

PROCESO DE FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA (PI). SOFTWARE DE APOYO A LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PI

Ignacio Trueba¹

Ana Isabel García²

Eduardo Hernández³

Mónica Tarancón⁴

ETSI Agrónomos

Universidad Politécnica de Madrid

ABSTRACT

Engineering Projects (EP) formulation has traditionally been made separately from project appraisal. Projects promoters designated different consultant companies for each process. This situation is still common nowadays, as for example in the case of the economic, social and environmental assessment of projects previously formulated.

Amartya Sen, economic Nobel Prize in 1998, stated the convenience of both processes being carried out simultaneously (Sen, A., 1972). Nevertheless, he pointed out that being mentalities and working procedures of the persons in charge of the formulation and the evaluation so different, this simultaneity was impossible in practice. In the future, when these processes will be simultaneously carried out, the synergy will be very positive.

This work presents a model for formulation and evaluation developed in a digital platform named "PROYECTO". This model was designed to strengthen and give consistency to the multiple decisions that a project formulator has to take into account in the creative design process.

On the basis of internationally accepted methodologies of cost-benefit analysis, cost efficiency and system analysis (applied by international organizations, public administrations and private industrial sector), "PROYECTO" allows carrying out the financial, economic and social assessment and environmental provision of services along the different stages of the formulation process.

Key words: Project evaluation, multicriteria evaluation, socioeconomic evaluation, assistance in making decisions, Project formulation and evaluation

^{1,2,4} Departamento de Proyectos y Planificación Rural

³ Departamento de Ingeniería Rural

RESUMEN

Tradicionalmente la formulación de los PI se ha hecho con independencia de su evaluación. Los promotores de los proyectos establecían consultorías independientes para cada proceso. Esta situación todavía es frecuente en la actualidad, como por ejemplo la evaluación económica, social y ambiental de proyectos previamente formulados.

Amartya Sen, premio Nobel de economía 1998, estableció la conveniencia de que ambos procesos se realizasen simultáneamente (Guidelines Project Evaluation, 1972). Sin embargo señalaba que al ser la mentalidad y los sistemas de trabajo del formulador y evaluador tan diferentes, resultaba prácticamente imposible llevarlo a cabo. Cuando estos procesos, en el futuro, se realicen simultáneamente la sinergia será sumamente positiva.

En el presente trabajo se establece un modelo de formulación y evaluación continua, desarrollado en una plataforma digital "PROYECTO" que fortalece y da coherencia a las múltiples decisiones del formulador en el proceso creativo del diseño, teniendo en cuenta en cada una de ellas los criterios y la metodología de evaluación.

Basándose en metodologías aceptadas internacionalmente (organismos internacionales, administraciones públicas y sector empresarial), del cost-benefit analysis, cost efficiency y system analysis, "PROYECTO" permite realizar la evaluación financiera, crediticia, económica, social y de la prestación de servicios ambientales en las etapas del proceso de formulación.

Palabras claves: evaluación de proyectos, evaluación multicriterio, evaluación socioeconómica, toma de decisiones múltiples, formulación y evaluación de proyectos

1. INTRODUCCIÓN

Conceptualmente, en un proyecto de ingeniería son esenciales, el realismo, la finalidad, la aplicación de tecnología, el diseño, la creatividad y la crítica (Asimow, M. 1976; Austin, J. 1981; Gittinger, J. 1982; Trueba, I. 1982; Garzia, M. et al. 1986; De Cós, M. 1986; Blasco, J. 1989). La solución de un problema concreto de la vida real mediante la combinación de tecnología, recursos, inversiones y organización no es única. Existen diferentes opciones técnicas que necesariamente tienen que analizarse en el proceso de formulación y diseño de un proyecto de ingeniería.

La crítica por lo tanto estará presente durante la vida del proyecto. De ahí la necesidad de evaluar las distintas soluciones técnicas de acuerdo con el sistema de valores y los términos de referencia establecidos por el promotor (I. Trueba, 1996).

En el campo internacional, los Organismos y Agencias Multilaterales y Regionales como Naciones Unidas, Banco Mundial, FAO, WFP, IFAD, UNESCO, OMS, OIT, EU, CEPAL, Banco Europeo de Inversiones, etc., conceden ayudas en forma de subvenciones y créditos a proyectos que tengan la correspondiente evaluación económica, financiera y social, considerando las ventajas e inconvenientes del mismo, no solo desde el punto de vista de los agentes participantes sino de la economía y sociedad en su conjunto.

Finalmente, el desarrollo espectacular de la informática en los últimos años y su aplicación a los Proyectos de Ingeniería, obliga a una incorporación sistemática de esta disciplina científica a las metodologías de formulación y evaluación de proyectos.

2. METODOLOGÍA

El software PROYECTO se ha diseñado incorporando la metodología que se describe y relaciona a continuación. Se distinguen siete aspectos:

1. Coste de oportunidad del capital del promotor del proyecto.
2. Hipótesis básicas.
3. Proceso de evaluación.
4. Evaluación financiera del proyecto desde el punto de vista de los agentes.
5. Evaluación económica del proyecto desde el punto de vista de la economía nacional.
6. Magnitudes relevantes.
7. Evaluación social.
8. Evaluación socioeconómica del impacto ambiental.

2.1 COSTE DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL DEL PROMOTOR DEL PROYECTO.

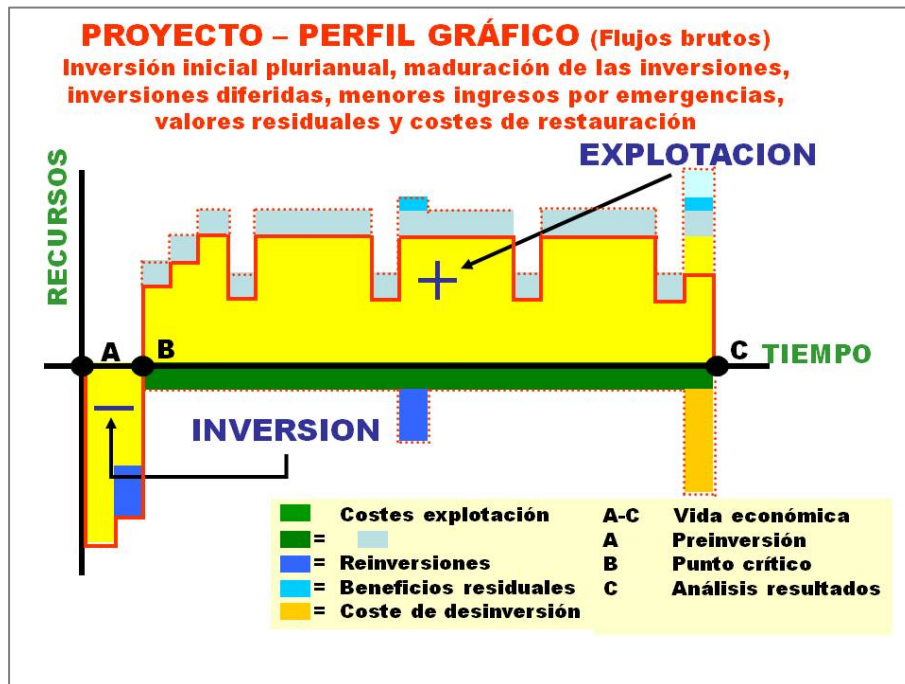
El coste de oportunidad del capital (COC) del promotor es el beneficio máximo, expresado en términos reales, al que renuncia por colocar su dinero disponible en el proyecto, sacrificando los beneficios de la mejor opción alternativa. No basta con que el proyecto rinda más que otra alternativa. Es preciso fijar y establecer que el proyecto rinde más que la mejor de todas las opciones alternativas identificadas.

2.2 HIPÓTESIS BASICAS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA (PI)

- a. **Unidad temporal de análisis.** El año. Podrían elegirse los bienios o semestres. Sin embargo, la costumbre en los organismos públicos es hacer presupuestos anuales de ingresos y gastos. En las empresas las cuentas de pérdidas y ganancias y los resultados empresariales se refieren a años completos. Las instituciones financieras cuando conceden préstamos establecen plazos de devolución medidos en años. En términos generales la rentabilidad de los programas y proyectos se miden en años. Parece lógico por lo tanto que se elija como unidad temporal de análisis el año, que no necesariamente tiene que coincidir con año de calendario, sino con el año que se inicia en la fecha de puesta en marcha del proyecto.
- b. **Año 0.** A efectos de la evaluación el año 0 es un momento. Es el momento en que el promotor toma la decisión de hacer el proyecto. Es el acontecimiento en el que nace el proyecto.
- c. Un **coste** es un bien o un servicio que se consume o utiliza en un proyecto. Como por ejemplo: Los honorarios de redacción del proyecto, la inversión en obra civil, la maquinaria, las instalaciones eléctricas, la mano de obra, la energía, el agua, la conservación y mantenimiento de los edificaciones, el pago de intereses etc. También puede considerarse como coste un beneficio que se pierde.
- d. Un **beneficio** es un bien o un servicio que se genera o produce en un proyecto. Por ejemplo las nuevas producciones obtenidas, los bienes y servicios que se ponen a disposición de la economía como carreteras, comunicaciones, equipamientos sanitarios, repoblaciones forestales etc. También puede considerarse como beneficio un coste que se ahorra.
- e. **Atribución temporal.** Los costes y los beneficios se atribuyen al año en que se producen o generan.

- f. **Variables flujo.** Los costes y beneficios son variables flujo. Entran y salen del proyecto y constituyen el llamado flujo del proyecto. (cash flow). Dicho flujo se acostumbra a representarlo en unos ejes de coordenadas. En el eje de las x el tiempo, en ordenadas positivas los beneficios y en las negativas los costes. Debido a su carácter de flujo ambos se pueden agregar. Constituyen el “**perfil del proyecto**”(figura 1).

Figura 1



FuentFuente: Ignacio Trueba

- g. **Términos reales.** Los costes y beneficios se expresarán en términos reales (no monetarios). Los términos reales en economía son los bienes y servicios existentes que la integran es decir km de carreteras, toneladas de carne, kilowatios hora, mano de obra, camas de hospitales, m3 de agua para beber, hectáreas de bosque, puertos, ordenadores, satélites, capital, recursos humanos, recursos naturales etc. Por lo tanto los flujos y los perfiles del proyecto se expresaran en todo caso en términos reales. No se expresaran, en consecuencia, en términos monetarios obtenidos en función del valor real de la moneda de cada año en el país del proyecto. La metodología de evaluación tiene que ser valida para los proyectos con independencia del país en que se realicen y con independencia de la tasa de inflación de la moneda que exista en cada uno de ellos.
- h. **Costes hundidos.** Los costes ocurridos con anterioridad al año 0 se llaman hundidos (sunk costs). Deben tenerse en cuenta en el diagnostico del proyecto pero no en la evaluación.
- i. **Beneficios obtenidos después de que ha finalizado la vida del proyecto.** Los beneficios después de la vida del proyecto no afectan a la evaluación del mismo y son independientes del proceso. No hay que tenerlos en cuenta.
- j. **Honorarios de formulación del proyecto. Costes de primer establecimiento.** Los costes de redacción del proyecto de ingeniería definitivo, de los estudios de viabilidad, anteproyectos y otros costes generales de primer establecimiento se

situarán en el año 0. La hipótesis fundamental de arranque de la vida del proyecto es el acontecimiento en que el promotor del mismo decide su puesta en marcha.

- k. **Honorarios de dirección de ejecución del proyecto (dirección de obra).** Los costes de dirección de ejecución del proyecto, dirección de obra, se distribuirán proporcionalmente a las cuantías de las certificaciones de inversión realizadas en cada año. Son por lo tanto costes específicos que habrá que atribuir a los años en que tengan lugar las inversiones.
- l. **Amortizaciones técnicas.** Los costes de las amortizaciones técnicas, anualidad de amortización de maquinaria, equipos, instalaciones, no se tendrán en cuenta en la evaluación. Son costes calculados. Por lo tanto, las inversiones iniciales, diferidas en el tiempo y de reposición se valorarán en términos reales y se atribuirán al año en que se materialicen por su importe íntegro.
- m. **Valores residuales de las inversiones.** Los valores residuales de las inversiones se computaran como beneficios en el año en que se produzca su sustitución o en el año en que finalice la vida del proyecto.
- n. **Amortizaciones financieras.** Las amortizaciones financieras tienen que incluirse en la evaluación. Situándose en los años en que tiene lugar el correspondiente pago del servicio de la deuda.
- o. **Costes y beneficios incrementales.** Los costes y beneficios son incrementales. Se determinan como la diferencia de los costes y beneficios en las situaciones con proyecto y sin proyecto.
- p. **Tierra y solar.** Los costes de la tierra y el solar no se amortizan. Es decir se supone que tienen el mismo valor en términos reales desde el principio al fin del proyecto.
- q. **Valores residuales de obra civil, maquinaria e instalaciones.** Los valores residuales de la obra civil de la maquinaria y de las instalaciones se situaran en el año en que se venden estos activos en el flujo del proyecto.
- r. **Restauración ambiental.** Los costes de restauración ambiental se situaran como costes en el último año del proyecto. En los proyectos territoriales habrá que dejar el suelo en las mismas condiciones que tenía antes de la transformación del proyecto sin dejar huellas y obstáculos que pueden perjudicar futuros desarrollos socioeconómicos de la zona afectada (I.Trueba 1992).
- s. **Atribución temporal al último día del año.** Los costes y beneficios acaecidos a lo largo de los meses del año se sitúan el último día del mismo. Ello es necesario para aplicar con rigor la **teoría del descuento** que pone de manifiesto que un bien o un servicio expresado en términos reales experimenta una pérdida de valor según se aleja su disponibilidad en el tiempo.
- t. **Capital circulante.** La hipótesis anterior obliga a que se de un oportuno tratamiento al capital circulante del proyecto. Cuando existen desequilibrios financieros entre los momentos en que se originan los costes y los beneficios a lo largo del año, particularmente cuando los costes se producen con anterioridad a los beneficios, pueden presentarse desajustes importantes en la tesorería del proyecto que es importante abordar mediante un capital circulante. Los costes de dicho capital circulante se situarán en el primer año de explotación del proyecto en el caso de que se paguen directamente por el promotor. En este caso, se recuperaran como beneficio en el último año de la vida del proyecto.
- u. **Créditos de capital circulante.** En el caso de que el capital circulante no se desembolse en el primer año de explotación por el promotor, este tiene la opción de

acudir a un crédito a corto plazo de capital circulante. La entidad financiera concederá al promotor un préstamo, el principal del crédito, con la condición de que se le devuelva unos meses después pagando adicionalmente un interés por este servicio. Por lo tanto en el tratamiento del capital circulante únicamente aparecerá un coste adicional correspondiente al pago de los intereses ya que el beneficio de la concesión del principal se salda con la devolución del mismo unos meses después dentro del año.

- v. **Créditos a medio y largo plazo** (normalmente desde tres a veinte años). En este tipo de créditos para financiar proyectos se identifican el **principal del préstamo** que es el importe de la cantidad prestada. La entidad financiera siempre pretende que el promotor del proyecto comparta el riesgo de la ejecución del mismo de una manera significativa. Por ello, las entidades financieras tienen asesores técnicos con el objetivo de descartar las peticiones infladas de crédito que puedan realizar los empresarios y promotores del proyecto. El principal del préstamo se puede fraccionar en varios **desembolsos anuales**, generalmente proporcionales a la inversión hecha en cada año. Un segundo aspecto del crédito es el tipo de **interés anual** del mismo que en todo caso se especificará en el contrato de préstamo correspondiente. Se especificará el **plazo** de devolución expresado en años, el **periodo de gracia** o carencia y un segundo periodo de devolución del principal más los intereses, que en su conjunto constituye el **servicio de la deuda**.
- w. **Desembolsos y servicio de la deuda**. En la evaluación de proyectos que tengan créditos se incorporaran como beneficio los desembolsos de principal y como coste el servicio de la deuda, ambos en los años y cuantías en que tengan lugar.
- x. **Créditos y términos monetarios**. Un hecho notable es que los **flujos de crédito** (desembolsos de principal y servicio de la deuda) se expresan en **términos monetarios**, es decir, en un tipo de moneda de un país y no en términos reales. Esta circunstancia requiere, en el caso de que exista inflación en el país en que se financia y ejecuta el proyecto, realizar una corrección de dichos flujos y transformarlos en términos reales con el fin de dar un tratamiento homogéneo conjunto a los flujos del crédito y a los costes y beneficios del proyecto que, como se ha expresado anteriormente, siempre tienen el carácter de términos reales.

2.3 PROCESO DE EVALUACIÓN

En la evaluación multicriterio se identifican las siguientes etapas:

- a) **Identificación de costes y beneficios**. Los aspectos negativos y positivos del proyecto tienen que identificarse en esta primera fase. Los recursos utilizados o consumidos así como los productos obtenidos y los servicios generados por el proyecto. La imputación de costes y beneficios se ajustará a la realidad sin omisiones, pero a su vez sin exageraciones. El dicho popular de que "Cada palo aguante su vela" es de plena aplicación en este apartado.
- b) **Atribución de costes y beneficios**. La dimensión humana del proyecto es esencial. La organización social que incluye a los agentes y beneficiarios con su estratificación, tipología y estructura, resulta un condicionante de primer orden. Es decir lo que constituye el tejido social del proyecto. Por ello, es imprescindible la atribución correcta de los costes y beneficios a cada uno de los grupos, beneficiarios y agentes. Se trata de saber a quién beneficia y a quién perjudica el proyecto, sin olvidar que en muchas circunstancias lo que es bueno para unos perjudica a otros. Pueden existir, en consecuencia, cobros o pagos de transferencia entre agentes.

- c) **Cuantificación de costes y beneficios.** Las ventajas e inconvenientes previamente identificadas, tienen en esta fase que medirse y cuantificarse. En general los recursos físicos son fáciles de cuantificar. Interesa cuantificar todo lo que se pueda, ya que el manejo de cantidades es imprescindible para realizar seriamente evaluaciones de carácter técnico, económico y ambiental.
- d) **Valoración de costes y beneficios.** Lo que previamente se ha identificado, atribuido y cuantificado debe seguidamente ser valorado. La valoración económica y financiera es la más sencilla. Los precios de mercado se aplican a las cantidades físicas previamente medidas y se obtienen los correspondientes valores económicos que a su vez, se imputan a los agentes y beneficiarios. En el caso de que se evalúe el proyecto desde un punto de vista de la economía en su conjunto será preciso establecer por las autoridades monetarias unos precios de cuenta -shadow prices- que permitirán valorar lo que el proyecto añade o detrae al país en términos reales. (Dasgupta, P. et al 1972; Little, I.M. and Mirless, J.A. 1974, Gittinger, J.P. 1982).
- e) **Comparación de costes y beneficios.** La comparación de costes y beneficios cuando estos son medibles monetariamente presenta también particulares características. La aplicación de la teoría del descuento (discounting theory) se recoge en el dicho de que "Más vale pájaro en mano que ciento volando". Formalmente un bien económico experimenta una pérdida de valor a medida que se aleja su disponibilidad en el tiempo, con una tasa de depreciación anual. Esta teoría propicia la comparación de los costes y beneficios económicos ocurridos en los distintos años de la vida del proyecto. Este supuesto permite calcular indicadores de rentabilidad como la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), Valor Actual Neto (VAN), Relación Beneficio/Coste, Relación Beneficio Neto/ Inversión, Pay Back, etc.

2.4 Evaluación financiera del proyecto desde el punto de vista de los agentes.

Metodologías cost-benefit desarrolladas por: A. Prest y R. Turvey 1966, I. Little y J. Mirrlees 1968 y 1974, A. Harberger 1968, A. Sen, P. Dasgupta y S. Marglin 1972, Austin 1981, P. Gittinger 1973 y 1995, ONUDI 1978, I. Trueba 1986 y 1996.

2.5 Evaluación económica del proyecto desde el punto de vista de la economía nacional.

Metodologías cost-benefit desarrolladas por: A. Harberger 1971, A. Sen, P. Dasgupta y S. Marglin 1972, P. Gittinger 1973.

2.6 Magnitudes relevantes.

Metodologías cost- efficiency desarrolladas por: A. Harberger 1971, I. Trueba 1996 y 2006

2.7 Evaluación social.

Metodologías desarrolladas por: C. Gini 1965, K. Lorenz 1973, D. Korten 1981, N. Uphoff 1986 y 2010, A. Cicourel 1976 y 1985, I. Trueba 1996.

2.8 Evaluación socioeconómica del impacto ambiental.

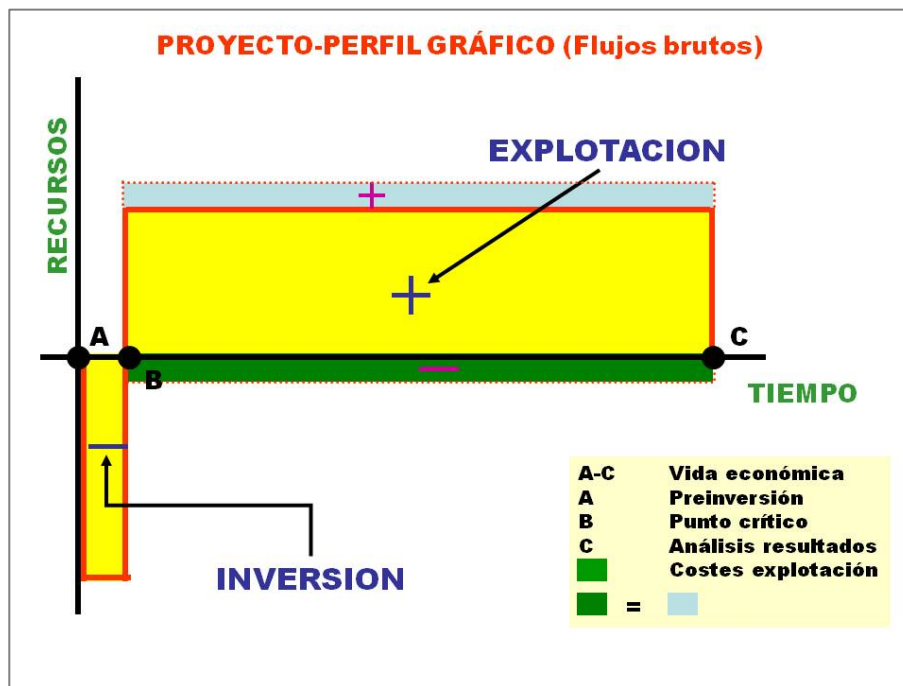
Metodologías desarrolladas por: A. Ramos 1986, A. MacMillan 2008 y 2010, I. Trueba 2010.

3. SOFTWARE PROYECTO.

3.1 Consideraciones sobre las variables del proyecto de ingeniería (PI)

Un PI es un sistema que pretende un objetivo y a su vez integra un conjunto de variables que se relacionan entre sí. Por ello, es imprescindible incorporar al programa todas las variables que se consideren oportunas en función del tipo de evaluación que se realice. El Programa admite la incorporación de centenares de variables en casos de análisis de sistemas complejos. Pero normalmente no se superan las 50 variables en proyectos convencionales. En el caso mínimo siempre existirán tres variables, la inversión, los costes y los beneficios anuales (figura 2).

Figura 2



Fuente: Ignacio Trueba

La gestión adecuada de un proyecto requiere un conocimiento profundo de sus componentes y eso precisa tener un amplio conocimiento de las variables estratégicas y sus interrelaciones complementarias y sustitutivas en tiempo, espacio y organización, así como sinergias, restricciones, obstáculos, causa efecto e información crítica de este conjunto de variables. Cuanto más se definan y analicen mayor será el conocimiento del proyecto y mejoraran sustancialmente el seguimiento, el control, la gestión y la evaluación continua del proyecto.

3.2 Tipología de las variables.

La tipología de las variables es muy amplia. En primer lugar existen variables coste y beneficio, cuyas características se han definido más arriba en las hipótesis básicas. En segundo lugar, existen las magnitudes relevantes y significativas del proyecto que constituyen referencias obligadas en la gestión, seguimiento, control y evaluación del proyecto. En tercer lugar, se identifican la desagregación de cada una de las variables citadas anteriormente, indicando sus magnitudes físicas.

a. Variables coste

Entre las variables de coste la más importante y la que caracteriza al proyecto es la de inversión. Normalmente el nombre del proyecto es el de la inversión seguida de la finalidad que se pretende. Cabe afirmar que si no hay inversión no hay proyecto. La variable inversión se puede desagregar en otras variables como honorarios de redacción del proyecto, dirección de obra, obra civil, edificación, maquinaria, instalaciones, compra de terreno, expropiaciones, ganado reproductor, y costes de primer establecimiento como permisos, licencias autorizaciones administrativas etc. Las inversiones se atribuirán temporalmente en el año o años en que tengan lugar (ver Hipótesis Básicas)

Además de la inversión inicial habrá que incluir las inversiones diferidas en el tiempo como consecuencia de la vida económica de los activos. Por ejemplo, mientras que la vida un ordenador es de cuatro años, la de un automóvil o un tractor es de diez, la de unas instalaciones puede ser de 15, una plantación de frutales de 20, la obra civil e infraestructuras públicas de 50 y una repoblación forestal de hoja caducifolia de 100 años. Es decir según la naturaleza de la inversión habrá que hacer una inversión diferida en cada año de su caducidad u obsolescencia y obviamente, siempre dentro del plazo de la vida del proyecto. (Hipótesis básicas). Ver figuras 3 y 4.

Figura 3

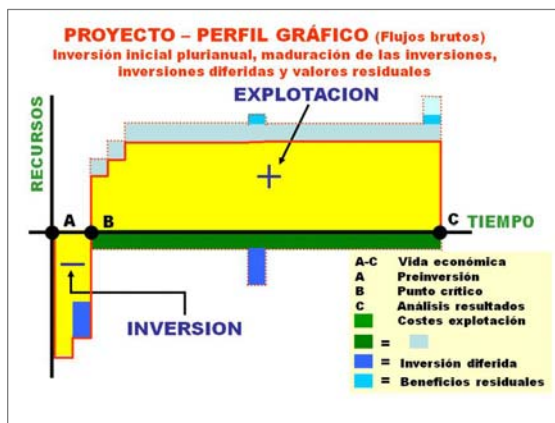
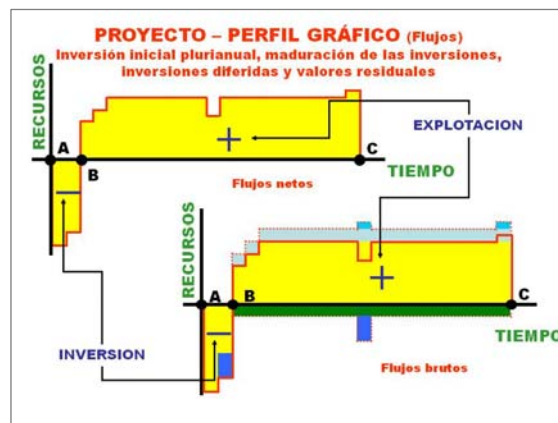


Figura 4



Fuente: Ignacio Trueba

Entre los costes destacan las variables de mantenimiento anual de las inversiones (obra civil, equipos, instalaciones, maquinaria, vehículos de transporte, plantaciones y conservación de recursos naturales) así como las variables de explotación anual del proyecto (mano de obra asistencia técnica, energía eléctrica, combustibles, materias primas, agua, inputs de la producción, compra de bienes y servicios, impuestos directos e indirectos etc.)

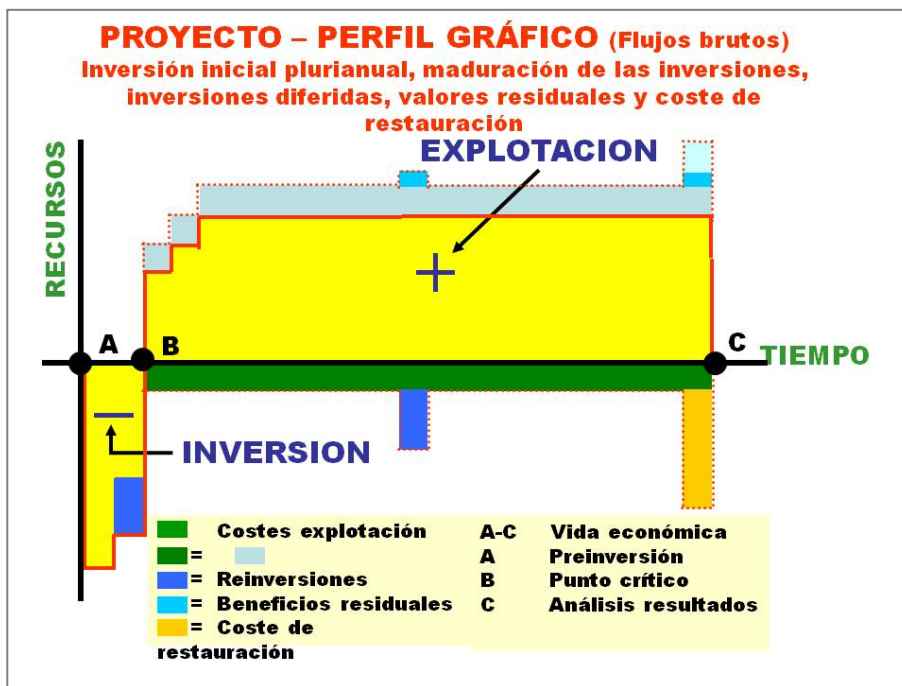
Adicionalmente entre las variables anuales de coste se incluyen también las de tipo financiero como son el capital circulante, y el servicio de la deuda de préstamos para la financiación del proyecto (pago de intereses y devolución de principal). Estas variables se incluyen entre las variables de transferencia entre actores y agentes del proyecto que habrá que suprimir cuando se pase del análisis financiero de cada uno de los agentes del PI al económico global desde el punto de vista de la economía nacional. (A.Sen 1972, P Gittinger 1986, I.Trueba 1992)

Debido a que los costes y beneficios del PI son incrementales habrá que considerar como coste el beneficio de la situación antes y sin proyecto y como beneficio el coste de la situación antes y sin proyecto.

También hay que incorporar todos los costes anuales relacionados con el medio ambiente como la degradación del suelo, la erosión, la polución, el contaminación de las aguas, la contribución al agotamiento de recursos y el cambio climático.

Finalmente, habrá que incluir los costes de restauración ambiental cuando finaliza el proyecto ya que es imprescindible no deteriorar los recursos naturales afectados. En los proyectos territoriales habrá que dejar el suelo en las mismas condiciones que tenía antes de la transformación del proyecto sin dejar huellas y obstáculos que pueden perjudicar futuros desarrollos socioeconómicos de la zona afectada (I.Trueba 1992). Ver figura 5.

Figura 5



Fuente: Ignacio Trueba

b. Variables beneficio

Entre los beneficios anuales destacan los correspondientes a la explotación del proyecto. Es decir todo lo que se genera, produce e incide positivamente en los actores y agentes así como en la sociedad en su conjunto.

Entre las variables anuales beneficio destaca la producción de bienes de todo tipo agrícola, ganadero, forestal, pesquero, industrial, almacenamiento, transformación, distribución, transporte, comunicación etc. así como la prestación de servicios de abastecimiento, comerciales, educativos, sanitarios, seguridad, ocio, recreo y deporte etc.

Los beneficios financieros derivados de la concesión de préstamos, nacionales e internacionales, especificando el principal del crédito y los desembolsos y atribuyéndolos a los años en que tienen lugar. Estos beneficios como los costes de servicio de la deuda constituyen partidas típicas de transferencias entre agentes del proyecto, a tener en cuenta en la evaluación económica del mismo.

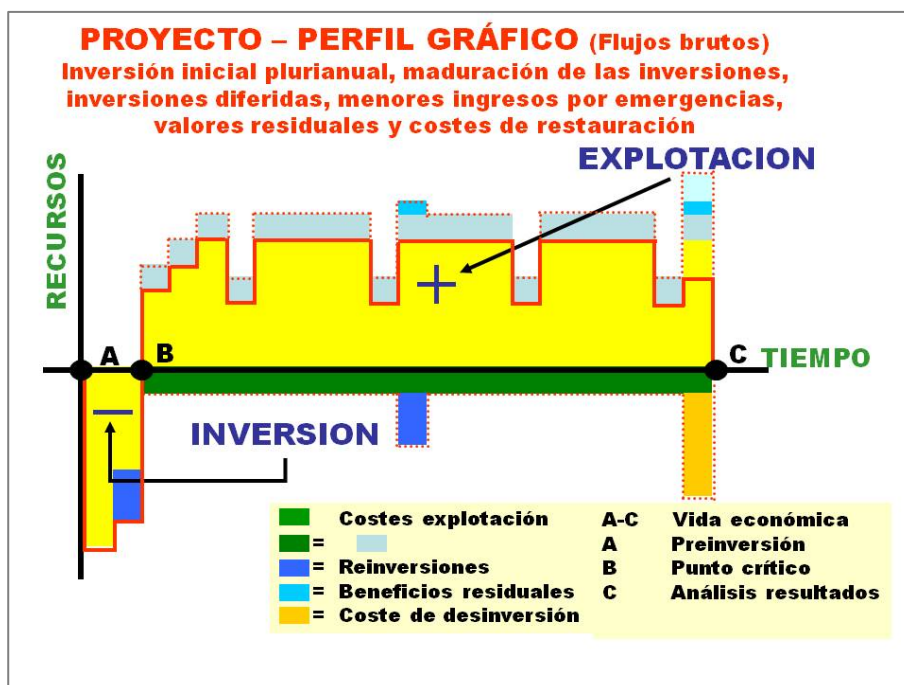
Los incentivos y subvenciones, públicos y privados, en función de la tipología de agentes participantes, población marginada, pobres, hambrientos, agricultores, empresas industriales y servicios (PAC de la Unión Europea para la agricultura, Fuentes alternativas de energía,

Nuevas tecnologías de la información y de la comunicación, Promociones turísticas etc.) y con diversos procedimientos: metálico, alimentos, protección social (Programa Bolsa Familia en Brasil). Los inputs para la producción (fertilizantes, herbicidas, fitosanitarios, energéticos, biodiesel, materias primas etc.) y prestación de servicios (billetes de metro, tasas escolares, servicios educativos, sanitarios, medicamentos, higiene etc.). FAO 2009, PMA 2010, IPCC 2007, A. MacMillan 2011 y G. Silva 2006).

Los beneficios extraordinarios del valor residual de las diferentes inversiones, incorporándolos en los años en que se producen.

Los beneficios ambientales, derivados de proyectos de restauración ambiental, conservación de suelos, acuíferos y humedales, drenaje, rehabilitación de regadíos y buenas prácticas en agricultura como laboreo de conservación y todo lo que contribuya a disminuir la huella ecológica y educación de un estilo de vida que respete a la naturaleza y evite el cambio climático.

Figura 6



Fuente: Ignacio Trueba

c. Magnitudes Relevantes

Además de los costes y beneficios económicos que permiten determinar los flujos económicos globales de los proyectos, como se ha puesto de manifiesto en los gráficos anteriormente comentados, existen otras variables que suministran información estratégica en los PI, tanto en lo que se refiere a las características como a los componentes de las magnitudes físicas.

Existen otras variables fundamentales. Por ejemplo, en un programa de transformación en regadío, con importantes infraestructuras públicas, embalses canales, redes de distribución primaria y secundaria de agua, redes de drenaje, caminos se servicios, que afecta a miles de explotaciones agrarias con importantes inversiones privadas en sistema de riego a presión, maquinaria agrícola, silos, almacenes y además incide en empresas de suministro

de inputs (fertilizantes, fitosanitarios herbicidas, piensos etc.), a empresas de almacenamiento, transformación, transporte y distribución de los alimentos producidos, a entidades bancarias que facilitan la concesión de préstamos para inversiones y capital circulante, a las comunidades de regantes para la organización de turnos y distribución del agua y finalmente a las administraciones públicas, mediante cobros de cánones de riego, impuestos, subvenciones y autorizaciones administrativas, es importante calcular su rentabilidad socioeconómica global con la batería convencional de VAN, TIR, Relación Beneficio/ Coste Bruta, Relación Beneficio Neto/Inversión y Periodo de Recuperación del Capital (Pay-Back). Pero además es fundamental saber los costes del m³ de agua, puesto de trabajo creado, hectárea regada, tonelada de maíz, tonelada de carne, productividad de fertilizantes, combustibles y kilovatios, conocer los beneficios de las operaciones financieras de préstamo, recaudación de IVA, efectos sobre el desarrollo regional, corrección de la desigualdad entre agentes, y finalmente la incidencia de las huellas de agua, suelo, energía, ecología y emisiones de CO₂ en la rentabilidad económico financiera del proyecto. Es decir existen magnitudes relevantes cuyas relaciones e incidencia con otras variables del programa es relevante conocer para generar y seleccionar las mejores opciones de los actores participantes en el proyecto y en definitiva, para realizar una gestión global adecuada sujeta a control, seguimiento y evaluación.

d. Desagregación de variables. Otras propiedades o atributos.

El soporte de información del software está diseñado para incorporar, además de las cuatro propiedades de las variables, anteriormente mencionadas, nombre, precio, el año (0, 1, 2....w...n) dentro de la vida del proyecto, y la magnitud física en cada uno de los años del proyecto, otros atributos de las variables. Se pueden incluir aspectos de la magnitud física como longitud, superficie, volumen, peso, viscosidad etc. y también tipo de composición de dicha magnitud física, por ejemplo, componente en mano de obra calificada y no calificada, energía eléctrica, combustible, acero, áridos, cemento, agua, hormigón, medios auxiliares, gastos generales en cada una de las unidades de obra de un proyecto de construcción y de edificación (EME Dos 2011, Base de precios Centro. Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Guadalajara 2011). O bien, desde un punto de vista del conjunto de la economía, costes y beneficios pagados en moneda del país (componente nacional) y costes y beneficios de importación y exportación pagados en divisas (componente extranjera) (A.Sen, P.Dasgupta y S. Marglin, 1972), distinción indispensable para realizar la evaluación económica de los PI.

En el caso de los proyectos de cooperación y desarrollo, particularmente en los de seguridad alimentaria, interesa conocer no solo las toneladas producidas de diversos alimentos, sino también su composición en hidratos de carbono, grasas, fibra, proteína, aminoácidos, vitaminas y minerales, ya que el diseño de una alimentación equilibrada es esencial para combatir la desnutrición (L. Smith and L. Haddad 2000). Según (FAO, 2010) el hambre en la actualidad afecta a 925 millones de personas, la séptima parte de la población mundial.

También desde un punto de vista ambiental y de acuerdo con las recientes investigaciones y propuestas del International Panel on Climatic Change (IPCC 2007) y Cumbres de Copenhague (2009) y Cancún (2010) sobre cambio climático es útil saber el alcance de huella (footprint) de cada producto o medio de producción en términos de agua, (Arien y Hoekstra 2002) superficie (I. Trueba, 2010), energía (C. Díaz Hambrona 2009), ecología (A. MacMillan 2010) y emisión de gases de efecto invernadero (S. Lindqvist 2008).

Por consiguiente, se ha considerado fundamental realizar un diseño abierto para tener la opción de introducir paquetes específicos de información para su posterior y oportuno tratamiento, comparando y evaluando la relación causa efecto, sinergia o grado de sustitución (trade offs) de cada uno de los de parámetros contenidos en el software.

3.3 Precios de las variables

Cada variable, en primer lugar, se identifica por su nombre y su precio siempre expresado en términos reales. En el caso de que una variable tenga diferente precio en términos reales se considerará como una variable distinta en el programa. **Siempre existirá una correspondencia biunívoca entre la variable y su precio.**

Además de la mejor estimación del precio de mercado de la variable, que forzosamente es una referencia obligada en las diferentes transacciones comerciales de los agentes del PI, en los proyectos que se realizan en los países en desarrollo puede ser que el precio del bien no refleje su verdadera escasez por no existir concurrencia perfecta en los mercados. No se da la circunstancia de muchos que ofrecen un bien y a su vez, muchos que demandan ese mismo bien en condiciones de libertad. Existen casos de oligopolio, monopolio que fijan precios de compra de productos agrícolas (monopsonio) o de precios de intervención establecidos por los gobiernos para abastecer a la población, mediante cartillas de racionamiento con precios de suministro muy inferiores a los de mercado. Es decir aparece el mercado paralelo con precios más altos. En estos casos habrá que aplicar en el proceso de evaluación los precios sombra (shadow prices) que reflejan la escasez real del bien en la economía del país. (A. Sen et al. 1972, Gittinger 1986)

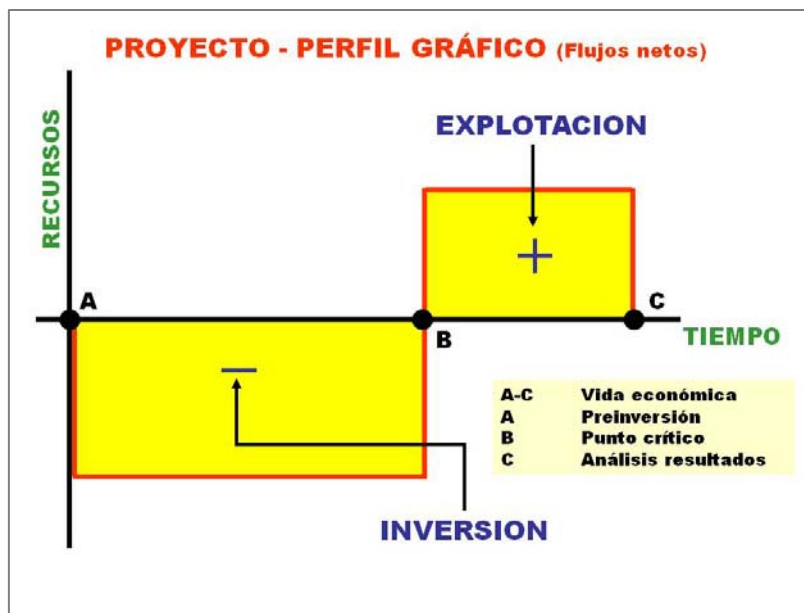
3.4 Funciones del software

Introducción de variables. Cada variable se introducirá en los años que le corresponda, es decir, siempre existirá una atribución temporal de la misma en el año o años que le corresponda. Cada variable, en cada año de la vida del proyecto, puede tener una magnitud, igual o diferente, expresada en unidades físicas. En consecuencia, cada variable se identifica como mínimo por su nombre, el año, la magnitud física y el precio.

El software calcula el flujo económico del PI, es decir, el sumatorio de los costes y de los beneficios obtenidos a partir de las magnitudes físicas y de los precios expresados en términos reales correspondientes durante la vida del proyecto. Todos estos cálculos en principio se hacen sin aplicar la teoría del descuento que como se ha expuesto anteriormente expresa la pérdida de valor de un bien según se aleja su disponibilidad en el tiempo. La representación gráfica de los flujos constituye el perfil del proyecto.

La primera comprobación que hace el programa es que el flujo sea positivo. Es decir que el flujo de los valores de los beneficios sea mayor que los valores de los costes. Si esto no ocurre habría que descartar el PI inmediatamente y suspender el proceso de la evaluación (ver figura 7).

Figura 7



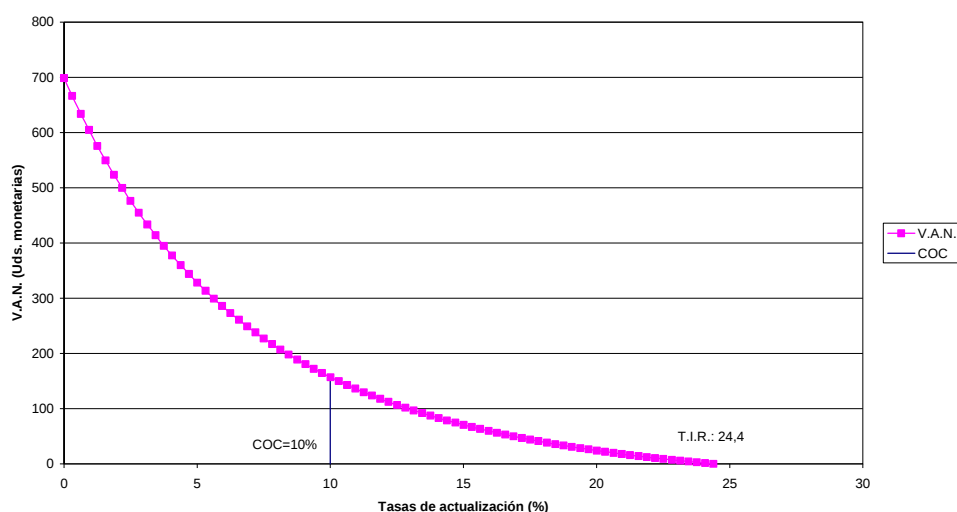
Fuente: Ignacio Trueba

El software determina y representa gráficamente el perfil económico financiero del proyecto, en el que se expresan los años de la vida en los que se desarrolla el PI, los años 0 y n, que son los del nacimiento y muerte, el año en que finalizan las inversiones y los años de explotación del

Determina los indicadores de rentabilidad de un Proyecto de Ingeniería (PI), tales como Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Rendimiento, Relación Beneficio/Coste Bruta, Relación Beneficio Neto/Inversión y Periodo de Recuperación del Capital. Permite discutir los resultados en función del Coste de Oportunidad del Capital (COC) del promotor del Proyecto. Incluye la representación grafica (figura 8) e interrelación de los diferentes indicadores.

Figura 8

Evaluación Económica
Valor Actual Neto versus Tasas de actualización

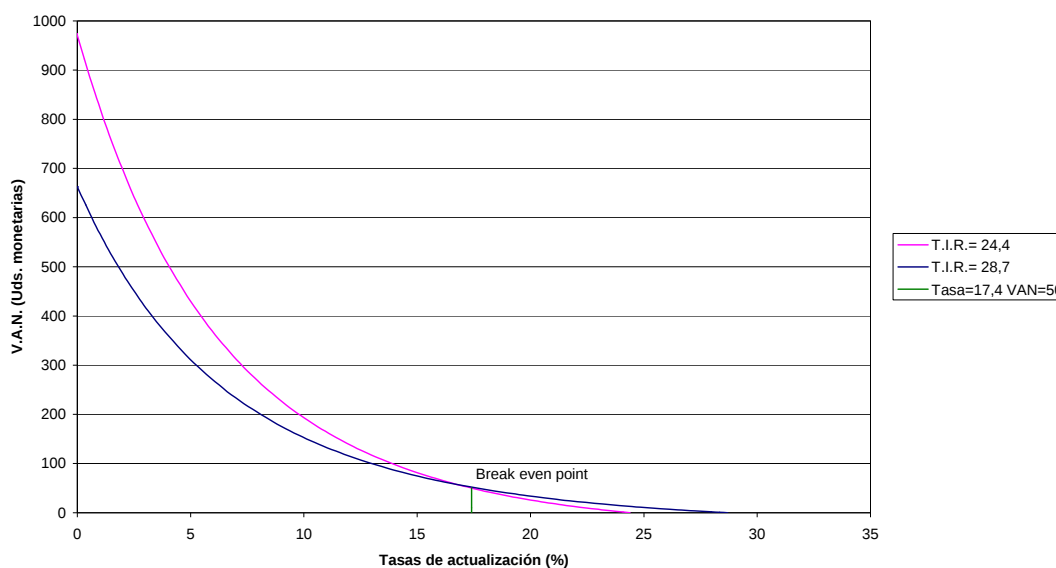


Fuente: Eduardo Hernández e Ignacio Trueba

En el proceso de formulación, diseño y organización del Proyecto de Ingeniería (PI) permite con rapidez y eficacia la evaluación de alternativas mutuamente excluyentes en función del coste de oportunidad del capital del promotor (COP), incorporando la representación grafica de las curvas del VAN de cada alternativa así como la determinación del “break even point” (figura 9). Ello estimula la creatividad del proyectista en la generación de opciones alternativas, que se evalúan con gran rapidez dada la potencia de análisis del Software PROYECTO.

Figura 9

Selección entre alternativas
Mayor VAN descontado al COC



Fuente: Eduardo Hernández e Ignacio Trueba

Lo expuesto anteriormente constituye uno de los objetivos básicos de esta presentación y de los objetivos señalados por Amartya Sen (Premio Nobel de Economía, 1998), cuando señalaba en Guidelines for Project Evaluation en 1972, que el avance en la formulación de proyectos sería espectacular cuando se dispusiera de herramientas para realizar una evaluación continua e inmediata de las diferentes propuestas tecnológicas económicas sociales y ambientales a lo largo del proceso de diseño y organización del PI obteniéndose unas soluciones mas adecuadas como consecuencia de la mayor creatividad de los equipos de formulación.

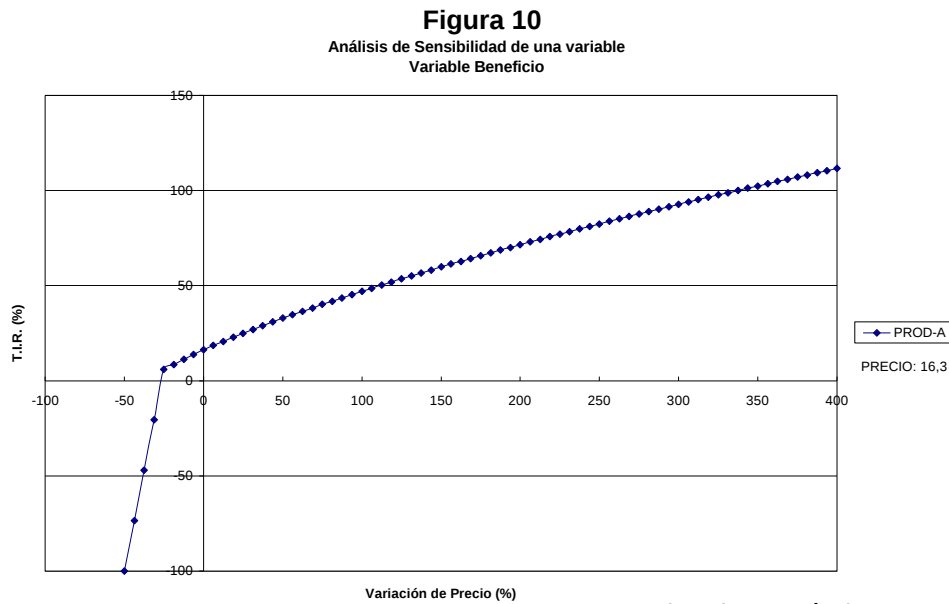
Pone a disposición del ingeniero proyectista una herramienta para realizar el análisis financiero del PI por cada uno de los agentes participantes en función de su coste de oportunidad del capital, determinando los indicadores económicos antes señalados.

Determina los indicadores de la evaluación del PI desde el punto de vista de la economía nacional, calculando los precios sombra de la inversión, de la mano de obra calificada y no calificada y de las divisas.

Calcula los valores críticos de las variables, Switching Value, estableciendo valores mínimos de precios de las variables beneficio o valores máximos de precios de las variables coste, que garantizan una Tasa Interna de Rendimiento (TIR) del PI igual al COC.

Realiza un análisis de sensibilidad de las variables coste y beneficio del PI, representando las curvas de cada variable con un rango del -100% al 400% de la mejor estimación de la

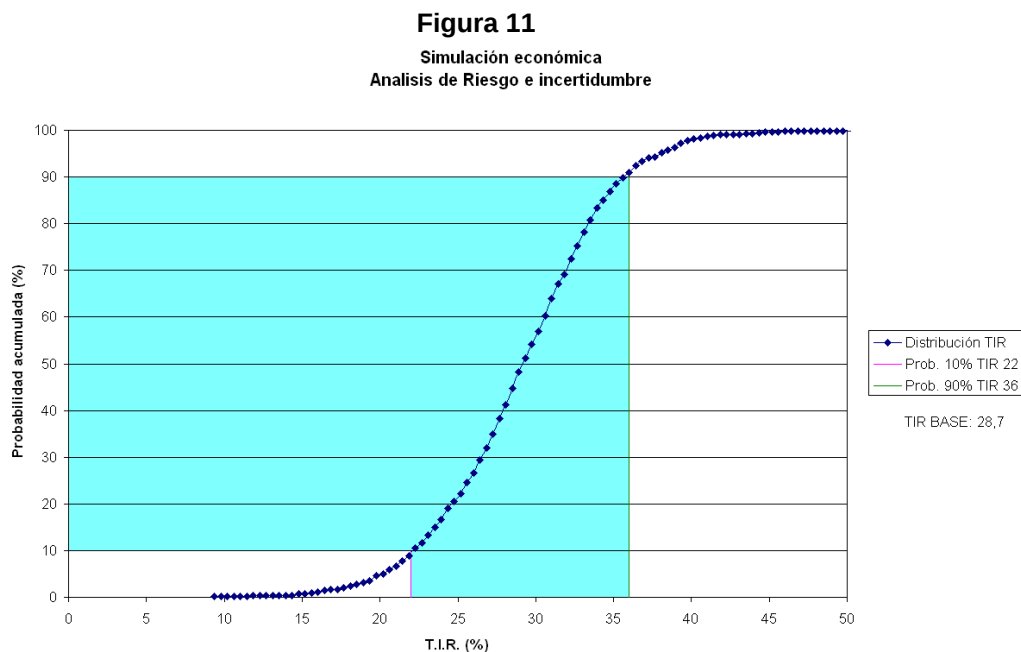
variable y en función de la tasa de descuento y del coste de oportunidad del capital del promotor (ver figura 10).



Fuente: Eduardo Hernández e Ignacio Trueba

Selecciona, clasifica y jerarquiza las variables críticas del PI en función de su mayor incidencia en los indicadores de rentabilidad del proyecto.

Analiza el riesgo e incertidumbre del PI. En función de la variables criticas seleccionadas y de sus respectivas curvas de densidad probabilística, permite calcular rangos de los indicadores de rentabilidad económico financiera del asignándoles una probabilidad, mediante el método de Simulación de Montecarlo. Dada su potencia de cálculo, puede simular miles de veces la ejecución del PI, con centenares de variables en tiempos mínimos.



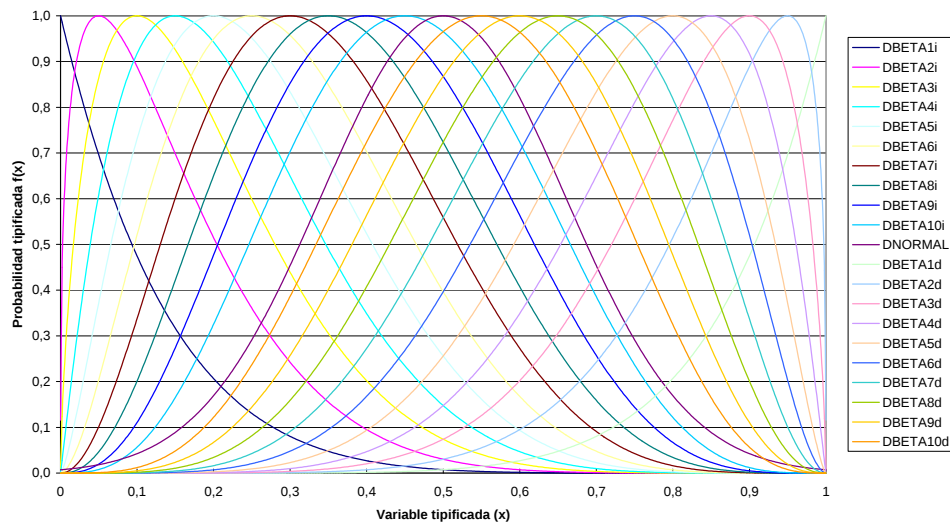
Fuente: Eduardo Hernández e Ignacio Trueba

En el caso de que exista correlación entre algunas de las variables críticas, desarrolla la simulación ajustando el Método de Montecarlo a esta circunstancia. El valor aleatorio asignado a una de estas variables determina automáticamente el valor de la variable correlacionada en cada simulación.

Realiza la evaluación de riesgo e incertidumbre del proyecto tomando como referencia las 21 curvas beta que se presentan a continuación (10 a la derecha, 10 a la izquierda y la normal).

Figura 12

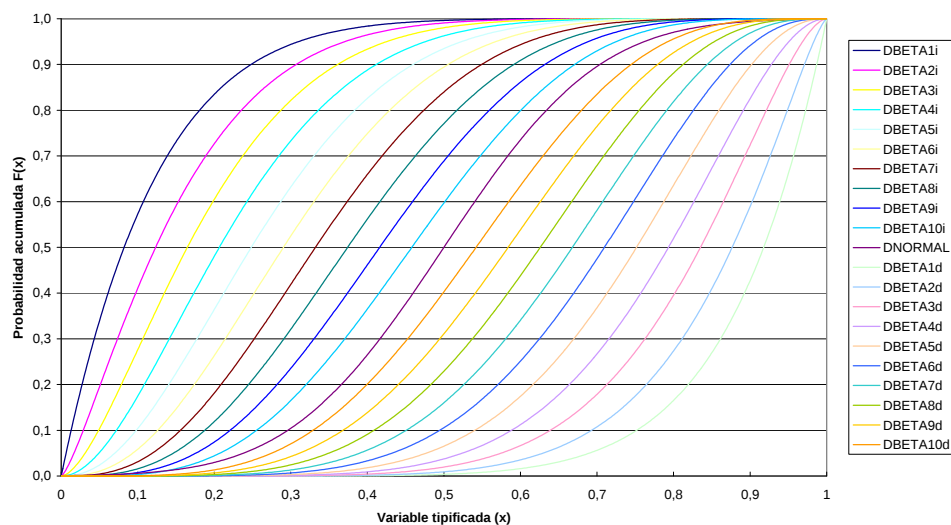
Funciones de Densidad Normal y Betas



Fuente: Eduardo Hernández e Ignacio Trueba

Figura 13

Funciones de Distribución Normal y Betas



Fuente: Eduardo Hernández e Ignacio Trueba

Asigna los desembolsos y el servicio de la deuda de créditos a medio y largo plazo para financiar el PI en los años correspondientes en función de sus características, principal, desembolsos anuales, tipo de interés, periodo de devolución y tipos de servicio de la deuda, años de carencia, solo intereses, y años de devolución de principal e intereses incorporándolos a los flujos económico financieros del PI.

Determina la incidencia del préstamo en función de sus características en los indicadores económicos del PI y asesora la toma de decisiones para la financiación del mismo. Compara y analiza la prioridad y conveniencia de diferentes préstamos para el PI, bien sean nacionales o internacionales.

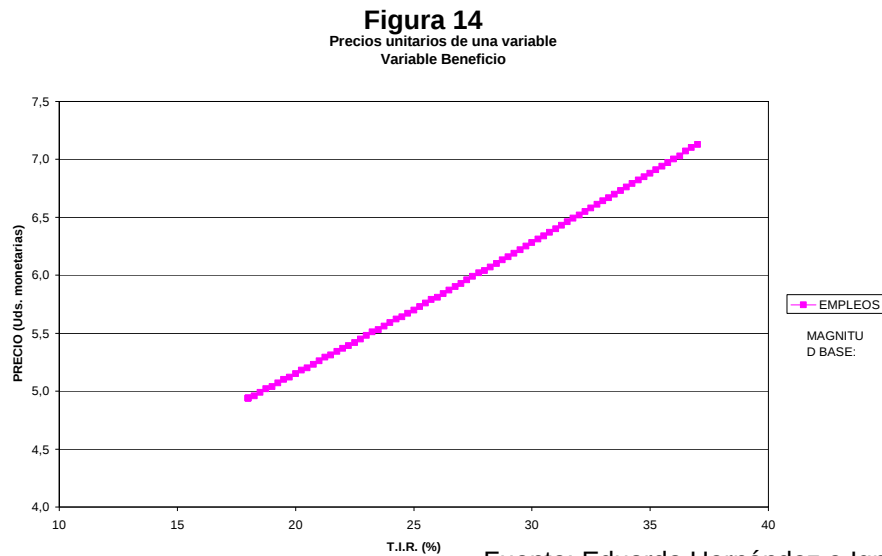
Pone de manifiesto la preferencia de préstamos nacionales e internacionales para el PI en situaciones "con" y "sin" inflación dibujando los gráficos correspondientes en función del COC.

Calcula los costes de magnitudes relevantes por unidad de beneficio, es decir el coste de los bienes y servicios generados por el PI, como por ejemplo el coste por puesto de trabajo creado, el coste por TM producida, el coste por unidad de producción y fabricación, el coste por Km de carretera u otras infraestructuras lineales, el coste por m³ de almacenamiento, los costes por m³ de agua, suministrada, distribuida y depurada, el coste por pasajero kilometro, el coste por megavatio generado con distintas fuentes de energía, el coste por hectárea transformada en riego, el coste por ha repoblada y restaurada forestalmente, los costes horarios de tractores maquinaria, vehículos de transporte terrestre, aéreo, marítimo y espaciales, el coste por pasajero, los peajes y billetes de servicios de locomoción el coste por enfermo, el coste por alumno, etc. Obviamente, en dichos cálculos, solo se incorporaran las variables coste específicamente relacionadas, es decir lo que se entiende en términos económicos como componentes separables de dicha variable.

En los proyectos de seguridad alimentaria, es muy importante determinar los costes de los diferentes nutrientes, hidratos de carbono, grasas, proteínas, fibra, vitaminas y minerales generados en el proyecto. El Software integra tablas de composición de los alimentos de FAO, y del Departamento de Alimentación Animal de la ETISIA UPM (C de Blas 2010) circunstancia que permite calcular el coste por kilocaloría, aminoácido, vitamina A, calcio etc. en el país en el que se desarrolla el proyecto.

Calcula los beneficios por unidad de coste de magnitudes relevantes del PI como por ejemplo techos de inversión, m² de edificación, maquinaria, instalaciones, mano de obra calificada o no calificada, divisas, energía, combustible, kilovatios, agua, materias primas, por unidad de costes de longitud, superficie o volumen, subvención, ayuda alimentaria, prestaciones sociales, emisión de gases de efecto invernadero, contaminación ambiental, erosión y degradación de tierras, biodiversidad, sobreexplotación de acuíferos, deforestación etc.

Representa gráficamente las curvas de los costes y beneficios unitarios del PI en función del COC (ver figura 14).



Fuente: Eduardo Hernández e Ignacio Trueba

Igualmente determina los mayores valores de rendimiento económico que corresponden a las huellas del PI en los recursos, agua, tierra, energía y ecología (Barilla, 2010)

Permite asesorar el establecimiento de tarifas públicas con criterios fiscales en función de los costes reales de producción de bienes o servicios (I. Trueba 1994).

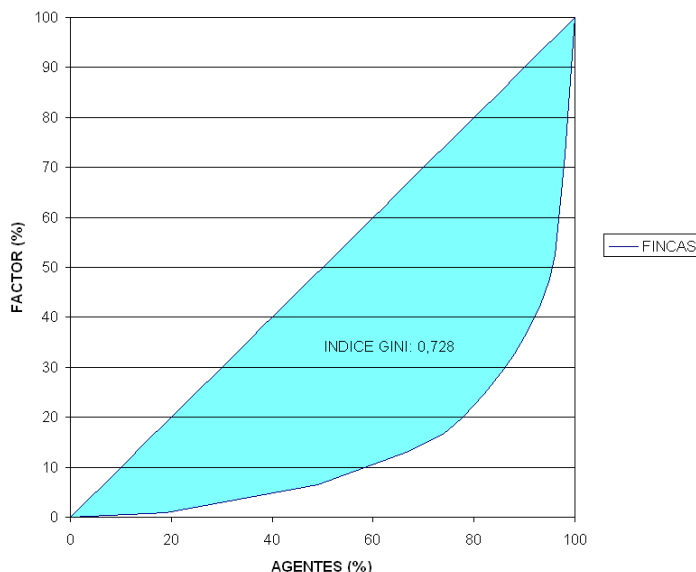
Permite determinar los costes conjuntos en los proyectos de ingeniería de usos múltiples en función del VAN de los costes separables, costes alternativos y beneficios remanentes (separate cost- remaining déficits) P.Gittinger 1986

Facilita el cálculo de la contabilidad de costes por el método de los flujos de caja de los PI.

Desde un punto de vista de evaluación social permite realizar un análisis de la desigualdad de diferentes factores como por ejemplo renta, prestación de servicios básicos, equipamientos, suministros de agua potable, agua para regar, energía etc. entre los diferentes actores y participantes en el PI, teniendo en cuenta su topología.

Determina el Índice de Gini (C. Gini 1965) que refleja el nivel de desigualdad de los agentes del PI con respecto a factores críticos, que oscila entre 0 y 1 (0% y 100%). Adicionalmente, representa gráficamente la Curva de Lorenz construida con ejes de coordenadas que asignan el % acumulativo de factor en ordenadas y el % acumulativo de agentes en abscisas, calculando el Índice de GINI como cociente del área comprendida entre la curva y la bisectriz y el área del triángulo isósceles rectángulo de la base. (Ver figura 15

Figura 15
Evaluación Social
Curva de Lorenz de la Desigualdad



Fuente: Eduardo Hernández e Ignacio Trueba

La comparación del análisis de la desigualdad entre agentes en las situaciones sin y con proyecto define el impacto de la corrección de la desigualdad debida al PI como por ejemplo en factores relevantes como el hambre, la pobreza, el empoderamiento de la mujer, la distribución de activos como la tierra, ganadería, instalaciones, maquinaria, acceso a servicios básicos de educación, salud, higiene etc. (Amartya Sen 1998)

Permite integrar y realizar la evaluación conjunta y simultanea de paquetes de proyectos y programas en el campo de la ingeniería, economía y desarrollo determinando la batería de indicadores económicos, sociales, ambientales, costes y beneficios unitarios y representaciones graficas correspondientes.

Finalmente, realiza la evaluación de proyectos desde un punto de vista de desarrollo regional, compensando el coste de la mano de obra con los puestos de trabajo creados en la región, en función de la tasa de reinversión en la propia región y del coeficiente multiplicador de las inversiones.

4. CONCLUSIONES

El desarrollo metodológico de la evaluación multicriterio de Proyectos de Ingeniería (PI) y su incorporación al Software PROYECTO en su versión 2011, constituye una aportación significativa en el logro del Objetivo, establecido por Amartya Sen (Premio Nóbel de Economía 1988), al señalar en "Guidelines for Project Evaluation, 1972", que el avance en la formulación de proyectos seria espectacular cuando se dispusiera de herramientas para realizar una evaluación continua e inmediata de las diferentes propuestas tecnológicas económicas sociales y ambientales a lo largo del proceso de diseño y organización de los proyectos. Este hecho permitiría obtener soluciones adecuadas como consecuencia de la mayor creatividad de los equipos de formulación y del fortalecimiento de relaciones entre los profesionales y expertos de formulación y evaluación de Proyectos de Ingeniería.

Además de la determinación de los indicadores clásicos de Evaluación económico-financiera de proyectos Cost Benefit Analysis (VAN , TIR, Relación Beneficio/Coste Bruta , Relación Beneficio Neto/Inversión y Periodo de Recuperación del Capital (Pay-Back), el programa calcula los precios de oportunidad (Switching Value), realiza análisis de sensibilidad de las variables, clasificándolas jerárquicamente, analiza el riesgo y la incertidumbre mediante procesos de simulación de Montecarlo y determina todos los indicadores, antes citados asignándoles probabilidades. Un punto fuerte del sistema es la incorporación del análisis de magnitudes relevantes del proyecto determinando los costes unitarios (Cost Efficiency) y techos de valores coste que garantizan rentabilidades, de aplicación tanto en la contabilidad de costes empresarial como en evaluación social y ambiental de proyectos.

El Software ofrece la opción de llevar a cabo un análisis de la desigualdad de oportunidades entre los agentes del PI (acceso a la tierra, renta, educación, salud, seguridad etc.) mediante el Cálculo y representación del Índice de Gini y de la curva de Lorenz.

El programa incorpora un procedimiento para determinar la huella ambiental del PI en los recursos naturales, agua, agotamiento de acuíferos y contaminación, suelo, degradación y erosión, vegetación, pérdida de biodiversidad etc. así como en el consumo energético y en la emisión de gases de efecto invernadero, imprescindibles en la adaptación y mitigación del cambio climático.

Finalmente el software permite realizar la evaluación socioeconómica del proyecto desde el punto de vista de la economía nacional con un tratamiento específico de las transferencias, precios sombra (Shadow Prices) de la mano de obra no calificada, la mano de obra calificada, las divisas, la energía, emisión de gases de efecto invernadero y de la inversión, así como de los efectos sobre el desarrollo regional

5. BIBLIOGRAFÍA.

- Afonso et al. 2006. *El papel de la tecnología en la producción de alimentos*. Mundi Prensa
- Afonso A. y Trueba I, 2006. *Incidencia de la Seguridad Alimentaria en el Desarrollo*. Mundi Prensa.
- Afonso A. et al. 2006. *La accesibilidad, motor de desarrollo. El caso de Las Hurdes como ejemplo de desarrollo rural integrado*. Mundi Prensa
- Asimow, H. 1976. "Introducción al Proyecto". Herrero Hermanos, S.A .. México.
- Baum, W, and Tolbert S. 1985. "Investing in Development. Lessons of World Bank Experience". World Bank. Washington. Oxford University Press.
- Beltrán JM 2006. *La gestión del agua y la seguridad alimentaria*. Mundi Prensa
- Blasco, J. 1988 "Comentarios al Proyecto". Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. U.P.C. Barcelona.
- Casley, D.J. and Lury, D.A. 1981. "Monitoring and Evaluation of Agriculture and Rural Development: Projects". Johns Hopkins. University Press. Baltimore.
- Cernea, M. 1983. "A Social Methodology for Community Participation Local Investments. The Experience of Mexico's Pider Program". World Bank Staff. Working Paper nº 598. World Bank. Washington D.C.
- Cicourel, A and Trueba, I. 1986. "Towards a theory and method for the study of agrarian change". University of California San Diego. American-Spanish Joint Committee. San Diego.

- Cleveland. D. and King. W. 1975. "System Analysis and Project Management". Mc Graw-Hill Book Company.
- Cohen. J. and Uphoff. N. 1977. "Rural Development Participation: Concepts and Measures for Project Design. Implementation and Evaluation". Ithaca. Cornell University.
- Dasgupta. P. and Marglin. A. 1972. "Guidelines for Projects Evaluation". United Nations. New York.
- De Cós Castillo. N. 1985. "Dirección de Proyectos". Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. U.P.M. Madrid.
- Feigenbaum. E. et Al. 1983. "Artificial Intelligence and Japan ' s Computer Challenge to the World" .
- García A. et al. 2002. Application of distributed routing techniques for studying the influences of excess rainfall intensity in small watersheds unit hydrographs.
- García A. et al. 2004. Monitorización de dos cuencas hidrológicas en la comunidad de Madrid mediante el empleo de sensores doppler para el aforo de corrientes. Congreso Ingeniería del Agua.
- García A. et al. 2006. La ingeniería rural y la lucha contra el hambre. Mundi Prensa
- Garzia. M.; Evans. 11.; Trueba. I.; Fabre. P.; Cross. S. 1986. "Guide for Training in the Formulation of Agricultural Projects". FAO. Rome.
- Gittinger. P. Price. 1982. "Economic Analysis of Agricultural Projects". EDI. WB. The Johns Hopkins University Press.
- Korten. D. 1980. "Community Organization and Development , A Learning Process Approach". Public Administration Review 40 no. 5 pp 480-511.
- Little. I.M. and Mirless. J.A. 1974. "Project: Appraisal and Planning for Developing Countries": New York: Basic Books .
- MacMillan A. et al. 2006. Hacia los programas nacionales para alcanzar la seguridad alimentaria. La experiencia de FAO. Mundi Prensa
- Pereira D. et al. 2006. La Evaluación Ambiental estratégica en la lucha contra el hambre y la pobreza. Mundi Prensa
- Pouliquen, L.Y. 1970. "Risk Analysis in project: Appraisal". Baltimore. The Johns Hopkins University Press.
- Prest, A.R. and Turkey, R. 1966. "Cost Benefit Analysis". A. Survey. Surveys of Economic Theory. Vol. 3 New York.
- Ramos, A. et al., 1979. Planificación Física y Ecología, EMESA Madrid.
- Reutlinger, S. 1970. "Techniques for project: Appraisal under Uncertainty". Baltimore. The Johns Hopkins University Press.
- Trueba, I, and Marco, J.L. 1985. "Proyectos Agrarios y de Desarrollo Rural. Formulación". Madrid, Universidad Politécnica de Madrid.
- Trueba, I, et al. 1989. "Computer aided optimization of rural: engineering project-size, Application to irrigation earth dams design". Agricultural Engineering, Dublin . CIGR., ,
- Trueba, I. 1990. "The Computer Science in the Sensitivity and Risk Analysis of irrigation projects", CIOSTA CICR-V, Helsinki.
- Trueba, I. et al 1995. Proyectos empresariales. Formulación y evaluación. Mundi Prensa, Madrid.

Trueba I 2002. La seguridad alimentaria mundial. Cátedra A. Martín Escudero, UPM.

Trueba I. et al 2006. El fin del hambre en el 2025. Un desafío para nuestra generación. Mundi Prensa, Madrid.

UNDP. Human Development Report 2010. UN, New York.

Uphoff, N. 1989. Approaches to community participation in Agriculture and Rural Development. Economic Development Institute, World Bank, Washington,

Correspondencia (Para más información contacte con):

Ignacio Trueba Jainaga.

E-mail : Ignacio.trueba@upm.es