

Evaluación de proyectos de inversión mediante riesgos e incertidumbre

Dr. Manuel Viera Flores¹

¹ Ceo & Managing Partner Metaproject S.A Chile
Gerente General Metaproject Engineering SAC Perú
Presidente Cámara Minera de Chile

1. Abstract

El presente trabajo consiste en mostrar una metodología de como evaluar económicamente un proyecto de inversión, bajo escenarios de Riesgos e incertidumbre, para una correcta toma de decisión. Se mostrará un proyecto real evaluado con esta metodología, y como se decidió mediante una heurística de decisión su realización. La evaluación ex post para auditar los compromisos del proyecto una vez realizado es una correcta validación de la metodología.

La metodología se basa en una heurística de decisión utilizando value drivers y los economics tales como Valor esperado del VAN, Valor esperado de la TIR, Contenido de riesgo, Valor en Riesgo VAR, intervalo de confianza entre otros drivers. Con ello se demuestra que un proyecto minero debe modelarse en base a variables aleatorias y distribución de probabilidades haciendo justicia a la naturaleza del negocio minero.

This paper intends to present a method of evaluating the economics of a mining investment project capturing its risk and uncertainty, for a correct decision making. A real project was evaluated with this method to audit the quality of the decision against its actual performance.

The methodology is based on a probabilistic model and using economic parameters such as the expected value of the NPV and IRR, Risk component, Value at Risk and the confidence interval among other drivers. We demonstrate that the economics of a mining project must be modeled using the statistical distribution of the underlying variables and show the distribution of outcomes, doing justice to the nature of the mining business

2. Introducción

La metodología a mostrar se basa en una heurística de decisión como se puede apreciar en la figura N°1 utilizando value drivers y los economics tales como Valor esperado del VAN, Valor esperado de la TIR, Contenido de riesgo, Valor en Riesgo VAR, intervalo de confianza entre otros drivers. Con ello se demuestra que un proyecto minero debe modelarse en base a variables aleatorias y distribución de probabilidades haciendo justicia a la naturaleza del negocio minero.

En la figura N°1 se muestran los conceptos de un análisis de riesgo moderno basado en escenarios de riesgo e incertidumbre

Figura N° 1 Costos Incertidumbre, Valor de la Información, toma de decisión

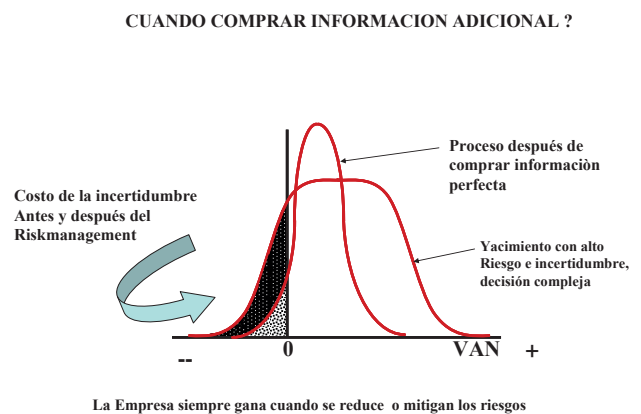


Figura N° 1 Costos Incertidumbre, Valor de la Información, toma de decisión

Se definen como Value Drivers en estudios de Análisis de Riesgo para la toma de decisiones estratégicas, a aquellas variables que son críticas y controlables.

Las más importantes son las siguientes:

- a) Costo de Incertidumbre.
- b) Costo de Irracionalidad.
- c) Expected Value o Valor Esperado, ó llamada Esperanza Matemática.
- d) Cantidad de Riesgo expresada como desviación estándar.
- e) Valor de la información perfecta VIP.
- f) Valor en Riesgo o VAR (Value at Risk).

Debido a que un proyecto minero es de larga maduración es imperativo evaluar correctamente su desempeño en base a los siguientes ámbitos:

- Que el proyecto sea técnicamente económico
- Económicamente rentable
- Financieramente que pueda pagar sus deudas
- Con Riesgos controlables
- En armonía con las comunidades
- Ambientalmente sostenible
- Ayuda a la descarbonización en base al uso de energías verdes
- Dignidad al planeta, a las comunidades y a las personas

En la valoración de empresas Mineras y en la toma de decisiones de inversión, el paradigma central ha sido por años el criterio del valor actual neto (VAN). Sin embargo, los métodos tradicionales de Evaluación como la técnica del flujo de fondos descontados (DCF, discounted cash flow) no permiten capturar el valor de factores que permanecen invisibles y que a veces representan un valor importante, considerado muchas veces en forma intuitiva por los inversores. Eso ha ido cambiando en los últimos años con la aparición de la técnica de la valuación de opciones reales (Emerix, 2002, Kesler S.E. 1994).

3. El riesgo y las decisiones de inversión, un Paradigma Minero

¹ "The New Tool In Financial Decision Making Under Uncertainty Cim 86, 1993.

El estudio de factibilidad tiene como objetivo suministrar información que sea útil para decidir si se justifica explotar el yacimiento en un determinado proyecto de inversión. Los estudios de factibilidad manejan el problema en la forma siguiente: se determina cuáles son los factores (datos de entrada) importantes para el resultado final, se estima el valor más probable para cada uno de esos factores y se calcula el resultado final más probable, como lo explica Collins J.1

En la vida real, la mayoría de los factores que afectan el resultado final de una decisión de inversión no pueden ser pronosticados con certeza. En estas circunstancias, la probabilidad de obtener un resultado que corresponda efectivamente a la predicción es prácticamente nula, ya que es muy improbable que todos los factores (datos de entrada) vayan a asumir en forma simultánea sus valores más probables. Por lo tanto, el contenido de información al estudio de factibilidad depende en forma crucial del error predictivo probable que se le asigne al pronóstico del resultado final. Si el margen de error es relativamente pequeño, y si la conclusión permanece inalterada, sin importar cuál caso extremo (ya sea el mejor o el peor) vaya a ocurrir en la práctica, un cálculo único, como el que entrega la mayoría de los estudios de factibilidad, es suficiente para una decisión final. Si el margen de error es grande, sin embargo, un cálculo único (el más probable) puede ser útil, ya que los casos extremos podrían conducir a conclusiones opuestas, dejando al encargado de la decisión sin ayuda alguna para escoger entre ellas (Ver Viera M., 1993, Haim Levy, Marshalls, 1977).

Lo que es relevante para la toma de decisiones es la probabilidad relativa de diversos resultados posibles, tales como la probabilidad de pérdida y ganancias de distintas magnitudes. Un estudio de factibilidad que suministre estas probabilidades ofrece a los encargados de las decisiones información en la que pueden basarse decisiones racionales

¿Cuándo el problema de la incertidumbre se torna suficientemente importante para justificar su consideración explícita en la evaluación de proyectos? Una respuesta teórica podría ser que se le debe considerar en toda ocasión (Arooz K.J. y Lind R.C., 1979).

Se mostrarán los distintos métodos para tratar la incertidumbre, tales como:

- Análisis de sensibilidad
- Elasticidad del VAN
- Árboles de decisión
- Simulación de Montecarlo Hipercubo latino
- Análisis de Riesgos
- Heurística de decisión
- Actitud frente al riesgo
- Perdida de oportunidad
- Valor de la Información
- Opciones reales entre otras

Por último, se mostrarán proyectos de cobre y de oro evaluados con esta metodología y una comparación con otras metodologías con sus indicadores y sus desviaciones.

N. Conclusiones

Dentro de las Conclusiones del estudio figuran:

- a) La metodología aquí propuesta, demostró ser eficiente, versátil, y que sirve para estandarizar criterios en la Industria Minera. Puede perfeccionarse en base a incorporar flexibilidades que otorgan las empresas proveedores de insumos y de bienes de capital.
- b) La Industria Minera le presenta un valioso desafío a la Ingeniería de Proyectos y a la Valoración Económica de Inversiones, esto es hacer diseños inteligentes que contengan las flexibilidades identificadas en las Ingenierías Conceptuales para tomar mejores y más acertadas decisiones. Con ello permitirá agregar valor al negocio.
- c) El modelo de bloques, debe emplear opciones reales, flexibilidad, junto al análisis de riesgos para valorar correctamente los bloques dentro del Block models. Esta operación es una de las más delicadas del proceso de Valoración de activos mineros, etc

Agradecimientos

Agradecemos a Dr Prosper Lamothe y al Dr Patricio Morcillo por sus sabios consejos, a la Empresa Carolina Machilla, y a Codelco División el Teniente

Referencias

- Amram M. y Kulatilaka N. "Real Options Strategic Investment in an Uncertain World". Ed HBS Press. Estados Unidos 1998.
- @Risk For Project Risk Análisis for Project Management. <http://www.palisade.com>, Octubre 2002
- Collins J. a new tool in financial decision – making under uncertainty, Montreal: Canadian Institute of Mining and Metallurgy CIM 86.
- Dudley, R.M. (1989) Real Análisis and Probability, 2da. Ed. Chapman&Hall, New York.
- Haim L., Marshall S., Editors, Decision Making under Uncertainty Academic Press, 1977.
- Harris D. Mineral Exploration Decision: A guide to Economic Analysis and Modeling. United States of America: Wiley – Interscience publication. 1990, 435 pp.
- Arooz K.j. y Lind R.C. "Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decision", American Economic Review, junio 1970, pp.364-78
- Foldes L.P. y Rees R., "A Note of the Arrow Lind Theorem", American Economic Review, marzo 1977, pp.188-183.
- Arooz K.j. y Lind R.C. "Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decision", 1979
- Lamothe P., Viera M. (2006) "Desarrollo de una Metodología de Evaluación de Proyectos Mineros por Opciones Reales, Bajo Riesgo e Incertidumbre", Informe Técnico, Metaproject / Codelco, Chile.
- Merton R. (1970) "The Dinamic General Equilibrium Model of The Asset Market and its Application to The Pricing of the Capital Structure of the Firm", Working paper, Sloan School of Management M.I.T., Reprinted as Chapter 11 in Merton (1992).
- Viera M. / Lamothe P. "VII Jornada de Ingeniería de Minas", 15 al 17 de Noviembre, Buenos Aires Argentina. "Valoración y Gestión de yacimientos Mineros mediante Opciones Reales bajo Escenario de Riesgo e Incertidumbre"
- Viera M., (2002) "Gerenciamiento de Proyectos de Inversión", Cátedra Proyectos Mineros, USACH – Santiago-Chile.
- Viera M., (1993), "Análisis de Riesgo en Proyectos de Inversión", Instituto de Ingenieros de Minas de Chile.
- Viera Manuel, (1991) "Evaluación de Proyectos de Inversión Mediante Simulación Computacional", Instituto de Ingenieros de Minas de Chile.
- Viera M., Lamothe P., "Mining Ore Valuation by Real Option Under Uncertainty and Risk", Sixth International Copper / Cobre Conference COM 2007, Toronto Canadá.