

# **ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD Y RIESGOS ECONÓMICOS PARA UNA INVERSIÓN ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA. PARTE 2**

**Oswaldo Romero Romero, Esteban Jesús Quintero Concepción, Rolando Alfredo Hernández León y Héctor Pérez de Alejo Victoria, Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI)\***

Recibido: abril/2005

Aceptado: julio/2005

El trabajo presenta los resultados obtenidos del análisis económico de la inversión para el montaje de una planta de cogeneración en el central Melanio Hernández, la que deberá trabajar de forma integrada al central y la destilería todo el año usando caña energética como materia prima al terminar la zafra. En el mismo se determinan los riesgos económicos de la inversión por los posibles cambios de los precios de las materias primas y los productos del complejo integrado. En el desarrollo del trabajo se determinan el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación (PR) de una inversión para instalar 23 MW de potencia en este central, en un análisis de los riesgos económicos por métodos probabilísticos y no probabilísticos, para ello se determina la esperanza matemática del VAN, su desviación típica y el coeficiente de variación, además se obtiene la curva del perfil de riesgo de la inversión. Se obtienen como resultados más importantes que en el análisis de riesgo se obtiene un coeficiente de variación del VAN muy cercano a cero y el perfil de riesgo indica que existe un 60 % de probabilidad de que el VAN sea mayor de 5 millones.

Palabras clave: Análisis financiero, incertidumbres económicas, riesgos económicos, cogeneración, integración de procesos, caña energética.

## ***ANALYSIS OF THE ECONOMIC FEASIBILITY AND RISKS FOR AN ENERGETIC INVESTMENT IN THE SUGAR INDUSTRY. PART 2***

The work presents the obtained results of the economic analysis of the investment for the assembly of a cogeneration plant in the sugar factory Melanio Hernández, that will work integrated to the sugar factory and the distillery the whole year using energetic sugar cane as raw material when finishing the sugar season. In this work it is carried out an analysis of the economic risks of the investment for the possible changes of the prices of the raw materials and the products of the integrated complex. In the development of the work the Net Present Value, NPV, the Internal Rate of Return, IRR, and the Pay Back of an investment is determined to install 23 MW of power in this factory, in an analysis of the economic risks by probability and non probability methods, for that the mathematical hope of the NPV is determined, its typical deviation and the variation coefficient, the curve of the risk profile of the investment is also obtained. They are obtained as the most important results that in the analysis of risk, the variation coefficient of the NPV is very near to zero and the profile of risk indicates that it exists 60% of probability that the NPV is bigger than 5 millions.

Key words: Financial analysis, economic uncertainties, economic risks, cogeneration, integration of processes, energy cane.

(\*) CEEPI, Ave. de los Mártires no 360, Sancti Spiritus, Teléfono 0053 41 2 77 68. E-mail: [osvaldo@suss.co.cu](mailto:osvaldo@suss.co.cu)

## INTRODUCCIÓN

Es evidente que en el análisis de una inversión en la actualidad debe atenderse no solo a la viabilidad financiera de la inversión, sino también a la viabilidad legal, técnica, comercial, organizacional y política de dicha inversión, lo cual es presentado por varios autores, dentro de ellos, Fuentes 97<sup>2</sup> hace una declaración exhaustiva de estos aspectos en la decisión de invertir o no.

El análisis de inversiones de plantas de cogeneración en el contexto cubano debe incluir todos estos elementos de viabilidad, pero especial interés debe prestarse al análisis financiero de la inversión, ya que las mismas deben realizarse acudiendo a prestamos por terceros, lo cual implica un análisis minucioso antes de solicitar el financiamiento, para demostrar al o a los financistas las posibilidades de la inversión propuesta de asegurar la recuperación del capital a invertir. Los análisis de alternativas de cogeneración en la industria azucarera cubana se limitan al cálculo de los indicadores financieros VAN, TIR y PR y en muchos casos solo se determinan las ganancias esperadas de la inversión propuesta.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis de los riesgos económicos por métodos probabilísticos y no probabilísticos a una propuesta de inversión para montar una planta energética de 23 MW de potencia eléctrica con turbinas de extracción condensación en el central Melanio Hernández de la provincia de Sancti Spíritus. El mismo da continuidad a la primera parte del trabajo donde se analizaron los costos de producción y se evaluaron indicadores financieros de la inversión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Análisis de los riesgos económicos de la inversión

Se realizó un análisis de sensibilidad de la inversión ante la variación del interés, el precio de la caña energética y azucarera, los RAC, el azúcar, la electricidad y el alcohol; para ello se asumen 5 valores de cada variable, esperado,

optimista, pesimista y valores extremos optimista y pesimista.

Comoquiera que el análisis de sensibilidad no permite estudiar las interacciones entre las variables, se propone construir una matriz que muestre la influencia de la interacción entre variables; para ello se utilizó una matriz de diseño experimental L9 dada por Jochner<sup>3</sup>, mediante la cual se puede estudiar la incidencia de las interacciones de los diferentes niveles de las variables Inversión, Ingresos y Egresos, los resultados de esta matriz se visualizan en forma gráfica, permitiendo reconocer fácilmente la interacción entre las variables.

Atendiendo a los resultados del análisis de sensibilidad, se estudió el punto de equilibrio de esta inversión en cuanto a la cantidad de caña azucarera a procesar y para ello se calcula el VAN de la inversión variando la cantidad de días procesando caña azucarera desde 0 hasta 200 días, este análisis responde también a la necesidad de identificar si es factible montar una planta para generar todo el año con caña energética o no.

Utilizando métodos probabilísticos se determinó el riesgo asociado a esta inversión, se utilizó el método dado por Kelety<sup>4</sup>, recomendado y utilizado con éxito por Fuentes<sup>2</sup> y Lauchy<sup>5</sup>, el cual se muestra a continuación.

$$E(X) = \sum Xi * Pi \quad (1)$$

Donde:

E – Esperanza matemática de la variable,

$X_i$  – Es la variable X en el nivel i y

$P_{Xi}$  – Es la probabilidad de que la variable X esté en el nivel i.

$$E(VAN) = E(I) + \sum E(Fc)/(1+k)^i \quad (2)$$

Donde:

VAN – Valor actual neto,

I – Inversión,

Fc – Flujo de caja y

K – Es el interés a que se calculan las finanzas.

$$\sigma X^2 = \sum_{j=1}^R ((X_j - E(X))^2 * P(X_j)) \quad (3)$$

$$\sigma^2(VAN) = \sigma^2(I) + \sum \sigma^2(Fc)/(1+K)^i \quad (4)$$

$$\sigma(VAN) = \sqrt{\sigma^2(VAN)} \quad (5)$$

$$CV = \sigma(VAN) / E(VAN) \quad (6)$$

Donde:

CV - Coeficiente de Variación del VAN, ó  
(VAN) – desviación típica del VAN.

Finalmente, se determinó el perfil de riesgo de la inversión. Se utilizó para ello el método dado por David Hertz en 1964 y que se propone y explica por Kelety<sup>4</sup> para profundizar en los riesgos económicos en estudios de cogeneración en Cuba; el mismo consiste en:

1. Identificar variables claves que configuran, a su vez, los costes e ingresos futuros. En este caso, se seleccionan la variable Inversión, Egresos e Ingresos; estos últimos basados en las variaciones de los precios de la caña, tanto energética como azucarera, los RAC, la electricidad, el azúcar y el alcohol.
2. Determinar los posibles valores que dichas variables pueden tomar en el futuro, asignando probabilidades a cada uno de ellos. Para determinar estos valores se decide trabajar con tres niveles, los que se determinaron por la suma algebraica de los valores optimista, esperado y pesimista de la caña y los RAC en el caso de los egresos y de la electricidad, el azúcar y el alcohol en el caso de los ingresos.
3. Realizar un muestreo repetido de las variables, tomando como base sus probabilidades. Para ello se utiliza el llamado método de Montecarlo que se basa en el uso de números aleatorios para simular el muestreo; en el caso de la inversión de cogeneración se utilizó una tabla de números aleatorios dada por Kelety<sup>4</sup> y se generó un total de 40 combinaciones.
4. Se calculan los resultados financieros (VAN, y/o TIR) correspondientes a cada combinación de valores de las diferentes variables obtenidas en cada muestra.
5. Finalmente, se seleccionaron siete intervalos de clase, la frecuencia relativa y la probabilidad de ocurrencia, en fracción, de cada intervalo; para después representar gráficamente la curva que caracteriza el perfil de riesgo del proyecto,

dada por la marca del intervalo de clase y la probabilidad acumulada de ocurrencia.

## **Resultados y discusión del análisis financiero de la inversión para cogenerar en el CAI Melanio Hernández**

### **Análisis de sensibilidad**

Puede observarse en el gráfico 1, que la inversión será sensible a todos los precios de materias primas y productos, pero la mayor sensibilidad aparece ante la variable % de interés de los préstamos y los ingresos que se obtengan; dentro de los ingresos, es el precio del azúcar el que aparece como el de mayor sensibilidad, es por ello que se determinó el punto de equilibrio del proyecto para los días de zafra azucarera (gráfico 2). Puede observarse que el punto de equilibrio se alcanza para 94,4 días de zafra, resultado que es un aporte de este trabajo y que indica que el uso de la caña energética en una planta como la del Melanio Hernández, no debe considerarse para todo el año, ya que las producciones de azúcar que se obtengan de la zafra azucarera tienen un importante papel, aun en los resultados financieros de la inversión.

Al evaluar el gráfico 2 puede interpretarse que esta fábrica de azúcar, al invertir en una planta de cogeneración con estas características y operar durante todo el año, deberá producir azúcar al menos 95 días al año para que la inversión sea factible, esto demuestra que en el balance financiero de esta fábrica, integrada la producción de azúcar, electricidad y alcohol, el azúcar tendrá un alto significado en los resultados económicos que se obtengan.

De la tabla 1 y los gráficos 3 y 3 A, obtenidos de la propia matriz, se puede interpretar que la sensibilidad de los criterios VAN, TIR y PR ante las interacciones de las variables inversión, ingresos y egresos es elevada, pero que solo se alcanzarán valores negativos del VAN, TIR muy bajas y períodos de recuperación demasiado altos para la combinación de todos los valores pésimos de las tres variables. Esto permitió concluir que existe una alta probabilidad de alcanzar buenos resultados con esta inversión.

Gráfico 1. Análisis de sensibilidad de la inversión ante diferentes variables

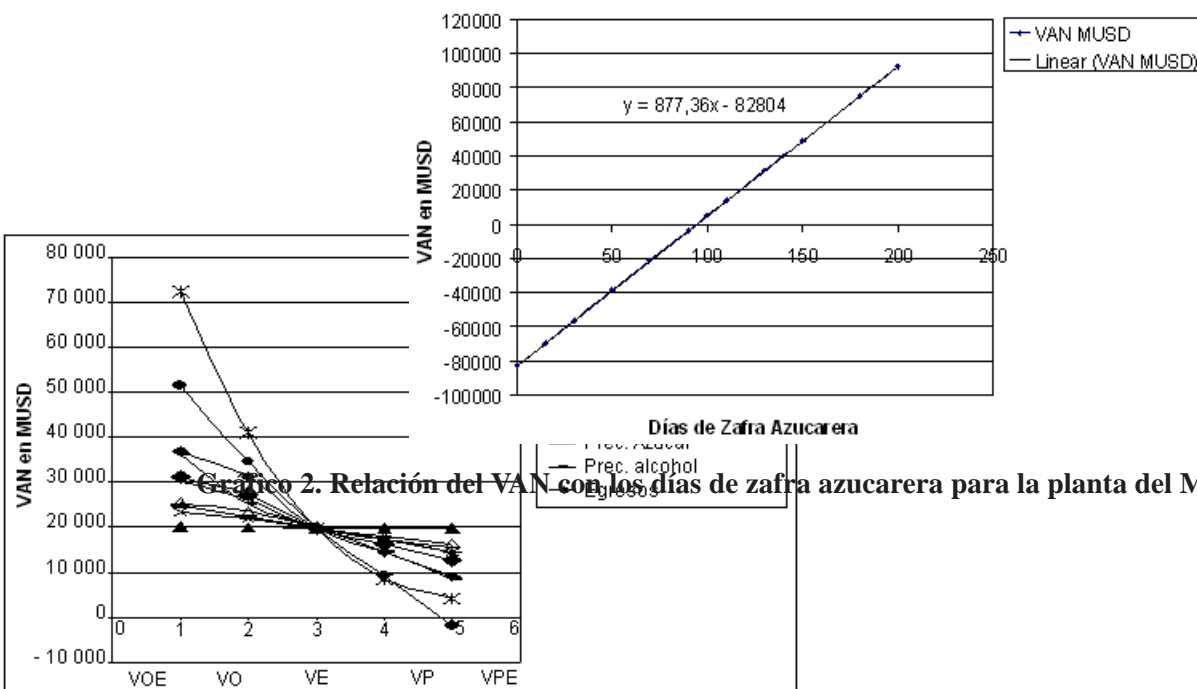


Tabla 1. Matriz IEI para evaluar la sensibilidad de interacciones de variables del VAN, TIR y PAY

No Caso	Matriz			Valores			VAN	TIR	PR
				Inversión	Egresos	Ingresos			
1	-1	-1	-1	47150,0	31282,2	38601,1	-12608,0	8,4	11,1
2	-1	0	0	47150,0	29527,0	41827,4	11494,7	21,0	5,5
3	-1	1	1	47150,0	25953,4	45508,8	46597,6	37,5	3,6
4	0	-1	0	43125,0	31282,2	41827,4	6045,8	18,6	6,0
5	0	0	1	43125,0	29527,0	45508,8	23814,1	28,0	4,4
6	0	1	-1	43125,0	25953,4	38601,1	16218,6	24,4	4,9
7	1	-1	1	40107,0	31282,2	45508,8	26140,0	30,3	4,2
8	1	0	-1	40107,0	29527,0	38601,1	1210,0	16,1	6,7
9	1	1	0	40107,0	25953,4	41827,0	34108,9	34,7	3,8

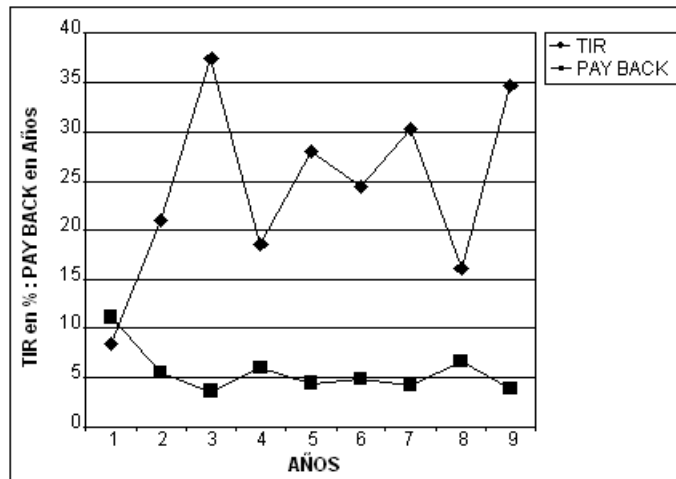


Gráfico 3. TIR y recuperación de la inversión según resultados de la matriz IEI

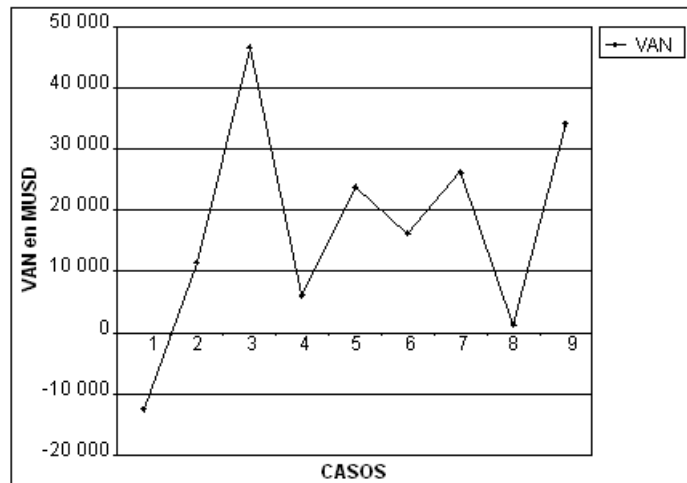


Gráfico 3 A. VAN de la inversión graficado según los resultados de la matriz IEI

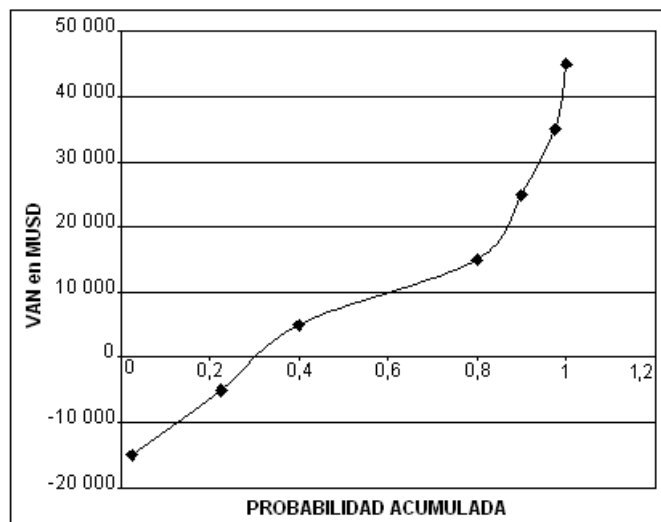


Gráfico 4. Perfil de riesgo del proyecto

### **Determinación del riesgo del proyecto por métodos probabilísticos**

E (VAN) = 18 023,8 M\$

ó (VAN) = 3651,6 M\$

Coefficiente de variación = 0,203

Como puede apreciarse la inversión propuesta para esta fábrica de azúcar, que implica una planta de cogeneración de 23 MW eléctricos y procesar caña energética después de la zafra, presenta un riesgo bajo, ya que el coeficiente de variación del VAN tiene un valor cercano a cero.

En el gráfico 4 puede apreciarse que el proyecto para cogenerar con caña energética en el central Melanio Hernández presenta un perfil de riesgo, en el que se puede interpretar que para el muestreo realizado, este proyecto va a tener con un 60 % de probabilidad un VAN superior a los 5 000 MUSD.

### **CONCLUSIONES**

1. Se ha demostrado la posibilidad de profundizar en los análisis financieros de inversiones a partir de la utilización de métodos probabilísticos y no probabilísticos para analizar las incertidumbres económicas.
2. El análisis de sensibilidad realizado demostró que los indicadores financieros son sensibles a la mayoría de las variables, pero la tasa de interés, los ingresos y dentro de estos el precio del azúcar son las variables de mayor sensibilidad.
3. El análisis del punto de equilibrio realizado demostró que para estas inversiones, el período de zafra azucarera tiene aún una elevada importancia en los resultados financieros y que se necesita al menos 94,4 días de zafra azucarera para no tener pérdidas con la inversión.
4. La Matriz, Inversiones, Egresos e Ingresos propuesta y utilizada permitió evaluar la interacción entre estas variables en los resultados

de la inversión, demostrándose que para esta inversión, solo alcanzándose los valores pesimistas de las tres variables se obtendrían resultados financieros negativos.

5. El coeficiente de variación del VAN obtenido de aplicar análisis probabilístico de los riesgos resultó ser 0,2, considerándose aceptable por ser un valor cercano a cero.
6. La determinación gráfica del perfil de riesgo permitió demostrar que existe un 60 % de probabilidad de obtener un VAN mayor de 5 000 MUSD, mientras que solo existe un 30 % de probabilidad de que el VAN sea negativo, ratificando que la inversión es atractiva aún cuando exista incertidumbre de algunos valores.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Baloh, T.: *Wärmeatlas für die Zuckerindustrie*. Verlag M. & H. Schaper, Hannover, 1975.
2. Fuentes Mora, M.; C. Llanes López y E. González Suárez: La incertidumbre económica en la inversión de una planta de acetal a partir de bioetanol. Folleto, UCLV, 1997.
3. Jochner, R. H. and J. E. Matos: *Designing for Quality. An introduction to the best of Taguchi and Western methods of Statistical Experimental Desing*. ASQC. Quality Press American Society for Quality Control Mitwaukce, Wisconsin. Edit. Quality Resources. A division of the Kraus Organization Limited White Plains, New York, 2000.
4. Kelety Alcaide, A.: *Análisis y Evaluación de Inversiones*. 2da. Edición, 173 pp., Ed. Romaya-Valls, España, 1992.
5. Lauchy Ceñudo, A.; C. Llanes López; E. González Suárez y J. Machado: "La incertidumbre económica en las inversiones de plantas de química a partir de biomasa", *Centro Azúcar* 30(1): 57-63, enero-marzo, 2003.