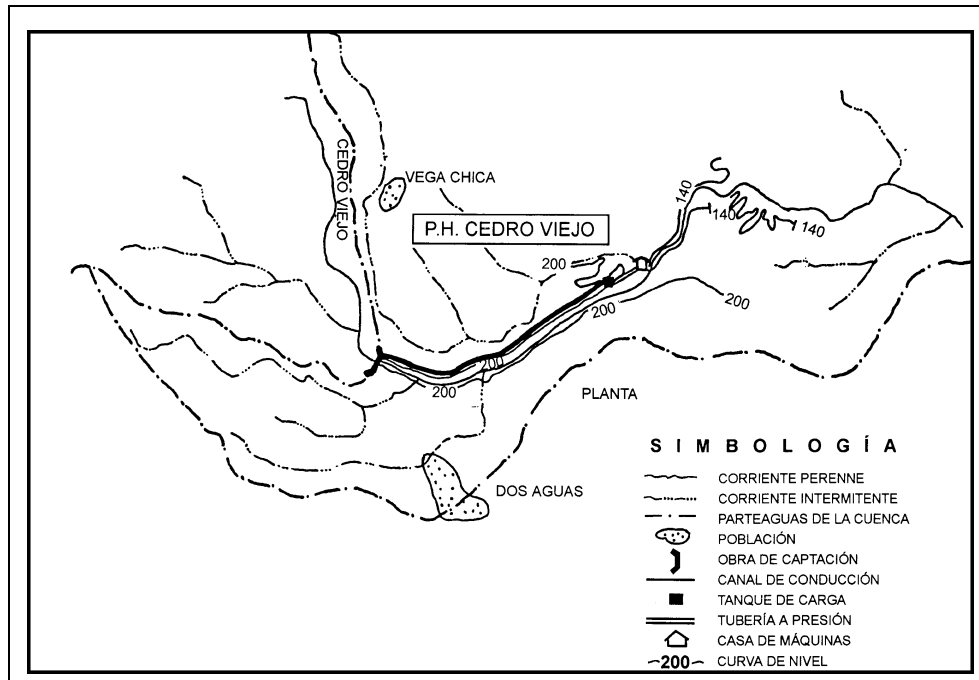
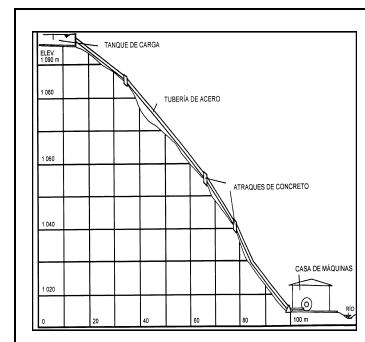


Fig. 2 Cuenca de sitio y líneas topográficas

Se procede entonces al *anteproyecto de la central* en donde se determinará

- El gasto económico a instalar
- Las dimensiones principales de las obras civiles
- El número y tamaño de turbinas y generadores
- La evaluación de los costos de inversión
- La evaluación económica del proyecto

Como apoyo al desarrollo de los trabajos de la etapa de *anteproyecto*, la CONAE desarrollo en el año de 1999 una metodología para evaluar centrales Minihidroeléctricas⁽¹⁾. En este documento se trata paso a paso los aspectos importantes a considerar por el personal que este realizando el anteproyecto. La metodología se apoya a su vez en un *modelo por computadora* que facilita los cálculos.



1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

Se presenta a continuación un ejemplo de los datos de “entrada” y los resultados o “salida” de dicho modelo. Se trata del *anteproyecto Hueytamalco* que se localiza en el estado de Veracruz.

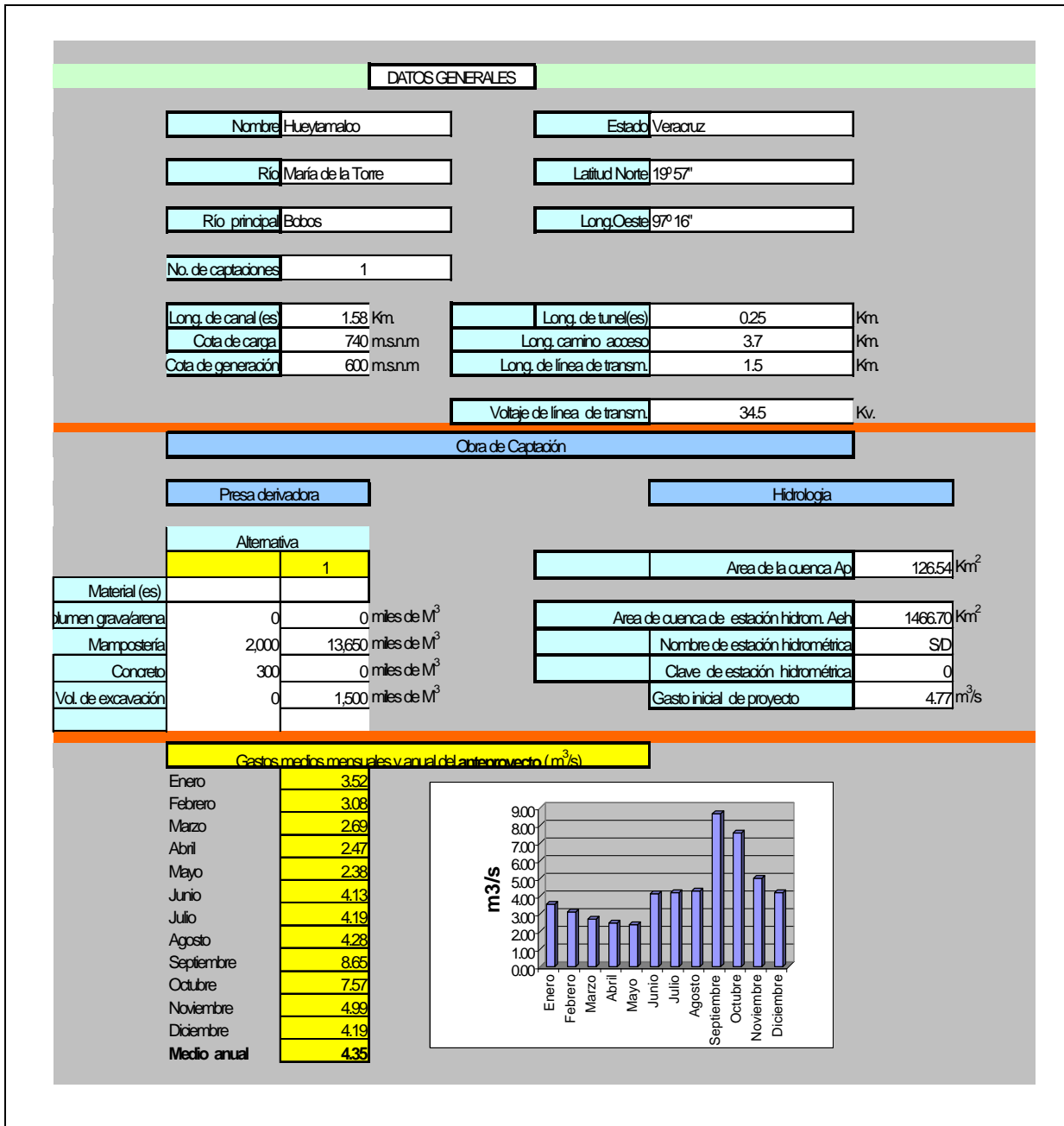


Fig. 3 Ejemplo de algunos datos de entrada para anteproyectos

Como se puede ver, en los datos de entrada se consignan datos relevantes de la obra de captación (presa derivadora, cotas sobre el nivel del mar (m.s.n.m) entre el tanque de carga y la casa de máquinas (caída aprovechable), la longitud del canal o canales, caminos, etc. También se da entrada a los gastos o flujos mensuales del río en estudio,

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

El modelo hace diversos cálculos para determinar los parámetros principales del anteproyecto como se dijo anteriormente. A continuación se presentan algunos de los cuadros de salida o de resultados de la evaluación.

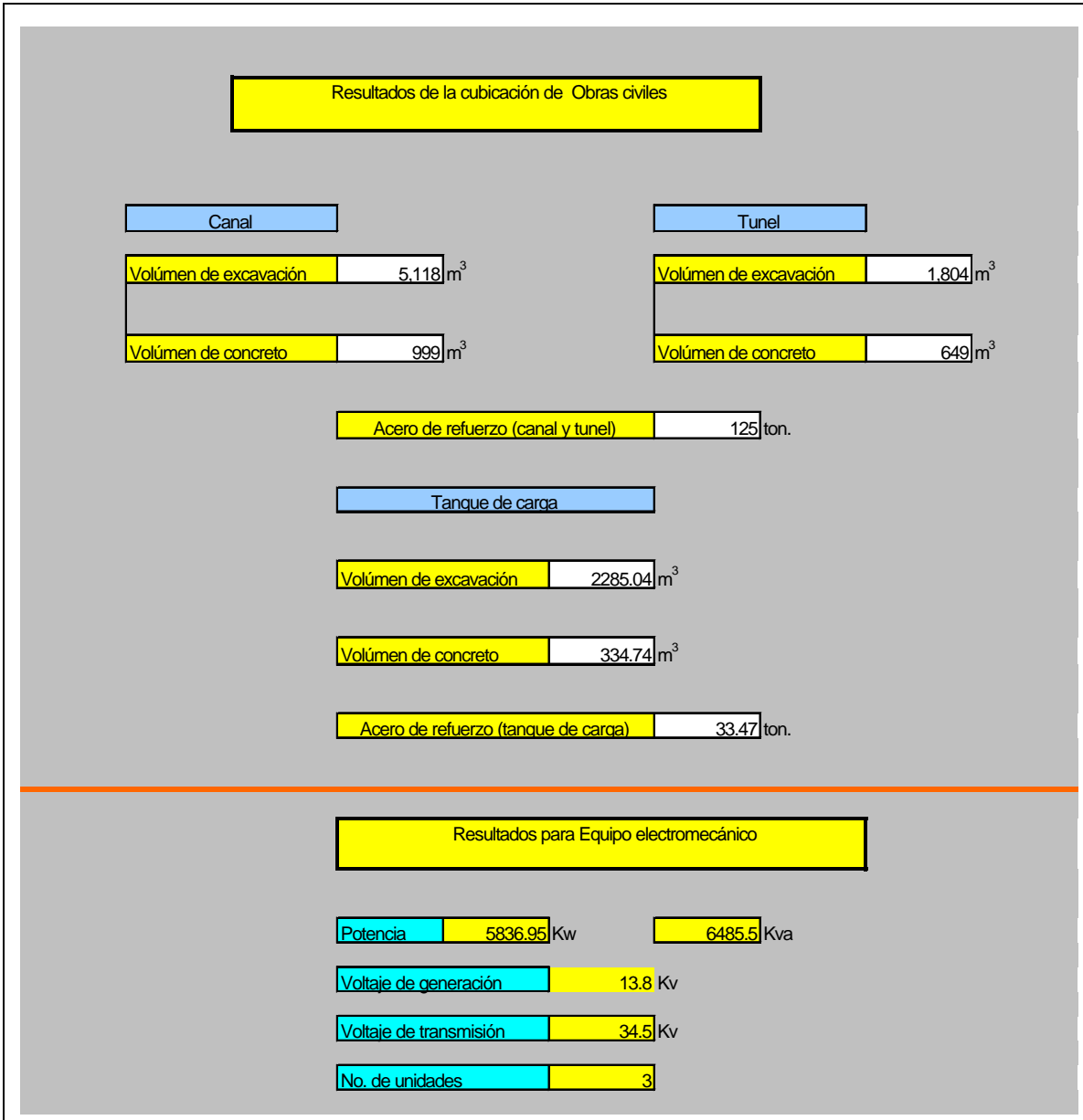


Fig. 4 Resultados del modelo: Cálculo de obras civiles y equipos principales

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

Presupuesto (precios unitarios medios de 1998)*					Nombre
Concepto	Unidad	P. unitario \$ M.N.	Cantidad	Importe \$ 10 M.N.	Hueytamalco
					Gasto m3/s)
OBRA CIVIL					4.77
a) Obra de contención					
Excavación a cielo abierto	m ³	193.84	1,500	0.291	
Volumen total	Alternativa 1	550	13,650	7.508	
	m ³			0.000	
Subtotal				7.798	
b) Canal/túnel de conducción					
Excavación a cielo abierto	m ³	75.68	20,714	1.568	
Terrenos (derecho de vía 15 m ancho)	km ²	70,000,000	0.027	1.922	
Concreto hidráulico	m ³	1,592	3,903	6.213	
Excavación en túnel	m ³	340	6,007	2.042	
Acero de refuerzo	t	9,332	321	2.992	
Subtotal				14.737	
c) Tanque de carga					
Excavación a cielo abierto	m ³	75.68	2,736	0.207	
Concreto hidráulico	m ³	1,592	2,222	3.537	
Acero de refuerzo	t	9,332	222	2.074	
Rejillas y compuertas	lote	9,500	1	0.0095	
Subtotal				5.621	
d) Planta hidroeléctrica					
Casa de máquinas	lote	1,500,000	1.00	1.500	
e) Derecho de vía línea transm. 20 m.					
f) Camino de acceso					
Subtotal				8.550	Inv. dep. de Q(m3/s)
TOTAL OBRA CIVIL:				36.706	48.519
EQUIPO ELECTROMECHANICO					9.704
g) Tubería a presión					58.223
h) Potencia total instalada (Mw)					8.733
i) Turbina, generador, grúa viajera compuertas y equipo auxiliar.					66.956
j) Subestación elevadora					3.348
k) Línea de transmisión					70.304
TOTAL DE OBRA ELECTROMECHANICA :				30.083	Inv. No depend. Q(m3/s)
TOTAL OBRA PARCIAL :				66.789	18.270
Indirectos (20%)					13.358
Costo parcial					80.147
Utilidad (15%)					12.022
Subtotal					92.169
Proyecto (5%)					4.608
Costo total de la inversión					96.777
					26.473

* Fuente de precios unitarios : CFE Catalogo de precios índice a nivel de
Pre viabilidad y Viabilidad . El precio de equipos electromecánicos se actualizó del estudio de CONAE
"La situación de la minihidráulica nacional y potencial en una reg. de los Edos. de Puebla y Veracruz (1994)"

Fig. 5 Resultados del modelo: Cálculo del costo de inversión

El modelo tiene la forma de encontrar cual es el gasto económico a instalar. Lo hace tomando en cuenta las variables económicas principales de cualquier proyecto, es decir el valor presente neto VPN, la relación beneficio – costo (B/C), el tiempo de recuperación de la inversión y la tasa interna de retorno TIR en %.

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

Las figuras 6 y 7 presentan gráficamente la evaluación económica del anteproyecto en estudio.

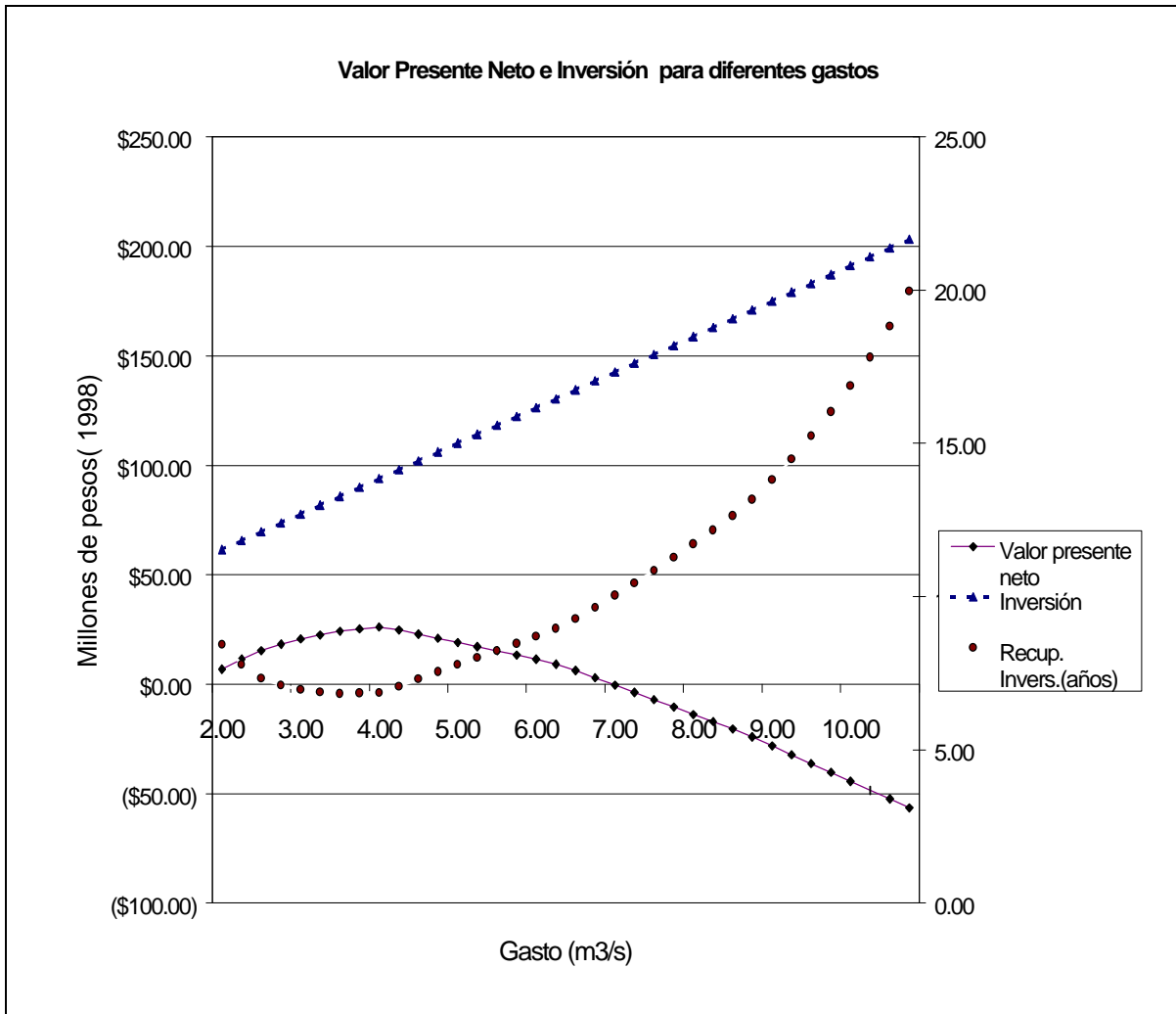


Fig. 6 Ejemplo de evaluación económica : VPN , Inversión y recuperación de inversión
Sito : Hueytamalco Ver

Para este ejemplo (Hueytamalco), se observa que el gasto económico está alrededor de $Q = 3.75 \text{ m}^3/\text{s}$, pues en este punto se obtiene el máximo de valor presente neto VPN, es también el punto que presenta el menor tiempo de recuperación de la inversión. Para complementar esta evaluación, se presenta la Fig. 7 con la determinación de la tasa interna de retorno TIR (%) y la relación beneficio / costo B/C. Véase también la fig. 8 (capítulo 3)

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

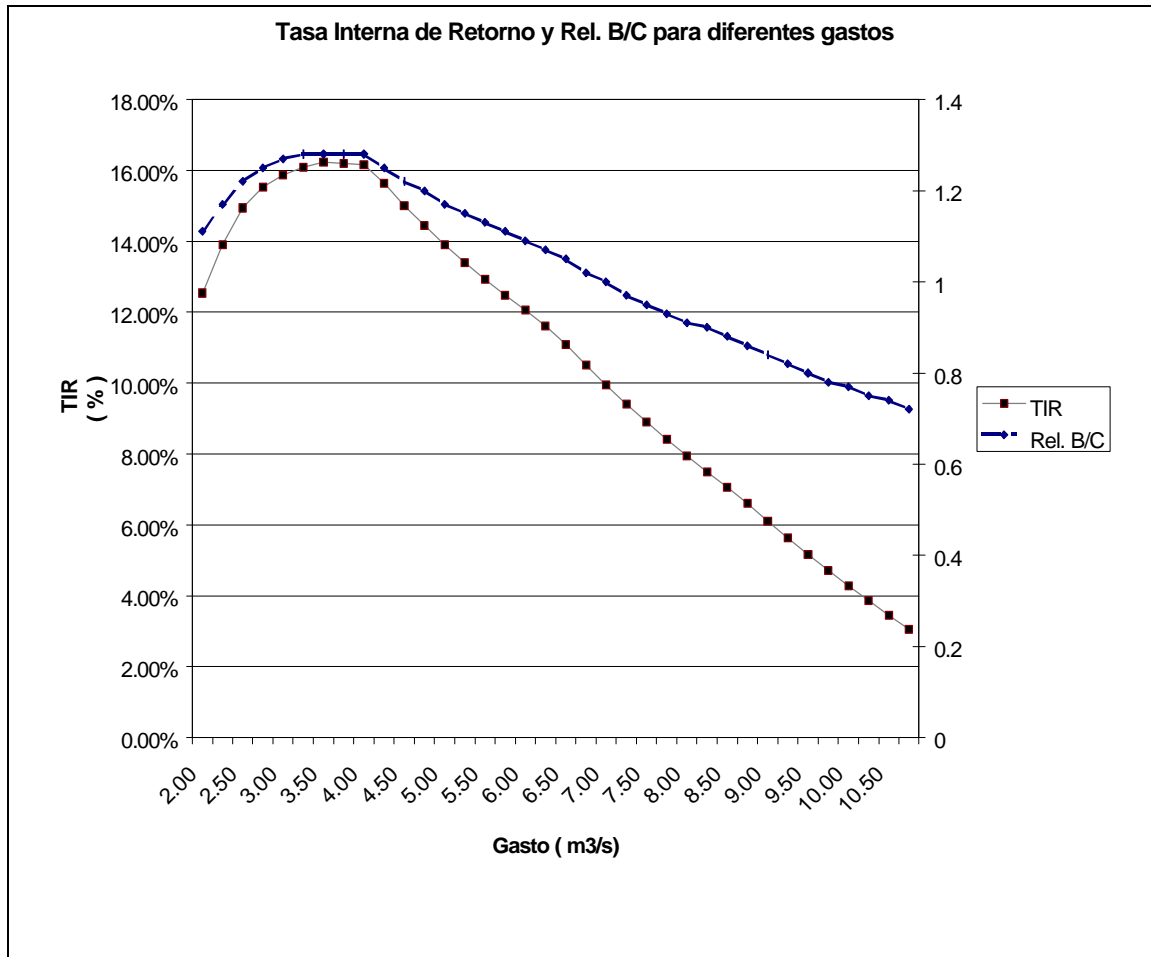


Fig. 7 Ejemplo de evaluación económica : Tasa interna de retorno TIR (%) y Rel. B/C. Sitio Hueytamalco Ver.

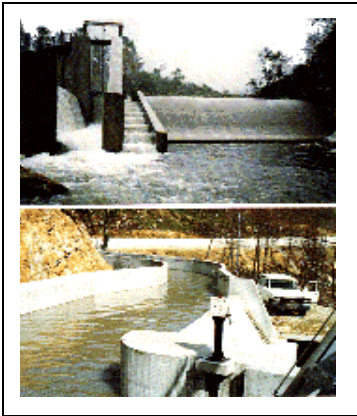
Estas dos variables vienen a complementar la evaluación económica del anteproyecto. Para el ejemplo presentado, efectivamente se refuerza el resultado de que el gasto económico a instalar es de 3.75 m³/s pues para dicho gasto se maximiza tanto la TIR (16.20 %) y la relación beneficio / costo (1.28).

Así el modelo cumple su función de simular rápidamente diversos esquemas de aprovechamiento e incluso hacer modificaciones a un mismo anteproyecto hasta llegar al óptimo. Una vez que se hayan estudiado y optimizado una serie de sitios, se puede estar en la posibilidad de elegir de entre ellos alguno, para pasar a su etapa final de diseño y construcción.

2.- Beneficios económicos y sociales al desarrollar proyectos minihidráulicos

La energía minihidráulica es renovable y por tanto tiene como un beneficio inherente el *no producir gases invernadero* como el CO₂. De alguna forma también influyen para reducir el consumo de combustibles fósiles como el carbón o combustóleo. De la experiencia de países que han desarrollado con éxito programas para la construcción de centrales minihidráulicas como es el caso de China ó la India⁽²⁾, se pueden sintetizar los principales beneficios económicos y sociales de la siguiente forma :

- a) *Se reducen los riesgos por inundaciones* .- En aquellas regiones en donde la pendiente de los ríos es pronunciada, en época de lluvias, se presentan inundaciones importantes en las partes bajas, cerca de las planicies costeras. Este fenómeno además es muy rápido lo que no permite prevenir a la población ribereña del peligro. Hace un par de años (1999) se presentó esta situación en la desembocadura de los ríos Cazones y Tecolutla en el Estado de Veracruz. La construcción de pequeñas centrales hidráulicas a lo largo de los principales afluentes de estos ríos (de hecho ya localizados por CONAE⁽³⁾ en 1995), permitiría modificar las características de las avenidas que se presentan, proporcionando una cierta capacidad de regulación, además de cambiar los tiempos de concentración del escurrimiento. Se sabe que la Comisión Nacional del Agua (CNA) ha realizado algunas obras de contención



sobre los ríos mencionados, es decir pequeñas presas derivadoras que cumplen la función ya descrita. Vale la pena buscar la coordinación con esta dependencia para estudiar a detalle las posibilidades de hacer las obras electromecánicas complementarias que requiere una central minihidráulica.

- b) *Se ayuda a evitar la erosión de la cuenca* .- Una serie de pequeñas presas a lo largo de un arroyo permite disminuir el grado de erosión que en forma natural dicho arroyo va ocasionando a lo largo de su cauce. Esto a su vez permite que el suelo que circunda a la corriente de agua tienda a no ser arrastrado por las crecientes que se presentan en época de lluvias.

- c) *Se mejoran las labores agrícolas* .- En las centrales “al hilo del agua” (sin embalse), las pequeñas presas derivadoras (Aprox. 10m de altura) pueden proveer de un almacenamiento modesto de agua susceptible de ser aprovechado para fines agrícolas. La energía eléctrica se puede usar en parte para el bombeo de agua, para la irrigación respectiva. En otros sitios, la presa con fines agrícolas puede ya existir y en este caso solo se requiere la construcción de la obra electromecánica. Esta energía es muy útil en distritos de riego “presurizados”, es decir en donde la irrigación se efectúa preferentemente por medio de bombeo y donde en general se encuentran problemas de suministro seguro y económico de fuerza eléctrica.

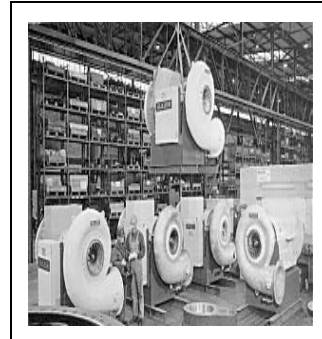


1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

De la experiencia reportada en el caso de China, se ha visto que en las zonas montañosas en donde se han construido centrales minihidráulicas en tan solo una década, se han registrado incrementos de la producción de granos hasta en un 38%. Esto se debe básicamente a que una vez construida la central, se mejora la infraestructura existente en materia de caminos de acceso, almacenes y servicios asistenciales a la población.

- d) *Se propicia el desarrollo agroindustrial* .- El nivel de industrialización es un indicador del grado de desarrollo de las zonas rurales. Las centrales minihidráulicas reducen o eliminan las carencias de electricidad en estas zonas y propician el desarrollo de actividades agro industriales. En zonas montañosas puede acelerar el aprovechamiento planeado de recursos forestales e incluso ser una actividad de mayor importancia que las actividades agrícolas . Para el caso de China, en una década en las 318 comunas en donde se ha llevado a cabo la electrificación rural a base de minihidráulica, se ha logrado la creación de unos 5 millones de empleo y en general se ha visto un incremento en la calidad de vida de sus habitantes. Para el caso de comunidades rurales aisladas (menos de 500 habitantes), el uso de la energía hidráulica, además de la energía eléctrica, se puede enfocar hacia la conversión a energía mecánica para mover molinos, telares, bombeo de agua y otras actividades comunitarias de las que depende en buena medida la economía de dichas comunidades

- e) *Desarrollo económico de la industria metalmecánica* .- De implantarse un programa para desarrollar la minihidráulica en México es probable que muchos de las turbinas, generadores y equipos auxiliares se pudieran fabricar localmente a través de convenios de transferencia de tecnología con diversos fabricantes en el extranjero. De hecho ya existen en el país algunas fábricas con esta posibilidad.



- f) *Derrama económica por la construcción y operación*.- Durante la etapa de construcción de las centrales se emplearía mano de obra de la región adyacente al sitio considerado. Se estima que una central minihidráulica requiere de al menos dos años para su construcción. Posteriormente se requerirá de cierto personal para su mantenimiento y operación. En ambos casos se tiene una excelente oportunidad de capacitación de personal y derrama económica regional.

- g) *Arraigo en las zonas rurales y capacitación* .- La actividad económica propiciada por las centrales minihidráulicas puede influir en aumentar el arraigo de personas que regularmente emigran a EEUU en busca de mejores oportunidades de trabajo. Asimismo es previsible el incremento en sus niveles de capacitación por el tipo de labores a realizar.

3.- Criterios para la determinación de los sitios con mayor viabilidad económica

En el capítulo 1 se mencionó la forma de evaluar la viabilidad económica de anteproyectos minihidráulicos con el apoyo de un modelo para computadora.

Los criterios que determinan dicha viabilidad son:

- El valor presente neto VPN (Millones de pesos)
- El tiempo de recuperación de la inversión (años)
- La relación beneficio / costo (B/C)
- La tasa interna de retorno TIR en %

El modelo de computo referido, hace uso de una “macro” o herramienta de computo, desarrollada por la CONAE en 1994, que precisamente hace los cálculos de las variables económicas indicadas .

Para que un anteproyecto se considere viable desde el punto de vista económico se debe cumplir lo siguiente:

- a) *Que el valor presente neto VPN sea positivo.* - En realidad el VPN es una función que se va calculando para cada año (ver Fig. 8) , a lo largo del período de análisis o vida útil del proyecto. Para una central minihidráulica es típico utilizar 30 como los años de vida operativa. En la realidad se ha visto que éste tipo de centrales pueden durar cerca de 100 años en servicio, desde luego haciendo varias rehabilitaciones a lo largo de este tiempo.
- b) *Que la inversión se recupere en un tiempo razonable.*- Los inversionistas desean recuperar la inversión lo antes posible. Para una central minihidráulica hablar de 8 a 10 años para recuperar la inversión puede ser lo adecuado o razonable. Si se observa de nuevo la fig. 8 se verá que el punto de la función del VPN en donde se hace positivo es precisamente el tiempo en que se recupera la inversión. A partir de este punto dicho valor crece hasta alcanzar un punto de equilibrio hacia el final de la vida útil.
- c) *Que la relación B/C sea positiva* .- Ningún anteproyecto se puede considerar viable si son mayores los costos que los beneficios esperados. Para el ejemplo del sitio Hueytamalco este parámetro se ubicó en 1.28.
- d) *Que la Tasa interna de retorno TIR (%) sea atractiva* .- Los capitales siempre se pueden invertir en diversos instrumentos bursátiles o bancarios. La TIR para la opción de inversión en una minihidráulica debe competir favorablemente con otras tasas de rendimiento. En este ejemplo esta tasa alcanzó un valor de 16.28 % lo que ubica bien a esta opción de inversión para las actuales condiciones del mercado.

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

Para terminar de dar un panorama general de la evaluación económica, a continuación se presentan los resultados obtenidos en el estudio realizado por CONAE de evaluación del potencial minihidráulico en los Estados de Veracruz y Puebla⁽³⁾ en el año 1994.

Se hizo la evaluación de 100 anteproyectos que fueron clasificados como “atractivos”, “regulares” y “malos” atendiendo a dos de las variables económicas; la relación beneficio/costo (B/C) y la recuperación de la inversión en años.

	B/C *	Rec. (años)*
• 26 Proyectos (atractivos).....	2.03	4.3
• 36 Proyectos (regulares).....	1.28	7.0
• 38 Proyectos (malos).....	0.67	15.0

* Valores promedio

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

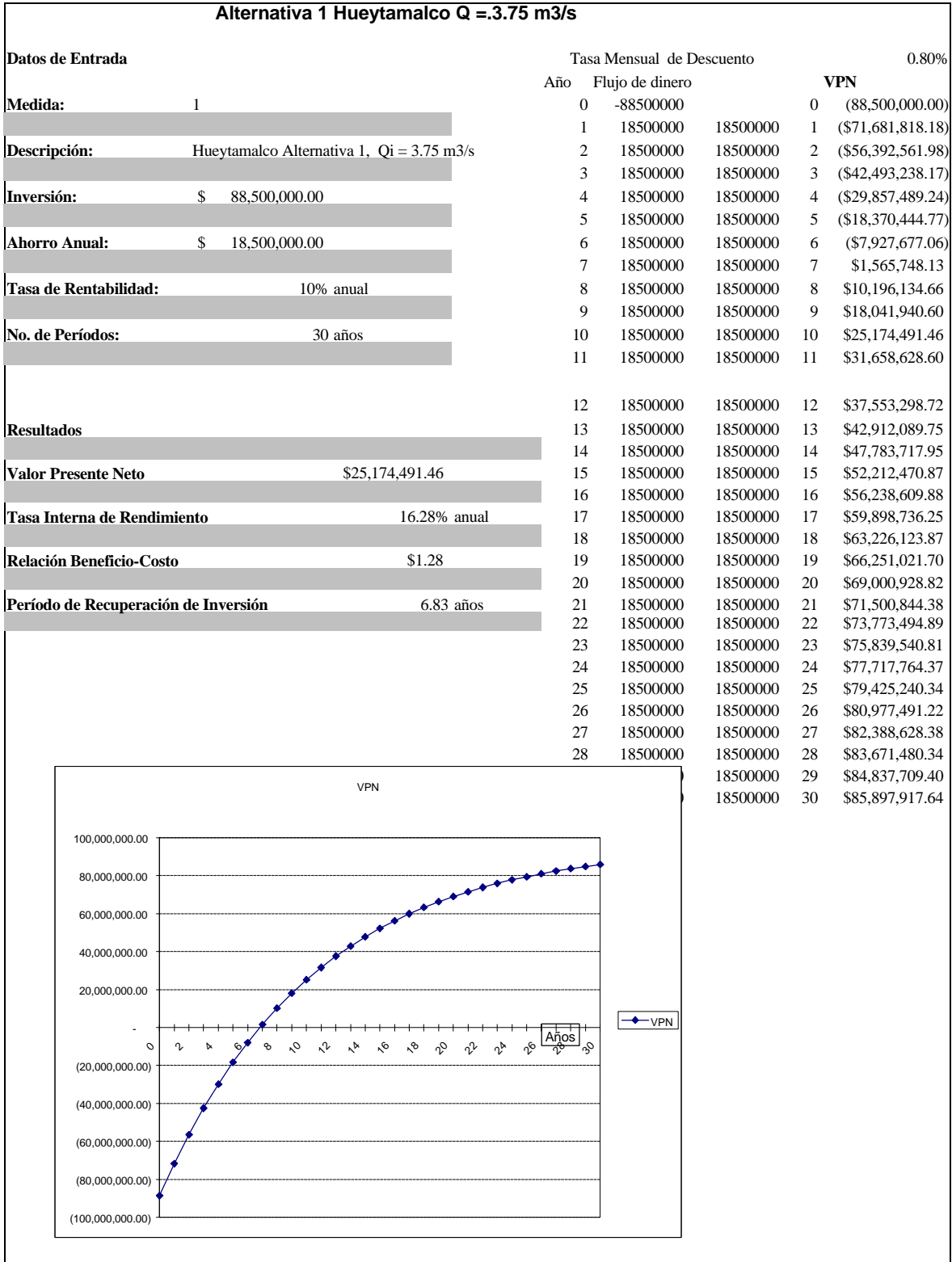


Fig. 8 Ejemplo de cálculo de viabilidad económica

4.- Entorno socioeconómico de la zona de influencia de los proyectos

Los proyectos minihidráulicos por su naturaleza se ubican al fondo de cañadas, al pie de alguna presa pequeña de almacenamiento ó un canal de riego. Dichos sitios se encuentran regularmente alejados de centros urbanos importantes, es decir su entorno es principalmente rural. La energía generada se puede transportar por medio de una línea de transmisión construida ex profeso o bien pagar un porteo por el uso de líneas existentes.



El atractivo principal de la minihidráulica es la posibilidad de reducir costos. *Se puede esperar en forma conservadora que los ahorros vayan de un 20 a un 30 % respecto a las tarifas eléctricas* que cobran las compañías públicas de electricidad.

Bajo estas circunstancias , los interesados en el uso de la energía minihidráulica se pueden clasificar de la siguiente forma :

- a) *Grupos Industriales ó agroindustriales.*- En función de la cantidad de energía que se pueda extraer en forma rentable de una minicentral (1 a 5 Mw) es posible que varios industriales o agroindustriales ubicados en la región ó zona de influencia del proyecto, puedan ser alimentados parcial o totalmente con esta forma de energía. Lo anterior con el apoyo del la figura del “auto-abasto”, prevista en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. No existe una definición precisa de la “zona de influencia” del proyecto pero desde luego habrá que balancear la ubicación de las industrias o agroindustrias vs el pago por el porteo o transporte del fluido eléctrico.
- b) *Los gobiernos municipales .-* Es un hecho que muchos gobiernos municipales del país se ven limitados e incluso en ocasiones imposibilitados de cubrir sus adeudos a la empresa pública de electricidad (CFE) en lo relativo al alumbrado público y al bombeo de agua. En este sentido *es posible que un gobierno municipal se asocie con un desarrollador de minihidráulica para concretar la construcción de una central*



que le permita un abasto parcial o total de energía eléctrica para estos servicios. El gobierno municipal se puede convertir en un socio minoritario, estipulando por escrito la garantía de que consumirá la producción de la minicentral al menos por el tiempo de recuperación de la inversión que puede ser de unos 10 años. También se especifica que su precio de venta serán inferior a la tarifa alternativa vigente de la empresa pública de electricidad (CFE). Los esquemas que se visualizan como los mas atractivos son del tipo BOT o por sus siglas en español COT (construir, operar y transferir). Los municipios tienen a su cargo los sistemas de abasto de agua potable. En este sentido, tienen personal experimentado en la construcción, operación y el mantenimiento de dichos sistemas.

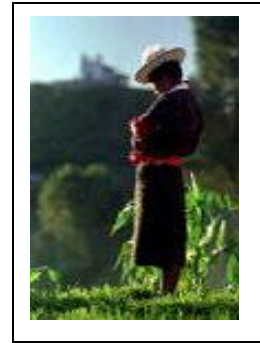
1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

Las centrales minihidráulica tienen mucha similitud con los sistemas de abastecimiento de agua potable lo que favorece los aspectos de capacitación y asimilación tecnológica que se requieren para el éxito operativo deseado.

En resumen los beneficios esperados son:

- Un ahorro importante en el pago de la energía, sin que demerite la calidad de los servicios.
- No se requiere que los municipios ni los gobiernos estatal ó federal realicen inversiones.
- Se promueve el uso de energía limpia no contaminante.
- Los precios de la electricidad que pagan los municipios dejan de depender de la disponibilidad de los hidrocarburos y siempre serán inferiores a los precios de la CFE.
- Los municipios no toman riesgos ni garantizan los pagos a los bancos que hace la empresa ; solamente se comprometen a pagar la energía que consuman.

- c) *Las comunidades rurales aisladas.*- Existen comunidades que por su lejanía a los centros urbanos, se les cataloga como de "aisladas". En dichas comunidades puede o no haber servicio eléctrico. La economía de estas comunidades se centra principalmente en labores agrícolas. También existe una cultura del trabajo productivo en forma comunitaria. Para el mejor desempeño de dichas labores comunitarias se requiere de fuentes energéticas accesibles. Es en este sentido que la opción minihidráulica puede representar un factor importante para apoyar la economía de estas zonas. La energía hidráulica se puede emplear como fuerza o como fluido eléctrico



1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

5.- Los actores en el desarrollo de proyectos

La identificación de los actores principales en el desarrollo de los proyectos de energías alternativas implica poder definir el rol que jugarán en este proceso así como su influencia y las etapas en que participan.

En general podemos distinguir a los siguientes actores principales y el rol que desempeñan⁽⁵⁾:

Actor	Rol que desempeña
Gobierno Federal	Financia el desarrollo de los proyectos a través de asignarles presupuesto y realiza las negociaciones pertinentes para conseguir la ayuda internacional para los programas en cuestión.
Gobiernos Estatales	Financia el desarrollo de los proyectos a través de asignarles presupuesto
Gobiernos Municipales	Estructura de gobierno involucrada en los aspectos relativos a la infraestructura y desarrollo de la zona.
Agencias u Organismos de Desarrollo	Financia el desarrollo de los proyectos a través de la asignación de presupuesto federal.
Comunidades rurales	Organizadas según sus usos y costumbres serían beneficiarios del desarrollo de proyectos
Organizaciones no Gubernamentales ONG's	Fuentes de financiamiento a través de terceros
Sector Privado	Invierte en proyectos que ofrecen adecuados márgenes de recuperación de la inversión.
Cooperativas	Agrupamiento de productores / consumidores con metas comunes
Familias	Unidad básica de producción en sociedades agrícolas
Instituciones de Financiamiento	Invierte en proyectos que ofrecen adecuados márgenes de recuperación de la inversión.
Instituciones Educativas	Su participación se relaciona con la inversión en la mano de obra y el capital humano
Empresa pública de electricidad	orientadas a un propósito y misión específicos
Empresarios Regionales	Buscan negocios con niveles adecuados de ganancia
Empresarios locales	Obtener acceso a financiamiento y tecnología adecuados.

a) El rol del Gobierno

Sin duda alguna el papel del gobierno en el desarrollo e impulso de las energías alternativas es de vital importancia. El rol que juega este actor en los tres niveles en que se ubica (federal, estatal y municipal) se refleja de forma importante en el financiamiento que destina para la construcción o desarrollo de los proyectos referidos, mediante la asignación de presupuesto hacia ellos.

Otro aspecto en que actúa el gobierno es a través del establecimiento de políticas y metas relacionados con las energías renovables así como concientizando a los actores del proyecto de las ventajas y potencialidades del mercado para este tipo de energías en la nación.

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

El gobierno además puede favorecer el desarrollo de estos proyectos mediante la creación de incentivos de tipo fiscal, comercial etc. que los hagan atractivos para la participación del sector privado al alentar su participación. También al facilitar el desarrollo de un ambiente propicio a través de una adecuada estructura institucional, reglamentos, infraestructura de soporte, leyes relativas etc. se puede favorecer la participación de organismos privados por ejemplo a través de joint ventures.

b) El rol del Sector Privado

El rol principal de este actor es el de invertir, para que esto se de es necesario
El sector privado también juega un papel importante en la concientización del uso de energías renovables y del desarrollo de la confianza en su uso por parte de los consumidores así como del efecto que esto puede tener en el crecimiento de este mercado.

c) El rol de las Agencias de Ayuda

Su papel principal es asegurarse de que los recursos destinados a estos proyectos se destinen con apego al desarrollo de los mismos y alentar que en los países en que se recibe dicha ayuda pueda tenerse una mayor transparencia en los costos de la generación de la energía.

También alientan el uso de insumos locales y favorecen el desarrollo de habilidades y conocimiento locales contribuyendo en este sentido a su enriquecimiento.

d) El rol de la Inversión Extranjera

El rol de la inversión extranjera privada es muy importante en estos proyectos. La tecnología utilizada en la aplicación de las energías renovables es por lo general propiedad de compañías y no de gobiernos; es por esto que deberán existir incentivos que alienten y permitan que estas compañías deseen tomar parte en el proceso de transferencia de estas tecnologías.

6.- Estrategia de promoción de proyectos, barreras y acciones recomendadas

6.1 Identificación de barreras

A través de las experiencias acumuladas en diversos proyectos de aplicación de energías renovables, se han podido ubicar una serie de problemas o barreras a los que deben enfrentarse los promotores de la aplicación de este tipo de energías. Wilkins⁽⁵⁾, agrupa y define a este tipo de barreras de la siguiente manera:

a) *Barreras relacionadas con las políticas y programas nacionales.* Son aquellas barreras que se derivan de

- La ausencia de planes y metas claras por parte del gobierno en lo relativo al desarrollo de la energía renovable.
- La carencia de políticas fiscales adecuadas y mecanismos de apoyo (impuestos, obligaciones, precios etc.).
- La falta de claridad y cambios en los planes de las redes de electrificación.
- La falta de acceso a la red.
- La carencia de una planeación integrada entre las necesidades de energía y el desarrollo de los lugares o regiones.
- La falta de consistencia en las políticas adoptadas y burocratismo para la implementación de dichas políticas.
- La falta de enfoque hacia el desarrollo de las energías renovables por particulares

b) *Barreras relacionadas con el intercambio de información, educación y capacitación técnica.*

Estas barreras son aquellas que obstaculizan el acceso a la información, la falta de personal suficientemente entrenado y capacitado y el deficiente o nulo intercambio de ideas y experiencias

c) *Barreras relacionadas con la propiedad intelectual y normas existentes.*

Estas barreras se refieren a la ausencia de leyes claras en el ámbito de la propiedad intelectual, ya que no permiten la transferencia de tecnologías de energías renovables y al deficiente apoyo por parte de las instituciones legales existentes. Asimismo, la falta de normas técnicas y controles de calidad.

d) *Barreras relacionadas con el financiamiento de los proyectos.*

Dentro de estas barreras se ubican todos aquellos problemas que se presentan para la obtención de capitales e inversiones para la ejecución del proyecto, así como la existencia de subsidios inadecuados y el tamaño de las organizaciones.

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

e) *Barreras relacionadas con las estructuras institucionales.*

Entre estas barreras se identifican: la falta de planeación coordinada e integrada en donde se pudieran ubicar este tipo de proyectos, la falta de involucramiento con el proyecto así como complejos procedimientos de planeación.

f) *Barreras relacionadas con los aspectos sociales.*

En este rubro las barreras están constituídas principalmente por la falta de aceptación de la sociedad a este tipo de energías y a la ausencia de participación de la comunidad en el proceso de planeación e implementación del proyecto.

g) *Otras barreras*

Otros obstáculos que se presentan para el desarrollo de este tipo de proyectos son entre otros: la infraestructura existente, la capacidad de pago de la población así como su disposición a pagar, la falta de confianza hacia las nuevas tecnologías, el acceso a los recursos de energía renovable y aspectos técnicos.

6.2 Acciones recomendadas

Existe un potencial promisorio para que la tecnología de energías renovables contribuya al desarrollo sustentable en las naciones en proceso de desarrollo. El suministro de energía para centros de salud, escuelas, agua potable, salubridad, así como la generación de empleos y derrama de ingresos que pueden generar este tipo de proyectos es atractivo. Los personajes y actores que pueden influir sobre el desarrollo de los proyectos incluye a : políticos desarrolladores, financieros, consultores, industria eléctrica instituciones académicas etc.

Los participantes en estos proyectos pueden ser agrupados de la manera siguiente:

- **Gobiernos de países en proceso de desarrollo** (a nivel nacional y local) incluye a políticos, cuerpos legislativos y reguladores, financieras empresas estatales e instituciones académicas.
- **Gobiernos de países desarrollados**
- **ODA (Overseas Development Assistance)**.- Agencias bilaterales y multilaterales de ayuda y organizaciones internacionales no gubernamentales.
- **Organizaciones privadas** incluye a desarrolladores, compañías constructoras, fabricantes, instituciones financieras, consultores y empresas privadas de electricidad

Cada participante tiene su rango de influencia sobre el éxito en los proyectos de energía renovable y la transferencia de tecnología. Las barreras que hay que superar para lograr el desarrollo pueden superarse si cada uno de los actores y participantes desempeña su papel para lograrlo.

En el cuadro siguiente se presentan las acciones principales y de soporte o de asistencia que se consideran pertinentes para cada uno de los participantes identificados

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

Acciones a realizar	Gobierno de país en desarrollo	ODA	Sector Privado	Gobierno de país desarrollado
Políticas y programas nacionales				
Establecer políticas y metas claras respecto de la energía renovable (ER)	●	○		
Eliminar o reducir la deuda por importación e impuestos sobre tecnología de ER	●			
Planes ,metas y políticas claras y definidas con respecto a la electrificación rural.	●	○		
Creación de mecanismos de apoyo que ayuden al fondeo de proyectos demostrativos o piloto	●			
Planeación integral de la energía y el desarrollo económico de la región.	●			
Revisión de las normas de planeación para agilizar los proyectos de ER	●	○		
Crear un departamento de ER u otro organismo que sea el responsable de la coordinación, desarrollo y planeación de la ER	●			
Eliminar o reducir los subsidios a combustibles fósiles y tarifas eléctricas.	●			
Reestructuración del mercado eléctrico, (transparencia de los costos)	●	○		

● Acción principal

○ Acción de soporte, asistencia

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

Acciones a realizar	Gobierno de país en desarrollo	ODA	Sector Privado	Gobierno de país desarrollado
Intercambio de información, educación y capacitación				
Evaluación de recursos	●	●	○	
Evaluación del mercado	●	●		○
Estudios de pre-viabilidad y viabilidad	●	●		
Recopilación, análisis, y difusión de información relativa a la ER por el organismo encargado. El objetivo es reconocer la importancia del mercado potencial para las ER. Se busca crear confianza entre los diferentes actores	●			
Propiciar la colaboración y cooperación entre diversos bancos de información a nivel nacional e internacional relacionadas con ER.	●	●	○	○
Elevar la percepción de la industria respecto de la potencialidad de los mercados de ER en los países en proceso de desarrollo.	○			●
Educación y elevación de la percepción de las empresas públicas de electricidad respecto del potencial de los sistemas de ER para contribuir a la electrificación rural.	●	○		
Introducir conceptos de ER en la educación en las escuelas y educación técnica específica en las universidades.	●			
Capacitación de instructores	○	●		
Elevar la concientización en las localidades a través de los medios de comunicación adecuados.	●		○	
Entrenamiento de lugareños en habilidades técnicas y de mantenimiento.	○	●	●	

● Acción principal

○ Acción de soporte, asistencia

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

Acciones a realizar	Gobierno de país en desarrollo	ODA	Sector Privado	Gobierno de país desarrollado
Propiedad intelectual y normas existentes				
Fortalecimiento de instituciones legales	●	○		
Fortalecimiento de la legislación nacional respecto de los derechos de propiedad intelectual	●			
Cumplimiento de los reglamentos de la Organización Mundial de Comercio	●			
Establecimiento de normas para las tecnologías ER y equipos o aparatos en corriente continua, como guía para los usuarios, instaladores y desarrollados.	●	○	○	
Financiamiento e Inversión				
Obtención de concesiones y préstamos blandos para los proyectos piloto o demostrativos	●	●		
Obtención de concesiones y préstamos blandos para la implementación de los proyectos a gran escala.		●		
Capacitación a instituciones financieras en la evaluación de los proyectos de ER (determinación del riesgo) y paquetes de microfinanciamientos.	○	●		
Obtención de respaldos y garantías de préstamos para los usuarios de zonas rurales.	●	○	●	
O t r o s				
Desarrollo de infraestructura de apoyo para los sistemas de ER (personal capacitado, disponibilidad de refacciones etc.)		○	●	
Tecnología de ER , Investigación y desarrollo	○		●	○
Establecimiento de “Joint Ventures” para la fabricación local con transferencia de tecnología	●		●	

- Acción principal
- Acción de soporte, asistencia

REFERENCIAS

1. Metodología para evaluar centrales minihidráulicas. CONAE (Ing. Luis H. Valdez). Junio 1999
- 2.. Atlas Mundial de Minihidráulicas 2001. Agencia Internacional de Energía www.smallhydro.com
3. Situación de la Minihidráulica en México y potencial en los estados de Veracruz y Puebla. CONAE (Valdez Ingenieros S.A. de C. V.) 1995
- 4.Autoabastecimiento. Una oportunidad de ahorro en energía eléctrica. Corporación Mexicana de Hidroelectricidad S.A. de C. V. Enero 2000
- 5.-Keys to the Success of Fun Renewable energy for rural development. Ms.Gill Willkins. 2000-2001 APEC Energy R&D and Technology Transfer Seminar. Morelos, Mexico.

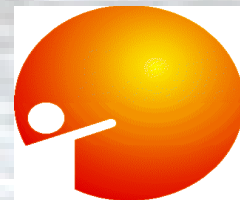


Curso Tecnológico

Introducción a la evaluación económica de proyectos

Orizaba, Ver.

Agosto, 2002



ANES

INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS ECONÓMICO DE PROYECTOS ENERGÉTICOS

(PARTE 2)

Generalidades

1 VALOR DEL DINERO EN EL TIEMPO

1.1 VALOR DEL DINERO A TRAVÉS DEL TIEMPO

La evaluación financiera de proyectos se sustenta en el concepto del valor del dinero a través del tiempo. En efecto, un peso disponible en el momento actual tiene un valor mayor que un peso que se reciba en el futuro, debido a que el primero ganará un cierto interés o rendimiento al ser invertido. Cabe destacar que esto es válido aun cuando no existiera inflación. El valor del dinero a través del tiempo se mide mediante una tasa denominada tasa de descuento. Según el caso, ésta puede definirse como la tasa de interés que se obtendría al depositar el dinero en el banco (tasa pasiva), la tasa de rendimiento mínima que se desea obtener del proyecto o algún otro criterio.

Un proyecto de inversión puede representarse a través de su flujo de efectivo, que muestra la serie de desembolsos requeridos (inversión inicial, costos de operación y mantenimiento, costo de la energía consumida, etc.) e ingresos generados (beneficios o ahorros) en cada período de su vida útil. Como los flujos se realizan en puntos del tiempo diferentes, es atractivo manejar los montos de dinero en moneda constante, es decir, deflactados de la inflación. Esto significa que por ejemplo, que si el precio de la energía se prevé que crecerá al mismo ritmo de la inflación, se manejará un precio constante a través de la vida útil del equipo. Si por otra parte, se espera que el precio aumente a una tasa anual mayor en 1% que la inflación, se presentarán costos de la energía al 1% anual. Aún cuando los flujos de efectivo se expresen en moneda constante, el dinero debe valorizarse en el tiempo; en este caso mediante una tasa de interés en términos reales, es decir por encima de la inflación.

1.2. RELACIONES DE EQUIVALENCIA

Las fórmulas de equivalencia para manejar flujos de efectivo a través del tiempo, mediante una tasa de descuento "i", son las siguientes:

Valor futuro (F) en el período "n" de una cantidad presente (P)

$$F = P \cdot (1 + i)^n = P \cdot [F/P, i, n]$$

Valor presente de una cantidad futura

$$P = F / (1 + i)^n = F \cdot [1 / (1 + i)^n] = F \cdot [P/F, i, n]$$

Valor presente (P) de una serie de "n" flujos de efectivo uniformes (A)

$$P = A \cdot \left\{ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right\} = A \cdot [P/A, i, n]$$

Cabe destacar que la expresión anterior es una forma simplificada del siguiente cálculo

$$P = A / (1+i) + A / (1+i)^2 + A / (1+i)^3 + \dots + A / (1+i)^n$$

Anualidad equivalente de una cantidad presente

$$A = P \cdot \left\{ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right\} = P \cdot [A/P, i, n]$$

Las relaciones anteriores son válidas para flujos de efectivo que ocurren de la siguiente manera

F en $t = n$

P en $t = 0$

A desde $t = 1$ hasta $t = n$

1.3. SISTEMAS DE AMORTIZACIÓN DE CREDITOS

Existen diversos sistemas de amortización de créditos. La adopción de uno de ellos depende de las políticas de recuperación que sigan las instituciones financieras o acreedores, así como de la capacidad de pago o conveniencias del solicitante de crédito. Dos de los principales esquemas de amortización para préstamos a mediano y largo plazo, se describen y comparan a continuación, para un crédito de \$ 1,000 contratado a una tasa fija de 10% anual y un plazo de cuatro años. Cabe destacar que en todos los casos los intereses devengados se calculan sobre el saldo insoluto.

El sistema más sencillo consiste en realizar amortizaciones (del principal) de igual magnitud. Con este sistema, el pago total en cada período decrece en cantidad constante.

Amortizaciones iguales

Año	Saldo Inicial	Intereses	Amortización	Pago	Saldo Final
1	1000	100.00	250.00	350.00	750.00
2	750.00	75.00	250.00	325.00	500.00
3	500.00	50.00	250.00	300.00	250.00
4	250.00	25.00	250.0	275.00	0

Una segunda alternativa de contratación de crédito consiste en efectuar pagos totales constantes. En este esquema, el pago se determina calculando la anualidad equivalente al monto del crédito; la amortización del principal, en cada período, es la diferencia entre el pago realizado y los intereses devengados sobre el saldo insoluto. Es de notar que las amortizaciones son cada vez mayores, debido a la disminución progresiva del saldo y, en consecuencia, del monto de intereses

Pagos iguales (o pagos nivelados)

año	Saldo inicial	Intereses	Amortización	Pago	Saldo final
1	1,000.00	100	215.47	315.47	784.53
2	784.53	78.45	237.02	315.47	547.51
3	547.51	54.75	260.72	315.47	286.79
4	286.79	28.68	286.79	315.47	0

Nota: $\text{Pago} = 1,000 \cdot [A/P, i = 10\%, n = 4] = 1,000 \cdot (0.31547)$

A efecto de mostrar las características de los principales sistemas de amortización, en los ejemplos anteriores se usó una tasa constante; sin embargo en la práctica, los créditos se contratan a tasas flotantes (variables), determinadas sobre la evolución de indicador base. Por ejemplo, los préstamos en moneda nacional se establecen comúnmente con tasas activas referidas a la tasa líder

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

pasiva más algunos puntos porcentuales que constituyen el margen de utilidad bruta para el ente acreedor. La tasa líder pasiva en cada período es la máxima entre el CPP (costo de captación porcentual promedio de la banca, estimado mensualmente por el banco de México), la tasa de CETES (certificados de la tesorería de la federación, es decir, la tasa que paga el Estado por su deuda en moneda nacional) o la TIIP (tasa de interés interbancaria promedio, que es la tasa a la cual los bancos se prestan entre ellos al muy corto plazo). Para créditos en dólares, en Estados Unidos se otorgan a la tasa PRIME RATE (tasa preferencial a la que prestan los bancos comerciales a sus mejores clientes) más de uno a tres puntos porcentuales dependiendo del riesgo asignado al solicitante del crédito. En el mercado de euromonedas de Londres, la base es la tasa LIBOR (London Interbank Offered Rate, actualmente 6% para dólares). La revisión de las tasas puede ser mensual, trimestral, semestral o anual. Según la evolución del indicador base antes citado; así, la tasa revisada se aplicará sobre el saldo insoluto del período, según el esquema de amortización adoptado.

Ejercicio:

Calcular las tablas de amortización de un crédito de \$3,000.00 contratado a tres años y pagos anuales sobre la base de tasa líder + 10%. La tasa líder fue 20% en el primer año, 30% en el segundo y 25% en el tercero.

Amortizaciones iguales

Año	Tasa	Saldo Inicial	Intereses	Amortización	Pago	Saldo Final
1						
2						
3						

1.4 TIPOS DE TASAS DE INTERES

Interés compuesto

El concepto de interés comúnmente utilizado es el denominado compuesto, debido a que los intereses devengados y no pagados en un período generarán a su vez

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

intereses en el siguiente. Por ejemplo, si se depositan 1,000 en una cuenta que paga una tasa de interés de 20% anual, al final de un plazo de tres años, se reinvierten los intereses generados, la cantidad total que acumulada será:

$$F = P * [F/P, i = .020, n = 3] = 1,000 * [(1+0.20)^3] = 1,000 * 1.728 = 1,728$$

Debido al proceso de capitalización de intereses que se describe en la siguiente tabla

Año	Cantidad al inicio del año	Intereses en el año	Cantidad al final del año
1	1,000	200	1,200
2	1,200	240	1,440
3	1,440	288	1,728

Si en el ejemplo anterior se deseara retirar cantidades uniformes de dinero al final de cada año, dicha anualidad y su composición anual entre capital e intereses sería:

$$A = P * [A/P, i = .020, n = 3] = P * \{[(0.20) * (1+0.20)^3] / [(1+0.20)^3 - 1]\} = 1,000 * (0.4747) = \mathbf{474.70}$$

año	Capital al inicio del año	Intereses en el año	Retiro total al final del año	Retiro de capital en el año	Saldo de capital al final del año
1	1,000	200.00	474.70	274.70	725.30
2	725.30	145.00	474.70	329.70	395.60
3	395.60	79.10	474.70	395.60	0

Es de notar de la tabla anterior que los intereses se generan sobre el saldo de capital remanente

Interés nominal anual, interés efectivo del período e interés equivalente anual

Las tasas de interés que se pagan por un crédito o que se reciben por una inversión en un instrumento de una renta fija, por ejemplo CETES, están expresadas nominalmente en base anual considerando 360 días al año. Por ejemplo, si se depositan 1,000 en un pagaré bancario a 28 días, a una tasa de 30%, al vencimiento se dispondrá de

$$1,000 * [1 + (0.30/360) * 28] = 1,000 * [1 + 0.02333] = \$1,023.33$$

es decir, la tasa efectiva (i_r) a 28 días es 2.33%

Si en el ejemplo anterior las tasas no cambiaran durante todo el año, y si se reinvirtiesen capital e intereses durante 13 períodos de 28 días, al final se tendría

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

$$1,000 * [(1+0.02333)^{13}] = 1,000 * (1 + 0.3496) = \$1,349.60$$

lo cual significa que la tasa equivalente a 364 días (13*28) es de 34.96%, mientras que a 365 días la tasa equivalente sería de 35.07%, según se muestra a continuación

$$i_{eq} = \{[(1 + 0.02333)^{365/28}] - 1 = [(1 + 0.02333)^{13.036}] - 1 = 1.3507 - 1 = 0.3507$$

En la evaluación financiera de proyectos de larga vida útil, los flujos de efectivo se manejan en términos anuales; en consecuencia, para la adecuada evaluación de rentabilidad se requiere transformar las tasas de interés nominales a tasas efectivas del propio período y luego transformarlas a tasas equivalentes anuales.

Pseudo interés e interés efectivo

Existen sistemas de crédito donde la tasa de interés que se especifica no refleja apropiadamente la verdadera tasa involucrada y no pueden tomarse decisiones adecuadas.

Así en créditos de corto plazo se acostumbra cobrar los "intereses" por adelantado y el monto total solicitado se liquida al final del plazo, por lo cual la tasa de interés efectiva verdadera (i_f) debe ser calculada. Por ejemplo, bajo este enfoque, si se solicita un préstamo de 1,000 a pagarse dentro de 180 días, a una tasa semestral de 20%, el solicitante recibiría solamente:

$$P = 1,000 - (0.20 * 1,000) = 800$$

En tanto que debe pagar \$1,000 al término del plazo; en consecuencia, la tasa efectiva verdadera a 180 días de este préstamo, es aquella que iguala a ambas cifras,

$$800 * (1+i_f) = 1,000$$

$$i_f = (1,000/800) - 1 = (1.25) - 1 = 0.25 = 25\%$$

es decir, la tasa efectiva realmente cobrada es 25 % por 180 días .

Otro caso de utilización de pseudotasas de interés ocurre en compras a crédito de bienes de consumo duradero, en las cuales se maneja el término de "tasa mensual global ". Por ejemplo, un bien con precio de lista de \$1,000 puede comprarse a crédito en 12 mensualidades al 2% de interés global mensual --o bien de contado a un precio de \$900--, el pago mensual que se calcula como:

$$\text{Mensualidad} = [1,000 + (1,000)(0.02)(12)]/12 = 103.33$$

Por consiguiente, la tasa mensual efectiva verdadera es aquella que iguala el valor presente de las 12 mensualidades con el valor de contado

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

$$900 = 103.33 * [P/A, i 0 i_f, n = 12],$$

que por prueba y error es 5.4% y no 2%. Esta enorme diferencia es debido a que, por una parte, los intereses se pagan sobre el monto inicial y no sobre saldos insolutos, mientras que por otra, hay un descuento de 10% en compras de contado .

Interés real (tasas en moneda constante)

Las tasas de interés que pagan los bancos (tasas pasivas) permiten al inversionista compensar la inflación y recibir, además, un premio o utilidad real.

Por otra parte, las tasas (activas) que cobran las instituciones de crédito están determinadas por las tasas pasivas más un margen de utilidad bruta. Si bien ambas tasas en moneda corriente son muy cambiantes según la evolución del índice de precios, son relativamente estables una vez que se descuenta la inflación, para períodos anuales, como es el caso de UDI'. Así, las tasas reales (r) resultan de sustraer la inflación (f) de las tasas en moneda corriente (R), mediante la relación de Fisher descrita a continuación

$$1 + r = (1+R)/(1+f)$$

de la relación anterior puede demostrarse que

$$R = r + f + (r*f) \text{ y}$$

$$r = (R - f) / (1 + f)$$

La tasa normalmente es pequeña; en caso de que la inflación también lo fuera, el producto $r*f$ podría despreciarse y la tasa R sería aproximadamente la igual a la suma de la tasa real y la inflación. Nótese también que la tasa real es menor que la diferencia entre la tasa en moneda corriente y la inflación, especialmente cuando a la inflación es grande.

Ejemplo: si durante los últimos 12 meses la tasa de interés efectiva fue 40% y la inflación acumulada 30%, en ese período la tasa en moneda constante (o tasa real) fue 7.7% $[(40\%-30\%)/1.30]$, la cual se esperaría se mantenga en el futuro en un nivel relativamente similar aunque la inflación aumente o disminuya en un rango razonable. Las variaciones futuras de la tasa real dependerán de la certidumbre en la economía, la disponibilidad de dinero en el mercado y otros factores de política económica y monetaria.

En países en desarrollo, con inflación alta y/o impredecible, los estudios de rentabilidad de proyectos frecuentemente se analizan con flujos de efectivo en moneda constante. Cabe destacar que, en estos casos, la tasa de interés o de descuento a utilizar debe estar deflactada de la inflación, a efecto de hacer constante el análisis.

2. METODOS PARA EVALUACION FINANCIERA DE PROYECTOS.

2.1 METODO DEL PERIODO DE RECUPERACION

Concepto

Este método consiste en medir el tiempo que tarda un inversionista para recuperar, mediante los ingresos (en moneda constante) que produce el proyecto, la cantidad invertida inicialmente. Como se basa en el flujo de efectivo en moneda constantemente, considera únicamente a la inflación como medida del valor del dinero en el tiempo. El criterio de aceptación del proyecto lo establece el inversionista definiendo el período máximo en que se debe de recuperar la inversión.

Existen muchas objeciones para el uso de este método, entre las cuales destacan las siguientes:

No considera cambios en el valor del dinero en el tiempo, excepto la inflación; la decisión de si el proyecto es o no aceptable depende de un criterio subjetivo; es una medida de liquidez y no de rentabilidad, ya que el objetivo principal de un proyecto no debe ser recuperar el desembolso en el menor tiempo sino la rentabilidad que produce en su vida útil; no se consideran la magnitud ni la distribución en el tiempo de los ingresos o egresos posteriores al período de recuperación.

A pesar de estos inconvenientes, es un criterio de decisión muy utilizado por los inversionistas como una forma de protegerse ante la incertidumbre futura y la escasez de capitales. Además, es una herramienta útil para valorar preliminarmente proyectos que no tengan un análisis muy detallado. Por último, este método no es válido para evaluar alternativas que no sean mutuamente excluyentes.

Ejemplo: Si un proyecto requiere un a inversión inicial de \$1,000.00 y genera ingresos por \$400.00 anuales (en moneda constante) durante 6 años, el período de recuperación es de 2.5 años ($1000/400$). Nótese que si el proyecto tuviera ingresos por 2 años más el período de recuperación sería el mismo.

2.2. METODO DEL VALOR PRESENTE NETO (VPN)

Concepto

Este método consiste en transformar a valor presente, vía una tasa de descuento, todos los componentes del flujo de fondos de un proyecto. Si la inversión total (S_0) se realiza en el tiempo cero ($t = 0$ normalmente representa el momento del inicio de operaciones), el valor presente neto es la diferencia entre dicha inversión y el flujo futuro de fondos actualizados. Si la inversión se desembolsa durante varios períodos previos a la puesta en marcha, el costo total de inversión (S_0) se calcula como el valor futuro (en $t = 0$) de los desembolsos realizados durante el período de construcción. El VPN representa, en valor presente, la magnitud absoluta en que los ingresos equivalentes de un flujo de caja superan a, o son superados por, los egresos equivalentes de dicho flujo.

$$VPN = -S_0 + \sum [S_t / (1+i)^t] \text{ ó}$$

$$VPN = VP_{\text{beneficios}} - V_{\text{p}}_{\text{costos}}$$

Donde S_t es el componente neto del flujo de efectivo en el año $t(1,2,\dots,n)$, normalmente de signo positivo.

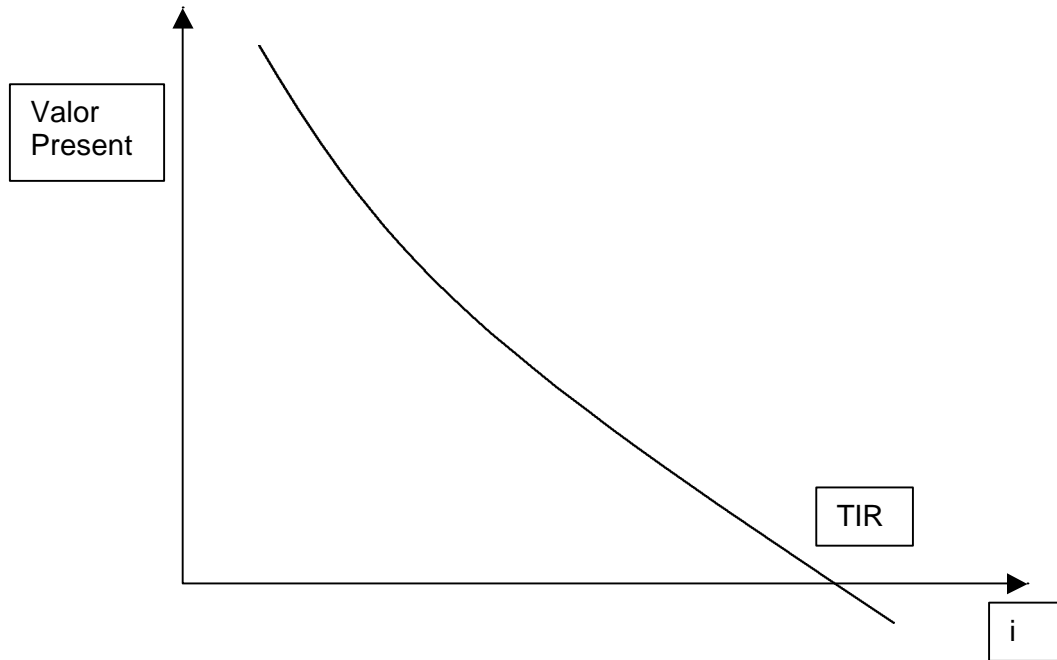
En este y otros métodos que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo, cabe destacar que la tasa de descuento o actualización (i) apropiada debe determinarse externamente al proyecto, tomando como alternativa el uso alternativo que se le puede dar al dinero y el riesgo de realizar la inversión. Es común utilizar indebidamente como tasa de descuento la tasa de interés que se paga por la deuda, en lugar de un valor mayor que tome en cuenta el costo de oportunidad para el inversionista y que denominaremos tasa de rendimiento mínima atractiva (TREMA).

Si el valor presente neto es positivo significa que los beneficios son mayores que los costos y, también, que el rendimiento que se espera obtener del proyecto de inversión es mayor que el rendimiento mínimo atractivo requerido por la empresa. En este caso, el proyecto debe emprenderse.

El valor presente neto tiene ciertas características que lo hacen adecuado como base de comparación: considera el valor del dinero en el tiempo de acuerdo al valor de " i " escogido para los cálculos; sitúa el valor equivalente de cualquier flujo efectivo en un punto particular en el tiempo ($t=0$) y en un solo índice; cualquiera que sea la sucesión de ingresos y egresos del flujo de fondos, el valor presente neto será único para un valor dado de " i ".

Para proyectos típicos, caracterizados porque demandan desembolsos en su etapa inicial y generan ingresos en lo sucesivo, el valor presente para diferentes valores de " i " se comporta como aparece en la siguiente figura, aunque para otro tipo de flujos cabe la posibilidad de tener comportamientos diferentes.

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica



En este gráfico se puede observar que el valor presente neto de un proyecto decrece conforme se utilizan tasas de descuento cada vez mayores, y, por lo tanto, la probabilidad de aceptarlo es cada vez menor. Esto es debido a que con tasas altas una cantidad futura representa un monto pequeño en el presente.

Selección de proyectos mutuamente excluyentes.

Cuando se tienen varios proyectos alternativos para un mismo fin, se puede calcular el valor presente neto de cada uno de ellos y seleccionar aquel que tenga el valor presente máximo positivo, siempre que los ingresos y egresos de cada flujo de efectivo sean conocidos. Como en la evaluación de proyectos de ahorro de energía sólo los costos son conocidos, se seleccionará la tecnología que minimice el valor presente de los costos netos incurridos para proporcionar los servicios que se requieren (vapor, fuerza motriz, iluminación u otro).

Existe otro enfoque más para la evaluación de proyectos mutuamente excluyentes, denominado análisis incremental. Se basa en el principio de que el incremento de inversión que requiere una alternativa, respecto a otra de menor desembolso inicial, debe generar beneficios adicionales en valor presente de magnitud suficiente para justificar dicho aumento en la inversión.

Cuando se comparan dos alternativas bajo el enfoque incremental, el primer paso consiste en determinar el flujo de efectivo que representa la diferencia entre dos

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

flujos. Después, la selección de una alternativa en particular se basa en la evaluación de la deseabilidad económica del incremento adicional de inversión requerido por una alternativa sobre la otra. Se considera deseable tal incremento si produce un rendimiento superior a la tasa de rendimiento mínima atractiva. En otras palabras, se considera que el incremento es deseable, y que la alternativa que lo requiere es mejor, si su valor presente es mayor que cero.

Cuando se evalúa una tecnología ahorradora de energía contra una convencional, el análisis incremental es particularmente útil por la transparencia con que exhibe los costos y beneficios de tomar una opción de mayor inversión (la ahorradora) que otra (la convencional). Ambas alternativas tienen en común el abastecimiento de los servicios requeridos por la empresa. Esto significa que en ambos casos se incurrirán en costos para brindar los servicios mencionados, indispensables para el desarrollo de las actividades de la industria, con un beneficio en el proceso productivo que no puede estimarse monetariamente pero que es igual en las dos alternativas. Como consecuencia, los flujos de efectivo de las alternativas a evaluar comprenden casi exclusivamente costos. Sin embargo, cuando se aplica este enfoque, el flujo de efectivo incremental entre dos alternativas muestra la inversión adicional necesaria para conseguir beneficios netos en el abastecimiento de los servicios de energía derivados de ahorros en la compra de energía. Cabe destacar que cuando se analizan varias tecnologías eficientes es atractivo comparar cada una de ellas contra la tecnología convencional (caso base).

Cuando las tecnologías a evaluar tienen diferente vida útil (un foco incandescente vs. una lámpara fluorescente compacta), el cálculo de VPN requiere de repetir el flujo de efectivo de la tecnología de vida corta hasta que coincida con la vida útil de la otra tecnología.

2.3. METODO DEL VALOR ANUAL EQUIVALENTE (AE)

Concepto.

Consiste en transformar a anualidades equivalentes uniformes todos los ingresos y gastos, incluyendo la inversión inicial, que ocurren durante la vida económica de un proyecto. La AE también puede calcularse transformando a anualidades equivalentes el VPN del proyecto. Si esta anualidad es positiva significa que los beneficios son mayores que los costos y, en consecuencia, el proyecto analizado deberá ser aceptado.

Algebraicamente;

$$AE = VPN * [A/P, i, n]$$

Selección de alternativas mutuamente excluyentes.

Cuando se conocen los ingresos y gastos que generan todas las alternativas de inversión, se seleccionará aquella que tenga el mayor valor anual equivalente con signo positivo. Si todas las alternativas de inversión generan anualidades equivalentes negativas, no se debe realizar ningún proyecto.

En el análisis de proyectos de ahorro de energía, los flujos de efectivo de todas las alternativas, incluyendo el caso base, comprenden casi exclusivamente costos, por lo que deberá seleccionarse aquella opción que represente el mínimo costo anual equivalente.

A diferencia del VPN, cuando las alternativas tienen diferente vida útil, el cálculo de las anualidades equivalentes permite comparar en forma sencilla y clara el impacto económico de cada una, sin necesidad de elaborar el flujo de efectivo para un período de análisis que sea el mínimo común múltiplo de ellas.

2.4. METODO DE LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

La tasa interna de rendimiento (TIR) es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Se define como la tasa de interés i que reduce a cero el valor presente (también el valor futuro y la anualidad equivalente) de una serie de ingresos y egresos.

En términos económicos, la TIR representa el porcentaje o tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, en forma tal que al final de la vida del proyecto el saldo no recuperado sea igual a cero. El saldo no recuperado de la inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto es la fracción de la inversión original que aun permanece sin recuperar en ese momento. El significado de la tasa interna de rendimiento puede comprenderse mejor con el ejemplo mostrado en la tabla siguiente, que tiene una TIR = 15%.

Año	Flujo de efectivo al final del año	Saldo no recuperado al comienzo del año	Interés ganado sobre el saldo no recuperado	Saldo no recuperado al final del año
0	-2,000			-2,000
1	700	-2,000	-300	-1,600
2	700	-1,600	-240	-1,140
3	700	-1,140	-171	-611
4	700	-611	-89	0

Cabe destacar que una de las equivocaciones más comunes que se cometen en la interpretación de la TIR consiste en tomarla como la tasa de interés que se gana sobre el desembolso inicial requerido por el proyecto en cuestión. En el ejemplo anterior se ve claramente que esto no es así; en cambio, el concepto de la TIR es muy similar al de tasa de interés de un crédito que se aplica sobre el saldo insoluto.

Si se tiene un solo proyecto para evaluar, la TIR se calcula de su flujo de efectivo en base al concepto de valor presente neto, valor futuro o anualidad equivalente, llegándose al mismo resultado con cualquiera de ellos. El procedimiento es aprueba y error si se hace manualmente o, de manera rápida, a través de una calculadora financiera u hoja electrónica de cálculo (EXCEL, LOTUS, etc.). La regla de decisión sería emprender el proyecto si i^* es mayor que TREMA y rechazarlo en caso contrario.

Por último es evidente que la TIR no se puede calcular si se tiene para un proyecto de inversión con un flujo de efectivo formado en su totalidad por costos, o bien por ingresos.

Selección de proyectos mutuamente excluyentes

Cuando se desea seleccionar un solo proyecto entre varios posibles, el objetivo del inversionista es emprender aquel que maximice el volumen de utilidad, considerando el valor en el tiempo. Si se calculara la TIR para cada una de las alternativas y se optara por el proyecto que genera la más alta i^* , se estaría adoptando el criterio de maximizar la eficiencia en la utilización del dinero, lo cual podría conducir a decisiones subóptimas. Por ejemplo, si una empresa establece una tasa de rendimiento mínima atractiva de 25%, preferirá un proyecto con una i^* 30% y que requiera una inversión de 100 millones de esos en lugar de una alternativa con desembolso inicial de 5 millones de pesos que genera una i^* de 60% (debido a que esta última tendría un VPN menor). Por lo tanto, en la selección de proyectos mutuamente excluyentes, el método de la TIR debe necesariamente aplicarse en forma incremental para ser consistente con los resultados del valor presente.

Bajo este enfoque, cada incremento de inversión debe ser justificado, es decir, la alternativa de mayor desembolso inicial será la mejor siempre y cuando la tasa interna de rendimiento del incremento en la inversión sea mayor que TREMA. Solamente se puede comparar una alternativa de mayor desembolso inicial con otra de menor inversión si esta última ya ha sido justificada.

Los proyectos de nuestro interés (energéticos), como ya se ha mencionado repetidas veces, tienen flujos formados de costos netos. En consecuencia, el análisis incremental es la única manera de calcular la TIR. La alternativa inicial es la tecnología convencional; esta opción está de antemano justificada por la obvia razón de que necesariamente debe de suministrarse los servicios que proporciona la energía (iluminación, fuerza motriz, calor de proceso, etc.). Los incrementos en las inversiones deberán justificarse por los ahorros en la prestación de los servicios requeridos, con una i^* mayor que TREMA.

Proyectos con múltiples tasas internas de rendimiento

La mayoría de los proyectos de inversión consisten de un desembolso inicial, o una serie de desembolsos iniciales, seguido de una serie de ingresos positivos (proyectos simples). En estos casos existe una sola tasa interna de rendimiento, por lo que la toma de decisiones es como ya se ha mencionado. También se presenta el caso donde no existe la TIR, cuando el proyecto se caracteriza únicamente por costos (o ingresos).

Sin embargo existen propuestas de inversión que tienen múltiples tasas de rendimiento, en los cuales se aplicará otros criterios de decisión que caen fuera del alcance de este curso. Solo cabe mencionar que estas situaciones se pueden presentar cuando el flujo de efectivo neto tiene varios cambios de signo, y no solo uno como en el caso de proyectos simples.

2.5. METODO DE LA RELACION BENEFICIO/COSTO (RBC)

Concepto

Es el cociente entre el valor presente de los beneficios o ingresos de un proyecto, entre el valor presente de los costos o egresos del mismo. Los costos se consideran con signo positivo, ya que el objetivo de este indicador es evaluar, en valor presente, la proporción en que los beneficios superan, o son superados, por los costos del proyecto. El criterio de decisión es emprender el proyecto cuando la relación beneficio/costo sea mayor que uno. Cabe notar que cuando la RBC es igual a 1, el valor presente neto y la anualidad equivalente son cero, en tanto que la tasa interna de rendimiento es igual a TREMA

Algebraicamente,

$$RBC = Vp \text{ beneficios} / Vp \text{ Costos}$$

Selección de proyectos mutuamente excluyentes,

Para ser consistente con el método del valor presente, el criterio de la relación beneficio/costo debe aplicarse en forma incremental, tal como es el caso de la tasa interna de rendimiento. En el caso de proyectos compuestos exclusivamente de costos, la única manera de calcular este indicador es mediante la comparación de alternativas por el análisis incremental de sus flujos de efectivo.

2.6. METODO DEL COSTO NIVELADO (CN).

Es una variante del método de la anualidad equivalente para el caso en que se conozcan solo los costos del proyecto. Con el método del costo nivelado se pretende obtener un costo promedio de la unidad de producción del proyecto (\$/kWh, \$/tonelada de cemento, etc.) considerando el valor del dinero a través del tiempo. Para determinarlo es necesario conocer el programa de producción (en unidades físicas) del bien o servicio que tendría el proyecto. El costo unitario del producto se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$VPC = \sum [(CN) \cdot (P_t)] / (1+i)^t$$

En donde

VPC = Valor presente de los costos del proyecto
P_t = nivel de producción del proyecto en el período t
CN = costo nivelado por unidad de producción

Como CN es la base de evaluación, se considera constante a lo largo de la vida del proyecto.

Por lo tanto, se expresa como:

$$CN = VPC / [\sum (P_t) / (1+i)^t] = (VPC / VPP)$$

Donde VPP es el "valor presente de la producción física", que no tiene significado físico; resulta al despejar CN de la primera ecuación.

Este método es usado por la CFE para estimar el costo unitario de generación (\$/kWh) para cada tipo y capacidad de central eléctrica, desagregado en tres rubros: inversión, combustible y operación y mantenimiento (véase costos y parámetros de referencia para la formulación de proyectos de inversión en el sector eléctrico", COPAR, CFE). Nótese que VPC puede calcularse del flujo de efectivo de los costos del proyecto ; P_t representa la generación neta anual, que se calcula con la potencia instalada, el factor de utilización de la planta y el porcentaje de usos propios de la electricidad. (El COPAR asigna la producción de cada año al inicio del mismo.)

Selección de proyectos mutuamente excluyentes.

Los métodos del costo nivelado y de la anualidad equivalente conducen al mismo resultado cuando se aplican a la selección de proyectos mutuamente excluyentes. La ventaja del primero radica en que la toma de decisiones se hace comparando los costos unitarios de producción (\$/kWh, por ejemplo) y no el costo anualizado de producción.

Para sistemas de cogeneración, la estimación de los costos nivelados para el vapor y la electricidad cogenerados posibilitarían la comparación directa del costo

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

unitario de producir cada uno de estos servicios por un sistema de cogeneración, frente a los costos unitarios de producir vapor y comprar electricidad a través de fuentes convencionales. Sin embargo, a diferencia de una central termoeléctrica convencional, se presenta el problema de la desagregación o asignación de costos entre los dos servicios energéticos. Para distribuir los costos totales de cogeneración entre la electricidad y el vapor, los costos del vapor cogenerado pueden estimarse como los costos que representaría producir la misma cantidad de vapor, con iguales características termodinámicas, a través de una caldera convencional que use el mismo tipo de combustible que el sistema de cogeneración en estudio. Por lo tanto, los costos de la electricidad cogenerada son la diferencia entre los costos totales de cogeneración y los estimados para producir vapor. Para comparar los costos nivelados de los servicios energéticos cogenerados contra los costos de fuentes convencionales, se calculan también los costos nivelados de la producción independiente de vapor y de las compras de electricidad, particularmente cuando se trate de una nueva industria.

2.7. METODO DEL COSTO DE LA ENERGIA AHORRADA

Concepto

Cuando se evalúa la rentabilidad económica de medidas de ahorro de energía es muy conveniente calcular este índice. Básicamente consiste en transformar a anualidades equivalentes, mediante una tasa de descuento, los costos de inversión (y de mto. cuando sea el caso, pero nunca los costos de combustible) de la tecnología eficiente y de la tecnología convencional que se usa actualmente. La diferencia entre ambas anualidades es el costo adicional que tiene el sistema eficiente, el cual se divide entre la energía ahorrada por año. Este resultado es el costo incurrido para ahorrar cada unidad de energía. Cabe hacer notar que ahorrar energía equivale a producir energía con una fuente renovable no convencional (solar, eólica, etc.), así que el CEA puede interpretarse como el costo de producir cada unidad de energía con la fuente no convencional llamada "ahorro". El criterio de decisión es implantar la tecnología eficiente si el costo de la energía ahorrada es menor que el costo de comprar la misma.

La ventaja de este método radica en que la comparación se hace respecto a los precios y tarifas de la energía, y es totalmente consistente con los métodos de evaluación tradicionales. Esto significa que si con el método del VPN o la TIR se selecciona la tecnología eficiente como la más atractiva, el CEA llevará a la misma conclusión. Además, se puede comparar con facilidad tecnologías con diferente vida útil, debido a que se basa en el cálculo de anualidades equivalentes.

Algebraicamente, para proyectos con diferente vida útil:

$$CEA = \{I_f[A/P, i, n_f] - I_c[A/P, i, n_c] + (O\&M_f - O\&M_c)\} / (CE_c - CE_f)$$

Donde:

I = Costo de inversión inicial de la tecnología

O&M = Costos anuales de operación y mantenimiento.

CE = Consumo de energía anual

c, f = Subíndices que indican tecnología convencional y eficiente

2.8. ANALISIS EN MONEDA CORRIENTE VS. CONSTANTE

En países en desarrollo, con inflación alta y/o impredecible, resulta ventajoso realizar los estudios de rentabilidad de proyectos a partir de flujos de efectivo en moneda constante. Cabe destacar que en estos casos la tasa de interés o de descuento a utilizar debe ser en términos reales, es decir, debe estar deflactada de la inflación a efecto de hacer consistente el análisis. Sin embargo, si por alguna razón se prefiere ser explícita la inflación en el flujo de efectivo (moneda corriente), también la tasa de descuento debe incorporarla. Ambas formas de trabajo conducirán al mismo valor presente neto

3. EVALUACION DESPUES DE IMPUESTOS

Los métodos de evaluación discutidos deben aplicarse al flujo de efectivo después que el impuesto sobre la renta (ISR) y la participación de los trabajadores en las utilidades (PTU) han sido considerados. La necesidad de evaluar después de impuestos y PTU es obvia cuando el proyecto sea una planta completa, con personalidad jurídica de empresa. Sin embargo, esto también debe realizarse cuando el proyecto sea la selección de un equipo ahorrador de energía en una empresa existente, debido a que los beneficios obtenidos con el menor consumo de energía se reflejarán en mayores utilidades para la compañía, los cuales estarán sujetos al pago de ISR y PTU.

El ISR es de 34% para personas morales y se calcula sobre la base del ingreso gravable (utilidad fiscal); este último se define como los ingresos acumulables menos las deducciones autorizadas. Las deducciones que se permiten son la depreciación de activos fijos, la amortización de los activos intangibles y el componente real del pago de intereses. La base de cálculo del PTU no es la misma que la del ISR, sin embargo para estos efectos puede considerarse que es también la utilidad fiscal. La tasa de PTU es 10%.

3.1.- EL COSTO TOTAL DE INVERSIÓN

El costo total de inversión incluye todos los costos necesarios y razonables para poner el equipo en su lugar y listo para su uso. Por lo tanto al costo del equipo debe incluirse los fletes y seguros de transporte, así como los costos de instalación y de prueba, los impuestos de importación y honorarios de agentes aduanales.

Además de los costos directos antes mencionados, el costo total de inversión comprende los costos indirectos, relacionados con los estudios de ingeniería y los gastos de administración del proyecto. Los costos indirectos para centrales eléctricas convencionales se estiman del orden del 5% sobre los costos directos para las turbinas de gas, 9% para las térmicas convencionales y 11% para ciclo combinado.

Por otra parte, cuando el período de puesta en marcha del proyecto no sea despreciable, debe tomarse en cuenta los intereses durante la construcción. Este sería el caso de las centrales eléctricas, proyectos de cogeneración, refinerías, etc., que tienen períodos de construcción de dos a cinco años.

Economías de escala

Para una misma tecnología, los costos directos de inversión en planta o equipos industriales presentan economías de escala respecto a la capacidad a instalar, según la siguiente relación:

$$INV_B / INV_A = (CAP_B / CAP_A)^\alpha$$

Donde:

INV_X = Inversión total en la planta o equipo X

CAP_X = Capacidad de la planta o equipo X

α = Coeficiente de economía de escala, cuyo valor es menor a la unidad

La expresión anterior indica que el monto a invertir crece en menor proporción que la capacidad a instalar; en consecuencia, la rentabilidad de un proyecto será mayor a medida que la capacidad de la planta aumente. El grado en que este efecto se presenta, se refleja en el valor del coeficiente α . Las economías de escala ocurren en prácticamente en todos los proyectos industriales. En la gran mayoría de plantas industriales α se encuentra en el rango de 0.8 a 0.6; esto significa que si se duplicara la capacidad a instalar, se requeriría una inversión adicional de solamente 74 o 52%, respectivamente (véase el cuadro siguiente). Cabe mencionar que CFE utiliza $\alpha = 0.75$ para centrales termoeléctricas convencionales.

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

CAP_B / CAP_A	INV_B / INV_A $\alpha = 0.80$	INV_B / INV_A $\alpha = 0.60$
1.5	1.38	1.28
2.0	1.74	1.52
2.5	2.08	1.73
3.0	2.41	1.93
4.0	3.03	2.30

En estudios de previabilidad es común estimar las inversiones a partir de precios presupuestales de los equipos involucrados, cuando no se cuenta con cotizaciones de compromiso. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que los costos varían según el país y a través del tiempo. En este último caso debido a la inflación, por lo cual deben hacerse los ajustes pertinentes. La relación de economías de escala puede utilizarse para estimar los costos de inversión de un sistema de cogeneración, cuando se conoce el monto para un sistema idéntico pero de diferente capacidad.

3.2.- DEPRECIACIÓN FISCAL Y REVALUACIÓN DE ACTIVOS

Como se mencionó anteriormente, la depreciación de activos fijos es una deducción sobre los ingresos permitida fiscalmente, lo cual reduce el pago de impuestos. Los activos fijos son recursos tangibles que, mediante su uso, permitirán generar beneficios a la empresa durante varios años. Tal es el caso de las inversiones realizadas en edificios, maquinaria y equipo, vehículos de transporte, terrenos, etc. Sólo éstos últimos no se deprecian contable ni fiscalmente.

La depreciación se puede definir como el proceso de asignar paulatinamente el costo de inversión en activos fijos, a los períodos en los cuales la empresa recibe los beneficios por el uso de dichos activos. En el concepto de depreciación se deben de considerar dos aspectos: uno es la disminución real del valor del activo causada por el uso, el paso del tiempo, la exposición a la acción de los elementos naturales (lluvia etc.), la obsolescencia tecnológica; el otro, la contabilización de ésta pérdida de valor. El concepto contable de depreciación considera el costo de un activo como un gasto de operación prepagado que se debe de cargar contra las utilidades durante la vida del activo. Este concepto de asignar en parcialidades el costo de un activo en forma tal que el estado de pérdidas y ganancias refleje más adecuadamente el consumo de capital es básico para la información financiera y el cálculo del impuesto sobre la renta.

Teóricamente la depreciación representa el monto de dinero que debe acumularse para la reposición futura del equipo, a efecto de garantizar que la empresa no se descapitalice por la desvalorización de sus instalaciones. Sin embargo, las empresas casi nunca generan un fondo de reserva para estos fines: en cambio, lo destinan a otras inversiones o al consumo, es decir, lo manejan como un fondo adicional de recursos.

Es importante destacar que para la evaluación de proyectos, la inversión inicial en el activo es un desembolso real, en tanto que la depreciación es un gasto virtual (no es parte del flujo de efectivo del proyecto) que sólo se contabiliza a efecto de determinar los impuestos a pagar. Si las deducciones por depreciación son significativas el ingreso gravable disminuye y también, consecuentemente, los impuestos. Cuando las leyes fiscales permiten depreciar un activo en un período corto, tiene como resultado el diferimiento en el tiempo del pago de buena parte de los impuestos. Lo anterior tienen un efecto positivo en la rentabilidad del proyecto, ya que como el dinero tienen un valor a través del tiempo superior a la inflación, conviene pagar después de los impuestos; además, la empresa estará en una situación financiera más cómoda para hacer frente a sus compromisos de pago del capital e intereses de la inversión realizada.

La depreciación que permite la legislación fiscal normalmente es menor que la vida útil real del activo. Existen diversos métodos de depreciación - entre ellos el de la suma de años dígitos y el de saldos decrecientes, permitidos en Estados Unidos- , sin embargo en México sólo es válido depreciar los activos en línea

1ra. Feria Internacional sobre Minihidráulica

recta. Con este método se deprecia cada año una proporción constante del valor inicial del activos, aunque se permite la revaluación anual de los mismos a efecto de compensar la inflación.

La tasa de depreciación anual se determina en función del tipo de activo y de la actividad industrial en la que es utilizado. Por ejemplo, la ley del impuesto sobre la renta permite depreciar a un ritmo anual de:

10% la maquinaria y equipo utilizados en la producción o distribución de energía eléctrica,

5% para los bienes de capital destinados a la producción de azúcar y aceites combustibles,

7% en la industria del papel, petróleo y gas natural

9% para el ramo químico y petroquímico, curtido y fabricación de artículos de piel

Por otra parte, los bienes de activo fijo empleados normalmente por diversos tipos de empresas en el curso de sus actividades se deprecian según a clase de bien. La depreciación anual para algunos de ellos es:

5% los edificios y construcciones (los terrenos no se deprecian)

10% el mobiliario y equipo de oficina

100% los equipos destinados a prevenir y controlar la contaminación ambiental y a la conversión o uso de gas natural

Sobre los equipos anticontaminantes cabe destacar que la tasa de depreciación fiscal se ha aumentado fuertemente como incentivo para la adquisición de dichos sistemas por parte de los industriales. En efecto, hasta septiembre de 1993 la tasa fue de 35% anual, luego subió al 50% y posteriormente se permitió la depreciación total en un solo año. Por otra parte, la depreciación de activos destinados a la producción y distribución de electricidad pasó en 1993 al 10%, frente a una tasa anterior de 3%, como un incentivo a la autoproducción independiente y a la cogeneración, permitidas con la modificación a la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica.

Además de las inversiones físicas los proyectos requieren realizar desembolsos durante la fase previa a la operación. Típicamente los gastos preoperativos incluyen los intereses durante la construcción, asesorías y estudios de preinversión. Las leyes fiscales mexicanas permiten amortizar los gastos operativos a 10 años, en tanto que las erogaciones por asistencia técnica y transferencia de tecnología se hacen al 15%. El concepto de amortizar es el mismo que depreciar; el primero se usa para activos intangibles mientras que el segundo para activos físicos o bienes.

3.3.- APALANCAMIENTO FINANCIERO Y SUS VENTAJAS FISCALES

Desde un punto de vista contable, el pago de intereses se considera un gasto financiero que disminuye las utilidades en el período. Fiscalmente las personas morales (empresas) pueden deducir de sus ingresos el pago de intereses reales (sin el componente de inflación) sobre la deuda contratada, con lo cual se reduce el ingreso gravable y en consecuencia, el pago de impuestos. La deducción autorizada es el pago de intereses en el período fiscal, menos el producto de la deuda promedio por la tasa de inflación, a efecto de considerar solamente el componente real de la tasa de interés pagada.

Esta deducción puede interpretarse como que mientras los acreedores reciben el total de la tasa contratada, el empresario paga el componente inflacionario de la tasa y el 56% de la componente real de los intereses, en tanto que el Estado se hace cargo del 34% de la tasa real y los trabajadores el 10% restante por lo tanto, la contratación de deuda (apalancamiento financiero) para financiar proyectos mejora la rentabilidad del capital aportado por el empresario.

3.4.- EVALUACIÓN DEL PROYECTO TOTAL Y DEL CAPITAL PROPIO

En el capítulo, se considera la evaluación del proyecto se considere como si la empresa aporta el total de la inversión requerida, por lo cual la TREMA correspondía al rendimiento deseado por el empresario para el capital propio.

Sin embargo, si la inversión es financiada parcialmente con deuda y se desea evaluar el proyecto total, la tasa de descuento a utilizar debe ser, en principio, la media ponderada de las fuentes de financiamiento:

$$\text{Tasa de descuento} = [C/(C + D)] * \text{TREMA} + [D/(C+D)] * (\text{TASA ACTIVA})$$

Donde

C = capital aportado por la empresa
D = deuda contratada
C+D = Monto total de la inversión

Si se considera el beneficio fiscal del apalancamiento financiero, con una tasa impositiva de 34% y 10 % de PT, la expresión anterior debe modificarse a

$$\text{Tasa de descuento} = [C/(C + D)] * \text{TREMA} + [D/(C+D)] * (\text{TASA ACTIVA}) * (1-0.44)$$

Tanto la tasa mínima atractiva para el capital propio (TREMA) como la tasa de interés que cobra el acreedor (tasa activa) están expresadas en términos reales, es decir, deduciendo la inflación.

Aunque el uso de la media ponderada de las fuentes de financiamiento como tasa de descuento para evaluar el proyecto total está referida en la bibliografía convencional, es solamente válida bajo supuestos muy restrictivos y debe de considerarse únicamente como una aproximación, la cual será razonablemente válida si el plazo de la deuda es igual a la vida útil del activo.

Como normalmente el plazo del crédito es bastante menor que la vida útil del equipo, es preferible analizar la rentabilidad del capital propio como criterio de decisión de emprender o no el proyecto. En este caso, el flujo de efectivo a analizar debe modificarse. Como inversión se considera sólo el monto aportado por la empresa (capital propio), en tanto que de los beneficios que aporta el proyecto debe restarse el pago de principal e intereses de la deuda.

Si se desea analizar el proyecto total cuando existe financiamiento parcial con deuda y el plazo de ésta no es apreciablemente menor que la vida útil del equipo, no debe restarse de los ingresos el pago de capital e intereses de la deuda; únicamente se ajusta la tasa bajo el concepto de media ponderada.

3.5.- CALCULO DEL FLUJO DE EFECTIVO DESPUÉS DE IMPUESTOS

Como se mencionó anteriormente, en países con alta y/o impredecible inflación, conviene analizar los proyectos en moneda constante y, en consecuencia, usar una tasa de descuento en términos reales.

El flujo de efectivo después de impuestos y PTU no es otra cosa que el flujo de efectivo menos los impuestos y la PTU.

El ISR y, de manera aproximada, del PTU, se calculan anualmente del ingreso gravable. El ingreso gravable de cada año se determina como el ingreso o beneficio anual, menos las deducciones fiscales autorizadas (depreciación de activos fijos, amortización de gastos preoperativos y pago de intereses reales). Como se permite la revaluación de activos al mismo ritmo que la inflación, la depreciación y amortización en moneda constante serán cantidades uniformes (debido a que la inflación se descuenta nuevamente). Para el cálculo de deducción de intereses se aplicará únicamente el componente real de la tasa.

Si se desea evaluar el proyecto total, se usa el flujo de efectivo después de impuestos y PTU. Para el análisis de rentabilidad de capital propio debe restarse además el pago de capital e intereses de la deuda, teniendo cuidado de expresarlos en moneda constante. Debe notarse que en ambos casos se utiliza el pago de intereses reales como una deducción de ingresos en el cálculo de los impuestos; sin embargo, en el análisis del capital propio se descuenta también el pago de intereses del flujo de efectivo después del ISR y PTU debido a que en este caso los intereses son un verdadero flujo de efectivo y no únicamente un medio para calcular los impuestos.

3.6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ANTE LA INCERTIDUMBRE

La evaluación de proyectos requiere determinar una serie de parámetros futuros de costos e ingresos que permiten calcular el flujo de efectivo esperado del proyecto (caso base). Sin embargo, estos parámetros están sujetos a la incertidumbre derivada de la evolución de la actividad económica, del tipo de cambio, de las tasas de interés, de los precios y tarifas de la energía y otros factores. Aún cuando en el caso base el proyecto parece atractivo, debe estudiarse su fortaleza ante el futuro incierto.

Una manera sencilla de considerar la incertidumbre consiste en analizar la sensibilidad de la rentabilidad del proyecto ante cambio en los principales parámetros que afectan el flujo de efectivo. El análisis de sensibilidad conviene realizarlo respecto a la tasa interna de rendimiento (TIR), ya que no requiere especificar de antemano el valor de la TREMA (véase el siguiente cuadro). Para los parámetros más relevantes (el monto de inversión, por ejemplo) resulta atractivo realizar el análisis de sensibilidad de manera gráfica, a fin de considerar un rango continuo y amplio de posibles valores, presentando un indicador de rentabilidad adicional a la TIR, dado que se cuenta con dos ejes verticales(véase el gráfico siguiente).

Si después del análisis de sensibilidad el proyecto continua siendo atractivo, se estaría frente a un proyecto robusto ante el futuro incierto y es, en consecuencia, muy atractivo. En caso contrario debe tenerse mucho cuidado con emprenderlo.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, SISTEMA CON TURBINA DE GAS DE 30 MW			
CONCEPTO	CASO BASE	CASO ALTERNO	VARIACIÓN EN TIR
Vida útil	25 años	20 años	-0.3 %
Costo de operación y mantenimiento	3.0 %	3.5 %	-0.3 %
Costo de respaldo	20 %	10 %	+0.6 %
Tasa de interés	7.8%	6.8%	0.0 %
Tasas de crecimiento del gas y cargo por energía eléctrica	1 y 0.7 %	0.0 %	-0.5 %
Tasas de crecimiento del gas y cargo por energía eléctrica	1 y 0.7 %	2.0 y 1.4 %	+0.5 %