

PRECIOS DE MERCADO Y DE EQUILIBRIO: APLICACIONES A LA EVALUACION SOCIAL DE UN PROYECTO PETROQUIMICO

I. INTRODUCCION

La evaluación privada de proyectos se realiza de modo tal de seleccionar aquella inversión que mejor satisface los objetivos del ente propietario del proyecto, sea éste privado o público. La evaluación social, en cambio, considera la satisfacción de un sistema coherente de objetivos de política económica y la preferencia que la sociedad concede a un proyecto pondera la repercusión del mismo sobre aquel conjunto de objetivos.

La diferencia metodológica entre la adopción de decisiones de ambas clases es simple, pero fundamental: en el primer caso se aplica el análisis de rentabilidad privada; en el segundo se recurre al análisis costo-beneficios sociales, para lo cual: a) se define precios de equilibrio (o "precios sombra"), en reemplazo de los precios de mercado y b) la toma de decisiones se realiza en función de ciertos parámetros y valores sociales, excluyendo así la posibilidad de arbitrariedad de parte del evaluador en la selección de proyectos (1).

El presente artículo constituye una elaboración en base al trabajo de tesis presentado por el autor como requisito parcial para la obtención del grado académico de magister en economía (2). La sección II introduce brevemente los fundamentos teóricos del análisis costo-beneficio, indicando las principales causas del fracaso del mercado en la asignación eficiente- en sentido paretiano - de recursos. En la sección III se considera la determinación selectiva de "precios sombra", distinguiendo entre insumos y productos negociables y no negociables; externalidades; mano de obra; el factor capital y las divisas. En este último caso se consideran proyectos usuarios netos y generadores de divisas. La sección IV introduce el ajuste de los precios de mercado utilizados en la evaluación privada (bienes comercializados y no comercializados; "tasa de cambio sombra" y tasa social de descuento). Finalmente, la sección V reproduce el cálculo de la tasa de Bruno-Krueger para determinar el costo de producir divisas en términos de recursos internos.

II. FUNDAMENTOS TEORICOS DEL ANALISIS COSTO-BENEFICIO

Los trabajos de Eckstein, Mc Kean y Krutilla-Eckstein (3) intentaron, a fin de los años '50, formalizar criterios de inversión en relación a las ideas básicas de la "economía del bienestar", cuyo postulado básico es el óptimo de Pareto (4): ninguna modificación en la asignación de recursos permite mejorar la situación de alguno sin provocar, simultáneamente, una pérdida de bienestar para otros.

Una asignación de recursos es óptima si nadie puede mejorar su situación sin

perjudicar a otro. Toda asignación óptima (en sentido paretiano) es eficiente. La primera pregunta por responder en la evaluación de un programa de políticas públicas concierne a saber si éste representa un movimiento desde un punto de ineficiencia hacia otro eficiente (i.e. sobre la curva de posibilidades de utilidad o lo más próximo a ella) o bien si sólo constituye un movimiento a lo largo de la misma. En este último caso, el criterio del óptimo de Pareto no permite discernir cuál de los puntos sobre la curva de posibilidades de utilidad es preferible.

Si la asignación de recursos es ineficiente en el sentido paretiano, la sociedad se ve impedida de alcanzar el máximo bienestar posible (5). Este resultado es atribuible a la existencia, entre otros, de mercados imperfectos; bienes públicos; externalidades; mercados incompletos e información imperfecta.

III. DETERMINACION SELECTIVA DE PRECIOS SOMBRA

La identificación y valoración de costos y beneficios sociales ofrece dos problemas: **Precios sombra:** los beneficios y costos del proyecto son identificados como tales tanto en la evaluación privada como social, pero poseen diferentes valoraciones. Cualquiera sea la función de bienestar de la sociedad, siempre existirá un cierto sacrificio en utilizar los recursos para determinado fin en lugar de aplicarlos a un uso alternativo. Por lo tanto, para el análisis costo-beneficio los precios relevantes no son los de mercado (si existieran), sino aquellos que reflejan el costo de oportunidad social. **Efectos indirectos:** costos y beneficios que no se identifican como tales por el ente propietario del proyecto, pero afectan a la sociedad en su conjunto (los llamados "efectos redistributivos" del proyecto) (6).

Los **beneficios directos** consisten en aumentar la disponibilidad del bien "X", producido por el proyecto, y/o liberar recursos productivos que, de no realizarse el mismo, se hubieran dedicado a la producción de "X" por parte de otros productores. La mayor disponibilidad de bienes y servicios producidos por el proyecto se evalúan según el beneficio que la sociedad obtiene de cada unidad adicional, es decir, el beneficio marginal social. Los recursos liberados en la producción de "X" por productores alternativos se evalúan según el beneficio marginal social, equivalente al ahorro de costos en recursos productivos, resultante de disminuir su producción en una unidad adicional.

Los beneficios y costos marginales sociales de "X" se igualan a los privados si y sólo si se cumplen las siguientes condiciones: ausencia de externalidades en la producción y el consumo de "X"; inexistencia de monopolio y monopsonio en el mercado de "X"; ausencia de impuestos y subsidios. En estas condiciones coinciden la valoración privada (precios de mercado) y social ("precios sombra") de la producción del proyecto.

La valoración social de los **costos directos** (aumento en la producción de insumos "Y" empleados en la construcción u operación del proyecto y/o disminución en la disponibilidad de los mismos para usuarios alternativos) mide el costo marginal social de la producción adicional del insumo "Y" o, alternativamente, la pérdida de productividad marginal del mismo para la economía. La igualdad de ambos supone satisfacer las mismas condiciones descriptas con anterioridad.

Debido a las imperfecciones de mercado (inclusive las externalidades), los

precios de mercado no reflejan el costo marginal social. Los "precios sombra", en cambio, valoran la producción e insumos del proyecto a su beneficio marginal social o costo marginal social, o una combinación lineal de estos últimos. Por lo tanto, los precios de mercado deben ser ajustados al efecto de una evaluación social.

La determinación de los "precios sombra" según el criterio del costo marginal se puede realizar en forma teórica, i.e. precios de equilibrio macroeconómico (derivados por aplicación de un modelo global de programación lineal) (7) o selectiva. En este último caso, se observan los siguientes criterios: a) Qué recursos figuran de forma destacada en los beneficios y costos del proyecto a precios de mercado? b) En relación a todos los recursos del proyecto, qué precios se apartan más significativamente de los precios sombra?

Ambos criterios se deben aplicar simultáneamente.

Entre los varios métodos disponibles (8) para la determinación de los "precios sombra", la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial recomienda distinguir:

1) **Insumos y productos negociables:** Aquellos que se importarían o exportarían de no existir barreras comerciales (aranceles, cuotas etc.). Cuando los insumos y productos negociables son efectivamente objeto de comercio se denominan comercializados; según sea la política comercial, los bienes serán completamente comercializados; parcialmente comercializados o no comercializados. El bien es totalmente comercializado, si cualquier aumento de consumo (producción) origina más (menos) importaciones o menos (más) exportaciones. En el caso de bienes totalmente comercializados, el "precio sombra" es el precio de frontera o "border price" (i.e. el precio F.O.B. para exportables y el precio C.I.F. para importables) convertido en moneda nacional a la tasa de cambio comercial. El precio no podría subir más porque el bien se importaría antes que pagar más que el precio C.I.F. a los productores locales, y tampoco bajaría porque los productores exportarían antes que vender en el mercado interno a un precio menor que el F.O.B.

Si un bien es negociable no comercializado se debe valorar a su costo económico marginal si el proyecto origina producción adicional o disminuye la producción de competidores nacionales menos eficientes.

2) **Insumos y productos no negociables:** Un bien es no negociable si no se puede importar porque el costo de transporte internacional eleva el precio en frontera por encima del costo interno de producción. Un bien se dice totalmente no negociable si el costo interno de producción supera el precio F.O.B. Caso contrario, el producto sería exportable y se vendería a su precio en frontera F.O.B.

En la valuación de los bienes no negociables se procede de la siguiente manera:

2.1. **productos:** si la mayor producción tiene por efecto aumentar el consumo interno, el "precio sombra" será la disposición marginal a pagar de los consumidores locales. En cambio, si la mayor producción sustituye producción local del mismo bien, su valor está determinado por los costos que se evitan.

2.2. **insumos:** si la producción incrementada de un bien disminuye la disponibilidad del insumo correspondiente, el "precio sombra" de éste es la disposición a pagar por el mismo de parte de los productores locales. Alternativamente, si la demanda

del insumo genera producción adicional, su "precio sombra" corresponde al costo marginal de producción (ejemplo: insumos no negociables de la ingeniería civil de un proyecto).

3) **Externalidades:** Se pueden considerar un caso particular de bienes no comercializados, que carecen de precio de mercado. En ocasiones, en virtud de la legislación vigente o las costumbres, la sociedad no ha diseñado un mecanismo para hacer pagar a los beneficiarios o recompensar a los productores de estas externalidades. En la práctica se conoce muy poco acerca del valor económico de las externalidades pero se recomienda, en la medida de lo posible, su inclusión en la evaluación del proyecto.

4) **Mano de obra:** Las repercusiones del proyecto sobre el empleo de mano de obra pueden consistir en:

4.1. **desplazamiento de obreros empleados en otras actividades:** en este caso, el "precio sombra" equivale al valor de la producción que se deja de obtener. Si se trata de **obreros calificados**, el salario de mercado refleja aproximadamente bien la productividad marginal de la mano de obra y, por lo tanto, su valor económico. (En presencia de presiones sindicales, el salario se puede mantener artificialmente elevado, en cuyo caso este enfoque exageraría el salario sombra). Si se trata de **obreros no calificados y no sindicalizados** (a veces desempleados), para quienes rige una legislación sobre salario mínimo, el salario de mercado no representa adecuadamente (sobreevalúa) el "precio sombra" de la mano de obra.

4.2. **creación de nuevos puestos de trabajo:** a) empleo de trabajadores hasta ahora desocupados: el salario sombra correspondiente es cero porque la productividad de un desocupado es nula. Aún así, ningún obrero estará dispuesto a trabajar por un salario cero (necesidades básicas de alimentación; renuncia a su tiempo libre y a las transferencias recibidas en situación de desempleo, etc), razón por la cual se recomienda computar un "salario sombra" positivo.

b) aumento de la productividad de trabajadores subempleados: el "salario sombra" corresponde a la productividad marginal del obrero desempleado.

c) transformación de empleo rural en urbano: el "precio sombra" de la mano de obra equivale al costo social de la migración desde áreas rurales a urbanas, no sólo del trabajador transferido, sino también de sus acompañantes. Incluye el costo de la provisión de servicios adicionales necesarios (vivienda, electricidad, agua, sanidad, educación, etc.)

d) calificación de trabajadores: el "salario sombra" se equipara al costo de capacitación; si éste lo asume el proyecto, entonces se computa como costo del mismo y los beneficios se reciben en forma de mayor productividad del recurso empleado. Si el obrero calificado se retira del proyecto, l/h capacitación se transforma en una externalidad negativa, que el proyecto puede compensar siempre que incorpore obreros capacitados en otra parte de la economía.

4.3. **incorporación de trabajadores del exterior:** si el proyecto requiere técnicos, profesionales capacitados y de gestión no disponibles localmente, el "salario sombra" equivale a la remuneración que ellos puedan exigir.

5) **Las divisas:** El valor actualizado neto del proyecto debe ajustarse, considerando que las divisas son más valiosas que lo indicado por la tasa de cambio comercial; éste el caso de la mayoría de los países en desarrollo, en los cuales existe un factor

de preferencia por las divisas que representa, aproximadamente, el grado de protección de la economía, es decir, la diferencia entre los precios promedio de mercado y en frontera.

El factor de preferencia de las divisas se aplica únicamente a aquellos bienes valuados a precios en frontera; en este caso, los bienes considerados incluyen los principales insumos y productos así como insumos no comercializados con un apreciable componente en divisas (ejemplo: electricidad producida a partir de petróleo importado).

Se calcula una "tasa de cambio sombra" para dos clases de proyectos:

5.1. usuarios netos de divisas: la "tasa de cambio sombra" es la disponibilidad de los consumidores a pagar por la divisas en forma de bienes importados. Una fórmula aplicable es:

$$TCMs = TCO \cdot \left[\frac{(M + Ti) + (X + Sx)}{M + X} \right]$$

donde: TCMs : tasa de cambio sombra promedio

TCO : tasa de cambio oficial

M : valor C.I.F. de importaciones

X : valor F.O.B. de exportaciones

Ti : derechos de importación

Sx : subsidios de exportación

5.2. generadores de divisas: un procedimiento para determinar el costo de producir divisas es el método de recursos internos, propuesto por M. Bruno y A. Krueger (9):

$$TC_{B-K} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Ci}{(1+rs)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{Si}{(1+rs)^i} - \sum_{i=1}^n \frac{Mi}{(1+rs)^i}}$$

donde: TC = "tasa de cambio sombra" de Bruno-Krueger

B-K

Ci = costos anuales en moneda nacional de los insumos comprados localmente

- Si = ahorro anual en divisas resultante de la sustitución de importaciones a partir del proyecto
 Mi = costos anuales en moneda extranjera de los insumos importados
 rs = tasa de actualización social

6) **El capital:** se presentan dos problemas:

6.1. **valor de los activos fijos:** si se trata de un bien totalmente comercializado, el valor es su precio en frontera. Si es parcialmente comercializado o no comercializado, el precio sombra es el costo económico de producirlo (si aumenta su disponibilidad) o la disposición del consumidor a pagar (si se retira de usos alternativos).

6.2. **renta del capital:** equivale al costo de oportunidad, medido como:

a) costo económico de generar capital a partir de ahorro adicional. El precio del capital es entonces la renta adicional que se debe pagar a los ahorristas para que renuncien al consumo actual (tasa social de preferencia temporal, "s").

b) valor de la producción adicional que ese capital podría generar en usos alternativos (tasa de retorno del proyecto desplazado - o marginal- del sector privado, "k").

El cálculo empírico del "precio sombra del capital" se realiza en base a alguno de los siguientes enfoques (10): costo de oportunidad del capital, interpretado a menudo como la tasa social de descuento, o la tasa social de rendimiento interno del proyecto (valor "crítico" para el cual se anula el valor actualizado neto del proyecto).

En equilibrio, la tasa social de preferencia temporal y el costo de oportunidad del capital se igualan. Sin embargo, con frecuencia existen condiciones de desequilibrio (vg una situación de desinversión con $s < k$), tal que no se trata de usar una única tasa sino ambas, según sea la naturaleza de los beneficios y la clase de los costos evitados.

IV. AJUSTE DE LOS PRECIOS DE MERCADO

El proyecto evaluado tiene por objeto la transformación de recursos naturales abundantes (gas natural) en un combustible líquido (metanol) para ser incorporado en una proporción del 10% al pool nacional de motonaftas. La tecnología seleccionada (presurización de gas de síntesis a baja presión), el estudio de mercado realizado y el adecuado aprovechamiento de las economías de escala indican la conveniencia de instalar una planta de capacidad equivalente a 820 mil tn/año de metanol, cuya estructura de costo total reproduce la Tabla N° 1.

La localización seleccionada para este proyecto es aguas abajo de la recuperación de etano, propano y butano de una una corriente de 25 millones de m³/día de gas natural rica en metano (metano: 93%; etano: 2%; propano, butano y gasolina: 0,5-1%; nitrógeno: 3% y CO₂: 0,5%); es decir, el mismo complejo petroquímico Bahía Blanca. La construcción del proyecto requiere un período de tres años y la vida útil del mismo es de quince años.

El factor de ajuste sobre los precios de mercado indica la magnitud en que éstos deben incrementarse (disminuirse) para reflejar las diferencias entre valores

TABLA N° 1: ESTRUCTURA DE COSTO TOTAL

RUBRO	INSUMO POR m CH ₃ OH	PRECIO (\$/unidad)	COSTO \$/tn CH ₃ OH	COSTO FIJO (\$/año)		COSTO VARIABLE (\$ x 10 ³ /año)			COSTO TOTAL (\$ x 10 ³ /año)		
				Interno	Externo	USO DE CAPACIDAD %			USO DE CAPACIDAD (%)		
						60	80	100	60	80	100
MATERIA PRIMAS											
1. Gas Natural	7.778 tn-cal	0,00473	36,79	-	-	18.100,68	24.134,24	30.167,80	18.100,68	24.134,24	30.167,80
2. Carbón activado	1 x 10 ⁻⁵ tn	4.948,63	0,05	-	41.000	-	-	-	41,00	41,00	41,00
3. Catalizador de Ref.	7 x 10 ⁻⁵ tn	10.746,29	0,75	-	615.000	-	-	-	615,00	615,00	615,00
4. Catalizador Sintesis CH ₃ OH	1,3 x 10 ⁻⁴ tn	15.173,38	1,97	-	1.615.400	-	-	-	1.615,40	1.615,40	1.615,40
SERVICIOS											
5. Agua de Enfriamiento	108 m ³	0,0164	1,77	-	-	870,84	1.161,12	1.451,40	870,84	1.161,12	1.451,40
6. Agua de proceso	1,2 m ³	0,0765	0,09	-	-	44,28	59,04	73,80	44,28	59,04	73,80
7. Vapor	0,01 tn	9,46	0,09	-	-	44,28	59,04	73,80	44,28	59,04	73,80
8. Electricidad	33 kwh	0,04	1,32	-	-	649,44	865,92	1.082,40	649,44	865,92	1.082,40
9. Gas Natural Combust.	450 m-cal	0,00473	2,13	-	-	1.047,96	1.397,28	1.746,60	1.047,96	1.397,28	1.746,60
MANO DE OBRA											
10. Mano de Obra: oper.	6 homb/turno	3,36 hs.	0,197	161,280	-	-	-	-	161,28	161,28	161,28
11. Mano de Obra: capat.	3 homb/turno	1,275 ho/mes	0,01	16,575	-	-	-	-	16,58	16,28	16,58
12. Mano de Obra: superv.	1 homb/turno	1,975 ho/mes	0,03	25,675	-	-	-	-	25,68	25,68	25,68
13. Mantenimiento	-	-	8,35	6.848.000	-	-	-	-	6.848,00	6.848,00	6.848,00
14. Seguros	-	-	3,68	3.016.000	-	-	-	-	3.016,00	3.016,00	3.016,00
15. Impuestos (Planta Overhead)	-	-	5,52	4.524.000	-	-	-	-	4.524,00	4.524,00	4.524,00
COSTO OPERATIVO	-	-	62,76	14.591.530	2.271.400	20.757,48	27.676,48	34.595,80	37.620,42	44.539,58	51.458,74
16. Amortizaciones	-	-	31,84	26.107.167	-	-	-	-	26.107,17	26.107,17	26.107,17
TOTAL COSTO PRODUCCION	-	-	94,60	40.698.697	-	20.757,48	27.676,64	34.595,80	63.727,59	70.646,75	77.565,91
17. Costos de Administrac.	-	-	0,94	771.881	-	-	-	-	771,88	771,88	771,88
18. Impuesto a los Ingresos Brutos	-	-	2,58	-	-	1.271,06	1.694,74	2.118,40	1.271,06	1.694,74	2.118,43
COSTO TOTAL	-	-	98,12	41.470.578	2.271.400	22.028,54	29.371,38	36.714,30	65.770,53	73.113,37	80.456,22

privados y sociales. Este factor se calcula como el cociente entre el precio sombra y de mercado del insumo o producto correspondiente menos la unidad. Si se trata de bienes negociables, debe calcularse previamente el precio en frontera.

Los criterios aplicados y el factor de ajuste obtenido son:

1) **Bienes comercializados:** los bienes objeto de comercio internacional incluidos en el proyecto son gas natural; carbón activado; catalizadores; metanol y equipo principal.

1.1. gas natural: el precio del gas natural comercializado por gasoductos (202 mil millones de m³ en 1980) alcanza a U\$S 4,5/millón de BTU. El 80% de este precio está relacionado con el valor de combustibles líquidos más baratos que el petróleo crudo ,vg. gas oil (11). El Estado argentino, a través de la empresa Gas del Estado, suscribió en 1972 un contrato de provisión de gas natural con Bolivia por 2100 millones m³/año a un precio de U\$S 4,673/millón de BTU. Sin embargo, simultáneamente, Argentina ventea aproximadamente el 12% del gas natural extraído.

Por lo expuesto, y considerando que el mejor uso alternativo del gas natural -reemplazo del fuel oil - podría valorizarlo hasta U\$S 3/millón BTU ,pero enfrenta la restricción del mercado interno(12), se estima que un valor equivalente a U\$S 2/millón BTU representa una valoración positiva del gas en el subsuelo.

Luego, por conversión de unidades, se obtiene:

$$\frac{1.000 \text{ kcal}}{1 \text{ tn-cal}} \cdot \frac{\text{U\$S } 0,0744}{9300 \text{ kcal}} = \frac{\text{U\$S } 0,008}{1 \text{ tn-cal}}$$

Asimismo:

$$\frac{\text{U\$S } 0,008}{1 \text{ tn-cal}} = \frac{\$ 1,2129}{1 \text{ U\$S}} = \frac{\$ 0,0097}{1 \text{ tn-cal}}$$

1.2. carbón activado: se trata de un insumo importable, cuyo precio en frontera corresponde al precio C.I.F. Argentina. Este precio (U\$S 4,08/kg) es equivalente al utilizado en el análisis de rentabilidad privada. En efecto:

$$\frac{\text{U\$S } 4,08}{1 \text{ kg}} = \frac{\$ 1,2129}{1 \text{ U\$S}} = \$ 4,95/\text{kg}$$

1.3. catalizadores: los precios del catalizador de reforming (U\$S 8,86/kg) y de síntesis (U\$S 12,51/kg) son los empleados en la evaluación privada, multiplicado por la tasa de cambio comercial.

1.4. metanol: es un producto negociable, comercializado internacionalmente e importable. Si se adopta como referencia el mercado en Estados Unidos, su precio en frontera equivale:

FOB Costa Golfo + Flete + Seguro = C.I.F. Buenos Aires

$$(U\$S 94,17) + (U\$S30) + (U\$S2,1) = \frac{U\$S126,28}{tn} + \frac{\$1,2129}{U\$S} = \frac{\$153,17}{tn}$$

1.5. bienes de capital: se distingue entre bienes adquiridos en moneda extranjera (el precio sombra corresponde al valor de frontera, utilizado en el análisis de rentabilidad privada, multiplicado por la tasa de cambio comercial) y en moneda nacional. En este último caso se considera por separado la inversión fija (de la cual se excluyen los derechos de importación e IVA) y el capital de trabajo, cuyo costo de oportunidad corresponde a la tasa social de descuento. El valor de inversión en moneda nacional así obtenido se multiplica por la tasa de cambio comercial.

2. **Bienes no comercializados:** los servicios, mano de obra y costo fijos incluidos en este proyecto no son objeto de comercio internacional. Los impuestos no se incluyen en el análisis de rentabilidad económica porque constituyen meras transferencias.

2.1. servicios: representan casi el 9% del costo operativo y los rubros más significativos son: a) agua de enfriamiento: el consumo anual del proyecto a plena capacidad alcanza a 88,56 millones de m³, i.e. 33% del costo en servicios. Por lo tanto, se considera conveniente ajustar el precio de este insumo, cuyo componente principal (70%) es el costo de electricidad. Si la referencia es el precio del fluido eléctrico vigente en Estados Unidos - por considerarlo un mercado menos regulado - a igual fecha (U\$S 0,051/kwh), el "precio sombra" para la electricidad será \$ 0,062/kwh (resultante de multiplicar el precio en frontera por la tasa de cambio comercial: U\$S 0,051/kwh x \$ 1,2129/U\$S).

En consecuencia, el precio ajustado del agua de enfriamiento será \$ 0,0225/ m³, es decir, 37% mayor que el precio de mercado.

b) electricidad: el insumo de energía eléctrica a plena capacidad es de 27 millones de kwh/año, cifra equivalente al 25% de los costos en servicios del proyecto. Por lo tanto, corresponde ajustar este precio según el criterio referido en el inciso anterior.

c) agua de proceso y vapor: estos servicios representan apenas el 3% del costo total de los mismos, razón por la cual se considera innecesario cualquier ajuste.

2.2. se trata de un proyecto capital intensivo, cuya significación para la generación de empleos es mínima (el costo de mano de obra equivale a sólo 0,25% del costo total de producción). Además, el costo de mano de obra de operación (80% del total) se calculó en base a la remuneración de un operario calificado de la industria química, razón por la cual el precio de mercado representa adecuadamente el costo de oportunidad de este factor de producción.

2.3. costos fijos: en el rubro seguros, se supone que los costos sociales están bien representados por los precios de mercado; es decir, no se aplicaría en este caso la hipótesis de mercado incompleto. Los valores de mantenimiento, amortización y costos de administración se modifican en relación a los empleados en la evaluación privada porque los mismos están calculados como porcentajes de otros rubros, cuyos valores son objeto de ajuste. Asimismo, del rubro mantenimiento deberían

ser deducidos los impuestos siempre que hubieran sido oportunamente identificados.

3) **tasa de cambio sombra:** a pesar del uso simultáneo de precios internacionales, para valorar bienes comercializados, y precios internos, para valorar bienes que el país no comercializa internacionalmente, todas las magnitudes incluidas en la evaluación social del proyecto deben expresarse en la misma unidad de medida. A tal fin, la literatura económica ofrece dos métodos, que bajo ciertas condiciones (13), generan resultados equivalentes: ellas son el "precio sombra de la divisa" (método UNIDO-Harberger) y los "factores de conversión" (14). El primer método utiliza una "tasa de cambio sombra" en reemplazo de la tasa de cambio de mercado, con lo cual el precio del insumo (materia prima o capital) objeto de comercio internacional se expresa en moneda y poder adquisitivos locales. Esta unidad de medida se corresponde entonces con la de precios de bienes no comercializados involucrados en el proyecto.

El método de los factores de conversión postula, en cambio, que los precios de insumos comercializados se expresen en moneda local y poder adquisitivo internacional. Por lo tanto los precios de los bienes no comercializados - expresados en términos de poder adquisitivo local - se convierten a poder adquisitivo externo, para lo cual se aplica un factor de conversión.

En este trabajo se opta por la "tasa de cambio sombra", cuyas estimaciones disponibles en Argentina representan sólo una aproximación al valor económico de la divisa. Los resultados obtenidos por algunos autores indican que en el período 1960-1984, y en condiciones de libre comercio, la tasa de cambio real de equilibrio hubiera sido en promedio un 27% mayor(15).

Sin embargo, las fluctuaciones operadas en la economía argentina durante tan extenso período relativizan este resultado. Estimaciones puntuales realizadas en base a un método semejante revelan que en 1983 el factor de ajuste aplicable a la tasa de cambio comercial alcanza a 30,95%(16). El cálculo del precio sombra de la divisa a diciembre de 1986 resulta entonces:

$$TCs = TCc83 \cdot 1,3095 \cdot \frac{IPMNAT \text{ arg } 86/83}{IPM \text{ eeu } 86/83}$$

donde: TCc83: tasa de cambio comercial oficial tipo vendedor a diciembre 1983
 IPMNAT: índice de precios mayorista no agropecuario total en Argentina (Base 1960=100) a diciembre 1986 (= 176.385,6) y a diciembre 1983 (= 3.336,64)

IPM : índice de precio al productor de bienes de equipo en Estados Unidos, durante el cuarto trimestre 1986 (= 1299,4) respecto al año 1983 (= 119,8)

En consecuencia:

$$TCs = \frac{\$ 0,02235}{1 \text{ U}\$} \cdot 1,3095 \cdot \frac{(176.385,6:3.336,34)}{(129,40 : 119,8)} = \frac{\$ 1,4327}{1 \text{ U}\$}$$

La "tasa de cambio sombra" obtenida permite calcular los "precios sombra" de los bienes comercializados del proyecto:

PRODUCTO	PRECIO DE FRONTERA	TASA SOMBRA	PRECIO SOMBRA DEL PRODUCTO
Carbón act	U\$ 4,08/kg		\$ 5,8454/kg
Catal. de reforming	U\$ 8,88/kg	\$ 1,4327	\$ 12,6937/kg
Catal. de síntesis	U\$12,51/kg	U\$	\$ 17,923 /kg
Inv. fija	U\$ 173.606.220		\$ 248.725.631

FUENTE: Elaboración propia

La Tabla N°2 refleja la estructura de costo total ajustada del proyecto, según los criterios y cálculos de la presente sección.

4) **Tasa social de descuento:** el nuevo flujo neto de fondos (ajustado) del proyecto se actualiza mediante la tasa social de descuento, que en este trabajo se considera está representada por el costo de oportunidad del capital (Tabla N°3). Una de las estimaciones disponibles de esta tasa para la economía argentina (17) establece que durante el período 1935-73 su valor oscila entre 9% y 12%. Durante el último segmento del período analizado (1970-73), la tasa calculada alcanza a 10,3%, valor adoptado aquí.

Cabe observar que la distinción entre capital propio y ajeno es irrelevante en la evaluación social de proyectos (no así en la evaluación privada), razón por la cual las amortizaciones de préstamos y pago de intereses se excluyen del flujo neto de fondos ajustado.

V. TASA DE BRUNO-KRUEGER

La realización de este proyecto permite el ahorro de divisas (sustitución de importaciones de hidrocarburos líquidos), cuyo costo social mide la tasa de Bruno-Krueger; ésta se calcula en base a los siguientes criterios:

1. **costos internos** (en \$): la inversión fija y el capital de trabajo corresponden a los valores utilizados en la evaluación privada.

En los costos de producción se distingue entre: 1.1. materias primas (gas natural):

TABLA N° 2: ESTRUCTURA DE COSTO TOTAL AJUSTADA

RUBRO	INSUMO POR tn CH ₃ OH	PRECIO (\$/unidad)	COSTO \$/m CH ₃ OH	COSTO FIJO (\$/año)		COSTO VARIABLE (\$ x 10 ³ /año)			COSTO TOTAL (\$ x 10 ³ /año)		
				Interno	Externo	USO DE CAPACIDAD %			USO DE CAPACIDAD (%)		
						60	80	100	60	80	100
MATERIA PRIMAS											
1. Gas Natural	7.778 tn-cal	0,0097	75,446	-	-	37.119,43	49.492,58	61.865,72	37.119,43	49.492,58	61.865,72
2. Carbón activado	1 x 10 ⁻⁵ tn	5,845,42	0,058	-	47,560	-	-	-	47,56	47,56	47,56
3. Catalizador de Refor.	7 x 10 ⁻⁵ tn	12,693,72	0,889	-	728,980	-	-	-	728,93	728,93	728,93
4. Catalizador Sintesis	1,3 x 10 ⁻⁴ tn	17,923,08	2,330	-	1.910,600	-	-	-	1.910,60	1.910,60	1.910,60
SERVICIOS											
5. Agua de Enfriamiento	108 m ³	0,0225	2,43	-	-	1.195,56	1.594,08	1.992,60	1.195,56	1.594,08	1.992,60
6. Agua de procesos	1,2 m ³	0,0765	0,0918	-	-	45,17	60,22	75,27	45,17	60,22	75,27
7. Vapor	0,01 tn	9,46	0,0946	-	-	44,28	59,04	73,80	44,28	59,04	73,80
8. Electricidad	33 kwh	0,062	2,046	-	-	1.006,63	1.342,18	1.677,72	1.006,63	1.342,18	1.677,72
9. Gas Natural Combustible	450 tn-cal	0,0097	4,365	-	-	2.147,58	2.863,44	3.579,30	2.147,58	2.863,44	3.579,30
MANO DE OBRA											
10. Mano de Obra: opererarios	6 homb/turno	3,36 hs	0,197	161,280	-	-	-	-	161,28	161,28	161,28
11. Mano de Obra: capataces	3 homb/turno	1,275 ho/mes	0,02	16,575	-	-	-	-	16,58	16,58	16,58
12. Mano de Obra: superv.	1 homb/turno	1,975 ho/mes	0,03	25,675	-	-	-	-	25,68	25,68	25,68
13. Mantenimiento	-	-	9,38	7.692,124	-	-	-	-	7.692,12	7.692,12	7.692,12
14. Seguros	-	-	3,68	3.016,000	-	-	-	-	3.016,00	3.016,00	3.016,00
COSTO OPERATIVO	-	-	101,06	10.911,654	2.687,140	41.558,65	55.411,53	69.264,41	55.157,45	67.099,74	82.863,21
15. Amortizaciones	-	-	28,55	23.415,003	-	-	-	-	23.415,00	23.415,00	23.415,00
TOTAL COSTO PRODUCCION	-	-	129,61	34.326,657	-	41.558,65	55.411,53	69.264,41	78.572,45	90.514,74	106.278,21
16. Costos de Administrac.	-	-	1,52	1.242,950	-	-	-	-	1.242,95	1.242,95	1.242,95
COSTO TOTAL	-	-	131,13	35.569,607	2.687,140	41.558,65	55.411,53	69.264,41	79.315,40	91.757,69	107.521,16

TABLA N° 3: FLUJO NETO DE FONDOS AJUSTADO (en \$ x 10³)

PERIODOS	CONSTRUCCION			PUESTA EN MARCHA		OPERACION		RESULTADOS		
	AÑOS	- 2	- 1	0	1	2	3 - 14	15	V. A. N.	TIR
PRODUCCION (1.000 tn)				490	655	820	820		-316,03	11,6
1. Ingresos por ventas										
2. Desembolso de Capital	71.309	165.638	131.812	88.650,80	118.502,60	148.354,40	148.354,40			
3. Costos totales				11.274,00	7.699,00		(40.027,20)			
4. Amortización				79.815,00	91.757,69	106.278,21	106.278,21			
5. Flujo de fondos neto	71.309	165.636	131.812	23.415	23.415	23.415	23.415			
(1) - (2 + 3) + 4				20.976,40	42.460,91	65.491,19	105.518,39			
VALOR ACTUAL	0 % 10,3 %	-71.309	-165.638	-131.812	20.976,40	42.460,91	65.491,19	105.518,39	586.091	31.530,75

Nota: El cálculo de ingresos se realizó sobre la base de un precio sombra para el metanol igual a \$ 180,92/tn, resultante de ajustar el precio en frontera (U\$S 126, 23) por la tasa de cambio social (\$ 1,4327/U\$S).

Fuente: Elaboración propia.

a precios de mercado, neto de impuestos (IVA). Es decir:

$$\frac{\$ 0,00473}{\text{tn-cal}} - \frac{\$ 0,0007568}{\text{tn-cal}} = \frac{\$ 0,0039732}{\text{tn-cal}} = \$ 30,9/\text{tnCHOH}$$

1.2. servicios; mano de obra; mantenimiento y seguros se consideran al mismo precio que en la evaluación económica.

2. **ahorro neto de divisas** (en U\$S): los ingresos por ventas y los costos de insumos importados sin ajustar (ambos considerado a precios internacionales C.I.F.) se convierten en dólares a la tasa de cambio social (\$ 1,4327/U\$S).

3. **tasa de actualización**: las corrientes de costos internos (en \$) y de producción neta de divisas (en U\$S) se actualizan a la tasa social de descuento ($k = 10,3\%$), según lo refleja la Tabla N° 4.

La aplicación de la fórmula de Bruno-Krueger resulta en:

$$TC_{BK} = \left[\frac{\sum_{i=1}^{17} \frac{Ci}{(1+0,103)^i}}{\sum_{i=1}^{17} \frac{Si}{(1+0,103)^i} \sum_{i=1}^{17} \frac{Mi}{(1+0,103)^i}} \right]$$

$$= \frac{\$ 589.904,02}{\text{U\$S } 582.889,76} = \$ 1,012/\text{U\$S}$$

4. **análisis de sensibilidad**: se calcula la variación en el costo social interno de generar divisas respecto a una variación del precio sombra de las mismas. Supuesto que la "tasa de cambio sombra" fuese un 27% mayor que la tasa de cambio comercial (18), el nuevo valor de la tasa de Bruno-Krueger será:

$$TC_{BK} = \frac{\$ 608.671,53}{\text{U\$S } 579.786,53} = \$ 1,05 /\text{U\$S}$$

Por lo tanto, la elasticidad de la tasa de Bruno-Krueger ante una variación de

TABLA N° 4: TASA DE BRUNO - KREUGER

PERIODOS	CONSTRUCCION			PUESTA EN MARCHA		OPERACION				
	AÑOS	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
PRODUCCION	-	-	-	490	655	820	820	820	820	820
I. Costos Internos (\$ x 10 ³)	71.309	165.638	131.812	41.765,87	44.769,11	43.651,25	43.651,25	43.651,25	43.651,25	43.651,25
1. Inversión										
1.1 Inversión fija	71.309	165.638	131.812	5.199	5.199	-	-	-	-	-
1.2. Capital de trabajo	-	-	-	6.075	2.500	-	-	-	-	-
2. Costos de producción										
2.1. Materia primas	-	-	-	15.141	20.239,50	25.340,91	25.340,91	25.340,91	25.340,91	25.340,91
2.2. Servicios	-	-	-	4.439,22	5.918,96	7.398,69	7.398,69	7.398,69	7.398,69	7.398,69
2.3. Mano de obra	-	-	-	203,53	203,53	203,53	203,53	203,53	203,53	203,53
2.4. Mantenimiento	-	-	-	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12
2.5. Seguros	-	-	-	3.106	3.016	3.016	3.016	3.016	3.016	3.016
II. Producción neta de divisas (U\$S x 10 ³)	-	-	-	60.001,16	80.837,78	101.673,24	101.673,24	101.673,24	101.673,24	101.673,24
1. Ingresos por ventas	-	-	-	61.876,74	82.712,73	103.548,82	103.548,82	103.548,82	103.548,82	103.548,82
2. Insumos importados	-	-	-	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58
COSTOS INTERNOS ACTUALIZADOS (10,3%)	71.309	150.170	108.343,77	31.123,97	30246,59	26.737,40	24.240,61	21.976,93	19.924,74	
INGRESO NETO DE DIVISAS ACTUALIZADO (10,3%)				44.712,93	54.614,66	62.277,20	57.503,21	52.133,46	47.265,15	

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N° 4: TASA DE BRUNO - KREUGER (Continuación)

PERIODOS	OPERACION									
	AÑOS	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PRODUCCION (1000 Tn)	820	820	820	820	820	820	820	820	820	820
I. Costos Internos (\$ x 10 ³)	43.651,25	43.651,25	43.651,25	43.651,25	43.651,25	43.651,25	43.651,25	43.651,25	43.651,25	3.624,07
1. Inversión										
1.1 Inversión fija	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-40.027,20
1.2. Capital de trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Costos de producción										
2.1. Materia primas	25.340,91	25.340,91	25.340,91	25.340,91	25.340,91	25.340,91	25.340,91	25.340,91	25.340,91	25.340,91
2.2. Servicios	7.398,69	7.398,69	7.398,69	7.398,69	7.398,69	7.398,69	7.398,69	7.398,69	7.398,69	7.398,69
2.3. Mano de obra	203,53	203,53	203,53	203,53	203,53	203,53	203,53	203,53	203,53	203,53
2.4. Mantenimiento	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12	7.692,12
2.5. Seguros	3.016	3.016	3.016	3.016	3.016	3.016	3.016	3.016	3.016	3.016
II. Producción neta de divisas (U\$ x 10 ³)	101.673,24	101.673,24	101.673,24	101.673,24	101.673,24	101.673,24	101.673,24	101.673,24	101.673,24	101.673,24
1. Ingresos por ventas	103.548,82	103.548,82	103.548,82	103.548,82	103.548,82	103.548,82	103.548,82	103.548,82	103.548,82	103.548,82
2. Insumos importados	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58	1.875,58
COSTOS INTERNOS ACTUALIZADOS (10,3%)	18.064,13	16.377,27	14.847,93	13.461,41	12.204,36	11.064,70	10.031,45	9.094,70	684,56	
INGRESO NETO DE DIVISAS ACTUALIZADO (10,3%)	42.075,28	38.146,22	34.584,06	31.354,55	28.426,61	25.772,08	23.365,44	21.183,53	19.205,38	

FUENTE: Elaboración propia.

la "tasa de cambio sombra" será:

$$ETC_{BK} = \frac{\Delta TC_{BK}}{\Delta TC_s} \cdot \frac{TC_{BK}}{TC_s} = \frac{-0,038}{-0,1073} \cdot \frac{1,012}{1,4327} = 0,501$$

VI. CONCLUSIONES

1. El ajuste practicado sobre los precios de mercado revela el efecto beneficioso del mismo sobre la rentabilidad del proyecto. En efecto, los indicadores de rentabilidad social son sensiblemente superiores que los correspondientes a la rentabilidad privada: la tasa social interna de retorno (11,6%) es casi 7,5% mayor que la TIR privada (Cf. Dichiará, R.O.: Análisis costo beneficio en la industria petroquímica. Estudio de un caso, op. cit.)
2. El análisis indica asimismo la conveniencia social del proyecto: la TIR social supera en un 13 % al costo de oportunidad del capital ($k = 10,3\%$). Este resultado podría relativizarse si se considera que en un país con escasez de capital, tal como Argentina, el costo de oportunidad de este recurso fuera mayor que el considerado.
3. La ventaja de la rentabilidad social del proyecto se interpreta económicamente como la conveniencia de transformar un recurso natural abundante, subempleado, para la obtención de un producto cuya demanda real y potencial provoca un aumento casi permanente de su precio.
4. La tasa de Bruno-Krueger obtenida refleja que el proyecto está en condiciones de generar divisas a un costo 29% menor (en términos de recursos internos) que el costo social de la divisa. En efecto, la tasa de Bruno-Krueger igual a \$1,012/ U\$S se compara con la "tasa de cambio sombra" (\$ 1,4327/ U\$S). Este resultado se interpreta asimismo como una ratificación de la eficiencia social del proyecto.
5. El análisis de sensibilidad practicado revela que la tasa de cambio de Bruno-Krueger es inelástica a variaciones en la tasa de cambio social.
6. La consideración de externalidades positivas, no incluidas en este análisis, aumentaría aún la rentabilidad social del proyecto. Entre aquellas cabe mencionar la mayor oferta de gas natural (materia prima para otras líneas de producción); la integración de otras plantas petroquímicas (vg. fertilizantes nitrogenados) en un complejo industrial, lo cual permite compartir inversiones de infraestructura, complementar servicios auxiliares y mejorar el balance carbonohidrógeno (el proyecto metanol utilizaría CO₂ excedente de la planta de amoniaco y ésta utilizaría H₂ excedente de la producción de metanol).

Raúl Oscar Dichiará
Departamento de Economía
Universidad Nacional del Sur

NOTAS

- 1) DASGUPTA, P.; MARGLIN, S.; SEN, A.: Guidelines for Project Evaluation, UNIDO. Nueva York, 1972.
- 2) DICHARA, RAÚL O.: Análisis costo-beneficio en la industria petroquímica. Estudio de un caso. Departamento de Graduados. U.N.S. Bahía Blanca, 1990.
- 3) ECKSTEIN, O.: Water Resource Development. Harvard University Press, 1958; Mc Kearn, R.: Efficiency in Government through Systems Analysis. Wiley and Sons. Nueva York, 1958 y Krutilla, J.: Eckstein, O.: Multiple Purpose River Development. Resource for the Future. Johns Hopkins University Press. Baltimore, 1958. En: Pearce, D.W.: Cost-Benefit Analysis. The Macmillan Press Ltd. Londres, 1971.
- 4) PARETO, V.: Manuel d'économie politique. Paris, 1909.
- 5) Se refiere a "eficiencia económica", aunque el bienestar social depende también de la distribución del ingreso y de los llamados bienes "meritorios". En el primer caso se habla de "evaluación económica"; en el segundo de "evaluación social".
- 6) SCHENONE, O.: Selección de temas de evaluación social de proyectos. Cap.1(Principios). Simposio. Buenos Aires, 1983
- 7) DORFMAN, R.; SAMUELSON, P.A.; SOLOW, R.: Programación lineal y análisis económico. Ed. Aguilar, 2da. reimpresión, Madrid, 1969.
- 8) DASGUPTA, P.; MARGLIN, S.; SEN, A.: Guidelines for Project Evaluation, UNIDO. Nueva York, 1972. Little, I.M.D.; MIRRLEES, J.A.: Project Appraisal and Planning for developing countries. Heinemann Educational Books. Londres, 1974.
- HARBERGER, A.: Survey of Literature on Cost-Benefit Analysis for Industrial Project Evaluation, U. N., 1965
- 9) BRUNO, M.: The optimal selection for export promoting and import substituting projects, en Planning the external sector: Techniques, Problems and Policies. Nueva York, Naciones Unidas, 1976 Krueger, Anne O.: Some Economic Costs of Exchange Controls: The Turkish case, Journal of Political Economy, vol. 74, 1966, pp. 466-480.
- 10) PEARCE, D.W.: Cost-Benefit Analysis. The MacMillan Press. Londres, 1971.
- 11) Un millón de BTU equivale a 27,09 m³ de gas natural de 9300 kcal/m³. El precio de mercado del gas natural al momento de realizar la evaluación (diciembre 1986) era \$ 0,0744/m³. Finalmente, mil k-cal (kilo caloría) equivalen a una tn-cal (tonelada caloría).
- 12) GUADAGNI, A.: La Programación de las inversiones eléctricas y las actuales prioridades energéticas. Instituto Torcuato Di Tella, Buenos Aires, 1985.
- 13) SCHENONE, O.: Conversion Factors and the shadow Exchange Rates, Anales de la A.A.E.P. XIV Reunión Anual, Mendoza 1979, pp. 765-783.
- 14) DASGUPTA, P.; MARGLIN, S.; SEN, A.: Guidelines for Project Evaluation, op. cit.
- LITTLE, I.M.D.; MIRRLEES, J.A.: Project Appraisal..., op.cit
- 15) STURZENEGGER, A.C.: Los efectos de la política comercial sobre el tipo de cambio real de "equilibrio" y sobre los precios relativos: la experiencia argentina 1960-84, Estudios, Año IX, Nº 37, ene-mar 1986, pp. 37-46
- 16) VIGIER, H. ET ALL: Un intento de estimación del precio.
- 17) RECA, L.G.; VERSTRAETEN, J.: La tasa social de retorno al capital en la Argentina (1935-73). Un intento de estimación. Económica, Año XXVII, Nº 1-2, ene-ago 1981, pp. 57-92.
- 18) STURZENEGGER, A.C.: Los efectos de la política comercial sobre el tipo de cambio de equilibrio,.... op. cit.