

Criterios para la toma de decisiones en los procesos inversionistas.

Criteria for decision-making processes investors

M. Sc. Amaury Pérez Martínez*, Dr.Sc. Erenio González Suárez.,
Dra. Hilda Oquendo Ferrer*, Dr. Pablo Galindo Llanes*.**

*** Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Camagüey.
Camagüey. Cuba**

**** Centro de Análisis de Procesos. Universidad Central Martha
Abreu de Las Villas, Villa Clara, Cuba.**

**Persona de contacto: Dr.Sc. Erenio González Suárez, E-Mail:
erenio@uclv.edu.cu; Teléfono/Fax: 53-42-272333**

RESUMEN

Se realizó, a través de encuestas, una valoración del nivel de conocimientos y de consenso existente entre los especialistas del municipio Camagüey, sobre el conjunto de criterios que se tienen en cuenta en un proceso previo inversionista, determinándose que los indicadores económicos son tenidos en cuenta por encima de los técnicos y los medioambientales. Como resultado e propone un sistema de indicadores técnicos, económicos y medioambientales que deben tenerse en cuenta de forma integrada en la búsqueda de las mejores alternativas durante un proceso inversionista.

Palabras claves: Decisiones, criterios, indicadores, alternativas, inversiones

ABSTRACT

Through surveys, an assessment of the level of knowledge and consensus among specialists in Camagüey municipality was conducted, about the set of criteria that are considered in an earlier investment, some economic indicators are taken into account beyond the technical and environmental. As a result, and proposes a system of technical indicators, economic and environmental conditions should be considered in an integrated way in the search for the best alternatives for an investment process.

Keywords: Decisions, criteria, indicators, alternative, investments.

INTRODUCCIÓN

Actualmente constituye una necesidad para muchas industrias que requieren ser más competitivas en el mercado, encaminar sus esfuerzos en hacer eficientes sus procesos, desarrollar producciones alternativas que aprovechen al máximo todos los residuos o desechos y garantizar la protección de los recursos naturales.

El Análisis Complejo de Procesos constituye una herramienta para la intensificación y desarrollo de los procesos de producción. Parte de las características del proceso estudiado, de los materiales utilizados y de la situación real de los equipos, encontrando expresiones cualitativas y cuantitativas de las reservas del proceso. En la literatura³ la autora señala que la complejidad del análisis, incluye, un dominio completo del proceso estudiado y la incertidumbre de la evolución de su entorno y de su propio desarrollo.

Resulta útil el desarrollo de metodologías que permitan integrar las diferentes etapas por las que debe transitar el análisis, así como el desarrollo o la utilización de medios de cómputo para facilitar los cálculos. Constituye una necesidad contar con criterios que permitan la toma de decisiones ante un proceso previo inversionista y que éstos a su vez garanticen el análisis holístico de aspectos técnicos, económicos y medioambientales; lo que daría como resultado el empleo eficiente y óptimo, de todos los recursos que requerirá y generará la industria, en cada una de las posibles alternativas. Se proponen un sistema de indicadores técnicos, económicos y medioambientales para contribuir al proceso de la toma de decisiones en los procesos previos inversionistas.

DESARROLLO

Durante un proceso inversionista es necesario que la toma de decisiones tenga en cuenta criterios de índole técnicos, económicos y medioambientales. Se han propuesto metodologías que aplican métodos del análisis de procesos, aplicadas a la industria azucarera, y en general a la industria de procesos, que emplean indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN), Período de Recuperación de Inversión (PRD) y la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y el indicador técnico “capacidad de la planta” fundamentalmente, quedando en un segundo plano y no de forma explícita los otros criterios de tipo técnicos y los

medioambientales. En la literatura¹ el autor señala con relación a estos últimos se han propuesto y definidos criterios e indicadores medioambientales de tipo cualitativo.

Los balances de masa y energía, así como el diseño de los equipos ofrecen información cuantitativa del proceso en estudio, la que pudiese ser valorada como nuevos criterios de tipo técnicos y medioambientales que faciliten la toma de decisión de los procesos previos inversionista, conjuntamente con los ya identificados.

El trabajo en una primera fase consistió en la aplicación de una encuesta en empresas del municipio de Camagüey, que permitió valorar el nivel de conocimientos y de consenso sobre el conjunto de criterios que se tienen en cuenta en un proceso previo inversionista.

La encuesta fue dirigida al personal calificado (experto) asociado a la actividad de inversión. Para la selección de la muestra se siguió como criterios de inclusión: aquellas empresas donde se realizan inversiones, y el jefe de inversiones no fuese de reciente promoción.

Las variables analizadas se agruparon en:

1. Datos generales del jefe de inversiones: años de experiencia en la empresa, años de experiencia en el cargo, nivel de escolaridad.
2. Prioridades de la empresa durante los análisis previos al proceso inversionista (en las categorías ambiental, económico, técnico).
3. Criterios que se deben tener en cuenta durante los análisis previos al proceso inversionista.

El 64.3% de los encuestados posee nivel universitario y el 35.7% nivel preuniversitario, su experiencia en el área de las inversiones es de 6 años como promedio. La mayoría de ellos consideran, que durante un análisis previo inversionista, debe seguirse el siguiente orden de prioridad:

- 1ro, análisis técnico
- 2do, análisis económico
- 3ro, análisis medioambiental

No obstante debe resaltarse la no existencia de un consenso claramente definido (ver tabla 1), y en consecuencia se observa gran dispersión de criterios que convergen con una mentalidad de fraccionar los análisis y no lograr una integración de los mismos.

Tabla 1. Lugar en orden de jerarquía que se le atribuye a los diferentes análisis.

Prioridad	1	2	3
Indicadores			
Análisis técnico	57,1%	42,8%	0
Análisis económico	42,8%	50%	0
Análisis ambiental	0	0	42,8%

Los especialistas encuestados, de consenso (100 %), señalan solo cinco indicadores, de los 14 manejados en la encuesta, (Tabla 2), como aquellos que deben ser empleados, siendo estos: la capacidad de la planta y de los equipos (indicadores técnicos) y el consumo de materias primas y materiales, la generación de residuos sólidos y la generación de emisiones atmosféricas (indicadores medioambientales) Serían entonces estos indicadores los que ellos consideran de vital importancia. Como se aprecia los de tipos económicos propuestos, ninguno resultó 100 % coincidente.

Si se tiene en consideración los parámetros que fueron seleccionados por el 92.86% de los encuestados (Tabla 2), incluiríamos en el listado anterior: el tiempo real de trabajo de la fábrica (técnico); el período de recuperación de la inversión (económico); y el consumo de agua para fabricar determinado producto y la generación de efluentes líquidos (medioambiental).

Tabla 2. Indicadores seleccionados por los encuestados para la toma de decisiones en las inversiones.

Indicadores	Encuestados	Por ciento
Económicos:		
Valor Actual Neto (VAN).	8	57,14
Periodo de Recuperación de Inversión (PRD)	13	92,86
Tasa Interna de Rendimiento (TIR).	10	71,43
Técnicos:		
Capacidad de la planta	14	100
Disponibilidad de materias primas	5	35,71
Capacidad de los equipos	14	100
Tiempo real de trabajo de la fábrica	13	92,86
Redundancia de los equipos	5	35,71
Medioambientales:		
Consumo de agua para fabricar determinado producto	13	92,86
Consumo de energía para fabricar un producto determinado	10	71,43
Consumo de materias primas y materiales	14	100
Generación de residuos sólidos	14	100
Generación de emisiones atmosféricas	14	100
Generación de efluentes líquidos	13	92,86

En la segunda fase del trabajo se proponen un sistema de indicadores técnicos, económicos y medioambientales que deben tenerse en cuenta de forma integrada en la búsqueda de las mejores alternativas durante un proceso inversionista, fácilmente cuantificables.

Indicadores técnicos

Los indicadores técnicos que se proponen son: a) la capacidad de la planta, b) la disponibilidad de las materias primas, c) la capacidad de los equipos, d) tiempo real de operación y e) cantidad de equipos redundantes. Todos ellos influyen sobre el proceso previo inversionista debido a que inciden sobre el costo de producción o el costo de inversión.

• Capacidad de la planta

Es bien conocido que una de las formas de determinar la capacidad de la planta, según los clásicos,⁵ es la demanda del mercado y la determinación de las capacidades iniciales de debe considerar los cambios en la demanda futura y los tiempos a los cuales debe hacerse esa ampliación. También puede determinarse considerando la disponibilidad de las materias primas y se recomienda decidir por el criterio que resulte limitante.

$$\frac{P}{P_0} = \frac{1 + \frac{F}{V}}{1 + \frac{F}{V} * \frac{K_{ef}}{K_0}} \quad (1)$$

P = Precio de producción en \$/kg.

P₀ = precios de producción a la capacidad decidida.

F = Costos fijos.

V = Costos variables.

K_{ef} = Capacidad efectiva de la planta unidades/año.

K₀ = capacidad inicial en unidades/año

• Tiempo real de operación

Con relación al tiempo real de operación, en su cálculo el factor fundamental es la estimación de la pérdida de días de trabajo por mantenimiento a los equipos.⁴

$$t_{\text{real trabajo}} = t_{\text{operación}} - t_{\text{mantenimiento}} \quad (2)$$

• Capacidad de los equipos y la cantidad de equipos redundantes

La capacidad de los equipos está en función de las corrientes de materias primas, productos intermedios y finales, calculados por los balances de masa y energía, mientras que la cantidad de equipos redundantes, es posible determinarla siguiendo expresión de fiabilidad.⁴

$$\prod_{i=1}^m \left[1 - (1 - p_i)^{n_i} \right] \quad (3)$$

donde:

p_i: es fiabilidad del equipo.

n_i: es el número de equipos teóricos.

Indicadores medioambientales

Los indicadores medioambientales constituyen el instrumento de medida que posee el Sistema de Gestión Ambiental para medir el grado de contaminación que ejerce una industria sobre sus alrededores. Tradicionalmente estos han sido indicadores cualitativos, que han servido para evaluar el impacto medio ambiental provocado por el proceso propuesto y deben considerarse como parte de los procesos previos inversionistas, logrando una síntesis de las dimensiones técnica, económica y ambiental¹, obteniendo así tecnologías compatibles con el medio ambiente.

A continuación se muestran un conjunto de indicadores de tipo cuantitativos, que pueden calcularse de forma general, a partir de los balances de masa y energía. Éstos se pueden agrupar en:

- a) indicadores de consumo
- b) indicadores de vertimiento.
- a) Indicadores medioambientales de consumo

- **Consumo de materias primas**

El consumo de materias primas se refiere a las cantidades consumidas por unidad de producto. Es posible contabilizar económicamente, este indicador, a partir del gasto de la materia prima y su % en la estructura del costo de producción.

$$\text{Materias primas} = \frac{(\sum \text{Consumo de materias primas})}{\text{Cantidad de producto}}$$

- **Consumo de agua**

El consumo de agua (huella hídrica) como indicador medioambiental se refiere al consumo relativo de este recurso en función de la producción total anual y se define como el volumen de agua necesaria para obtener una producción determinada². Es posible calcularlo como la sumatoria de las cantidades de agua consumida en el proceso por cada unidad de producto terminado. Esto es:

$$\text{Agua} = \frac{(\sum \text{Agua de Limpieza} + \text{Vapor de agua} + \text{Agua de proceso} + \text{Agua de enfriamiento})}{\text{Cantidad de producto}} \quad (4)$$

Es posible contabilizar económicamente, este indicador, a partir del gasto de agua y su % dentro de la estructura del costo de producción

- **Consumo de energía**

Debido a los aumentos en los precios de los combustibles fósiles, el consumo de energía como indicador, reviste cada vez mayor importancia, por la influencia que ejerce en el incremento del costo de producción y la contaminación que se produce al consumirse. Para el cálculo del mismo en la industria, se requiere contar con un balance de energía que nos indique el uso final de la misma, a qué etapas del proceso se dirige y cuáles son los patrones de consumo. Puede expresarse como:

$$\text{Energía} = \frac{(\text{Consumo de electricidad} + \text{Consumo de combustible})}{\text{Cantidad de producto}} \quad (5)$$

Es posible contabilizar económicamente, este indicador, a partir del gasto de energía y su % en el costo de producción.

- b) Indicadores medioambientales de vertimiento**

Los residuos de los procesos de la industria química se pueden clasificar en emisiones de gases, emisiones de líquidos y emisiones de sólidos. Son de gran importancia para la gestión medioambiental, puesto que la prevención y el reciclaje de residuos aúnan los objetivos medioambientales con las ventajas económicas.

· **Emisión de gases (Vertimiento de residuales gaseosos)**

Las emisiones a la atmósfera de residuales gaseosos tiene una especial importancia debido a sus diversos impactos negativos sobre el medioambiente, cuando éstas son sustancias tóxicas. Este tipo de emisiones y otros residuales gaseosos que se generan en un proceso se puede determinar a través de los balances de masa y energía., pudiendo cuantificar el indicador “emisiones de gases”.

$$\text{Cantidad emisiones gaseosos} = \frac{(\sum \text{Cantidad emisiones gaseoso})}{\text{Cantidad de producto}}$$

(6)

Es posible contabilizar económicamente, este indicador, a partir del costo del tratamiento de residuales gaseosos, más las multas impuestas y el % que representa en la estructura del costo de producción.

• **Emisiones de líquidos (vertimiento de residuales líquidos)**

Los efluentes líquidos generados por cualquier proceso productivo que no cumpla los requerimientos de vertimiento son denominados residuales líquidos y su agresividad al medioambiente está en dependencia de su contenido y la carga contaminante. La cantidad total de de aguas residuales en metros cúbicos se obtiene de la suma de todos los flujos de agua contaminantes y no contaminantes que se descargan en el colector o en la red de alcantarillado.

De forma similar al indicador anterior, es posible contabilizar la emisión de líquidos por los costos de tratamiento de las aguas residuales y por multas y penalizaciones que le hacen a la industria.

$$\text{Cantidad emisiones liquidas} = \frac{(\sum \text{Cantidad emisiones liquidas})}{\text{Cantidad de producto}}$$

(7)

• **Emisiones de sólidos (Vertimiento de residuales sólidos)**

Bajo este indicador es posible considerar a todo desecho o residuo sólido o semisólido resultante de cualquier proceso u operación industrial. La cantidad de residuos de este tipo al igual que los anteriores es función de la tecnología del proceso productivo y la eficiencia del mismo. Se puede determinar a partir de la sumatoria de las cantidades de emisiones de sólidos que se calculan a través de los balances de masa y energía.

A su vez, es posible contabilizarlo económicamente a partir de los desembolsos que deben realizar las industrias por los costos por tratamiento de estos residuos y los desembolsos por multas y penalizaciones que le hacen a la industria.

$$\text{Cantidad emisiones solidos} = \frac{(\sum \text{Cantidad emisiones solidos})}{\text{Cantidad de producto}}$$

(8)

Indicadores económicos

Muchos estudios indican que los modelos básicos de ingeniería económica Flujo de Caja, Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Período de Recuperación son los más utilizados en la evaluación económica y constituyen la llave en los estudios de factibilidad de cualquier proyecto de ingeniería.

Si el proyecto de inversión tiene un VAN positivo, el proyecto es rentable. Entre dos o más proyectos, el

mejor es el que tenga el VAN más alto.

La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) indica el % de retorno de la inversión y es un indicador de rentabilidad relativa del proyecto, por lo cual cuando se hace una comparación de tasas de rentabilidad interna de dos proyectos no tiene en cuenta la posible diferencia en las dimensiones de los mismos. Una gran inversión con una TIR baja puede tener un VAN superior a un proyecto con una inversión pequeña con una TIR elevada.

El Periodo de recuperación descontado (PRD) corresponde al tiempo en el que se amortiza la inversión y el mejor es el de menor tiempo.

Se puede emplear cualquiera como criterio de selección de alternativas, siendo el mejor el VAN por ser menos sensible que los otros dos, además de ser una medida más real de la cantidad del dinero obtenido al cabo de un tiempo determinado. Entre empresarios es más fácil entenderse con la TIR y el PRD y como se apreció en las encuestas un % importante prefiere como criterio de decisión el PRD.

Interrelación de los indicadores técnicos y medioambientales con los económicos.

Todos los indicadores propuestos tienen en común la posibilidad de ser calculados en las diferentes etapas de los procesos previos inversionistas de las industrias de procesos químicos. Los indicadores económicos juegan un papel rector en la toma de decisiones, lo cual es válido debido a que cualquier alternativa tecnológica que se valore tiene que ser factible desde el punto de vista económico.

Por tal razón es que el conjunto de indicadores técnicos y medio ambientales propuestos han sido cuantificados económicamente, lo cual permite que todos ellos influyan sobre los indicadores económicos planteados y que consecuentemente, la toma de decisiones tenga implícita las dimensiones técnica, económica y medioambiental que se requieren para cualquier propuesta tecnológica evaluada.

CONCLUSIONES

- 1) Se demostró que para los especialistas y empresarios es determinante, en la toma de decisiones, el criterio económico.
- 2) Se propuso un sistema integral de indicadores técnicos, económicos y medioambientales, que pueden ser cuantificables

económicamente, permitiendo así que la toma de decisiones tenga implícita las dimensiones técnica, económica y medioambiental que se requieren para cualquier propuesta tecnológica evaluada.

FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADA

- 1) Galindo, P.: El Análisis de Procesos en la búsqueda de tecnologías más limpias, tesis para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas (Ph D), Cuba, 2008.
- 2) Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A.K. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, 21: 35-48. 2007:
- 3) Oquendo, Hilda.: Consideración de la incertidumbre de la demanda y la disponibilidad de las materias primas en la determinación de las nuevas capacidades de producción de derivados de la caña de azúcar, tesis para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas (Ph D), Cuba, 2002.
- 4) Domínguez, Elena Rosa. Análisis de alternativas de inversión en la industria química considerando la fiabilidad de los equipos, tesis para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas (Ph D), Cuba, 1996.
- 5) Rudd, D; C, Watson: *Strategy of Process Engineering*, La Habana, ER. 1980.