

# **Trabajo de Diploma**

Para Optar por el Título de

## **Licenciado en**

### **Contabilidad y Finanzas**

**Título: Identificación de riesgos económicos y financieros en el Proyecto “Círculo de Molienda de Carbonato de Calcio”**

**Autor (es): Damaris Avilés Pérez**

**Tutor (es): MSc. Andrés Fonseca Hernández**

**MSc. Ariel Breff Azaharez**

**Moa, 2014**  
**“Año 56 de la Revolución”**

# **Trabajo de Diploma**

Para Optar por el Título de

## **Licenciado en**

### **Contabilidad y Finanzas**

**Título: Identificación de riesgos económicos y financieros en el Proyecto “Círculo de Molienda de Carbonato de Calcio”**

**Autor (es): Damaris Avilés Pérez**

**Tutor (es): MSc. Andrés Fonseca Hernández**

**MSc. Ariel Breff Azaharez**

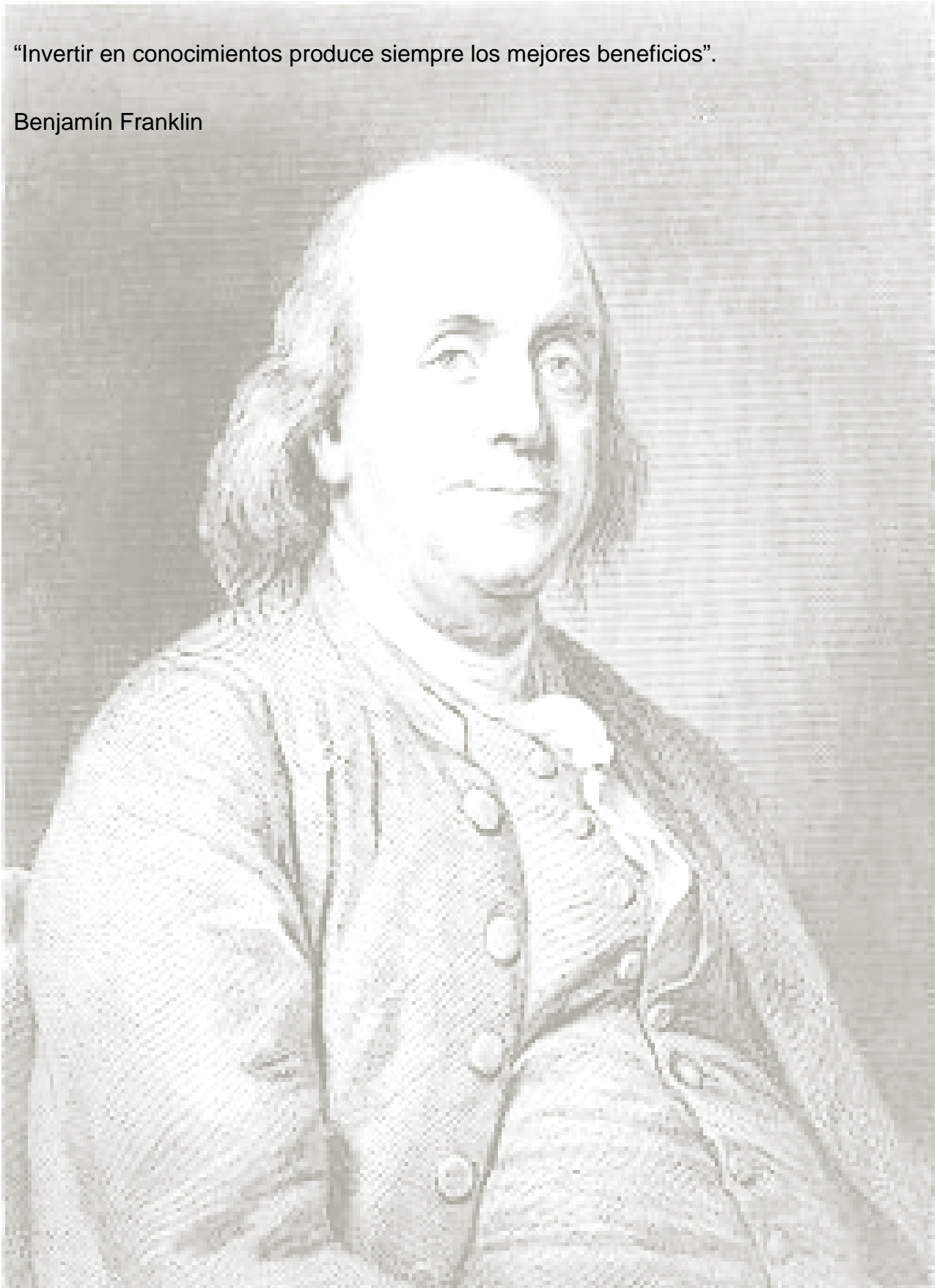
**Consultante: Lic. Diana Benítez Montero**

**Moa, 2014**  
**“Año 56 de la Revolución”**

## PENSAMIENTO

“Invertir en conocimientos produce siempre los mejores beneficios”.

Benjamín Franklin



## **AGRADECIMIENTO**

Me gustaría agradecer, ante todo, a mi querida y leal amiga Laynet quien fue la promotora de la idea de embarcarnos en un nuevo episodio de estudiar una nueva carrera universitaria.

A mi hijito César Alejandro quien tuvo que sacrificar muchas mañanitas para acompañarme a mis clases.

A mis padres, Abel y Flora, por darme la vida y a mi hermana Anisley por la oportunidad que me brindó de conocer otras personas de una cultura distinta a la nuestra que comparten la misma profesión.

A Dios por la oportuna aparición de Gioelkis, mi pareja, en mi vida y acortarme el camino para poder saborear este triunfo.

A mis cuñado y cuñada, Jaruzelkis y Macusa, por su acogida e infinita ayuda.

Mi más profundo agradecimiento a mis tutores Andrés Fonseca y Ariel Breff por su sabia conducción. Son dignos ejemplos de superación y pasión.

A mis queridos compañeros de trabajo, en especial a Maikel Regalado, María Eugenia Peña, Leyainis Quintana, y Carlos Ferrer por su disposición, paciencia y por dedicarme su preciado tiempo.

En fin, a todas las personas que de una u otra forma fueron participes en mi esfuerzo.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, a aquellos que nunca esperaban que lograra terminar la carrera, a todos aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograría. Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes les debo haber sacado la suficiente fuerza de voluntad para seguir hasta el final.

## RESUMEN

Las decisiones de inversión capital desempeñan un papel fundamental en la vida económica-financiera de la organización empresarial. Los estudios de factibilidad económica hechos sobre la base de estimar grandes beneficios futuros no necesariamente garantizan que el proyecto produzca tales utilidades. El futuro es incierto por lo que el dinero siempre estará en juego.

La empresa mixta Pedro Sotto Alba-Moa Nickel S.A moviliza grandes sumas de capital para ejecutar sus proyectos para el cumplimiento de los planes de producción de Ni+Co. Un ejemplo de ello lo constituye el "Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio". Esta es una inversión millonaria que será ejecutada en un ambiente de incertidumbre sin el debido tratamiento de los riesgos económico-financieros.

Lo anterior sirve de base para que se plantee la necesidad de realizar un análisis de mucho más rigor mediante la aplicación de técnicas modernas que permita identificar los riesgos económico-financieros asociados a este proyecto de inversión y así elevar su confiabilidad y reducir el nivel de incertidumbre.

Esta investigación presenta resultados certeros y confiables que demuestran que el proyecto posee un nivel ínfimo de riesgo dado por un porcentaje de VAN menor que cero de 2,26%, por lo que se propone presentar a la Dirección de la empresa los resultados alcanzados en la investigación para su análisis y posible ejecución de acciones que tributen a la gestión del riesgo en proyectos de inversión.

## **ABSTRACT**

Capital investment decisions play a crucial role in the economic and financial life of the enterprise. The economic feasibility study of a project which is based on estimating significant future profits does not necessarily guarantee that the project will produce such utilities. Future is uncertain so money is always on the line.

The joint venture Pedro Sotto Alba-Moa Nickel S.A. invests large amounts of capital funds for the execution of its projects in order to meet the incremental production targets. The "Calcium Carbonate Reject Grinding Mill" is one example. This is a millionaire capital project which will be executed under uncertainty without an adequate treatment of the associated economic and financial risks.

Based on the above, the need is for a more thorough analysis to be conducted by applying up-to-date risk analysis techniques. This will allow the identification of economic-financial risks associated to this capital project so as to increase its reliability and reduce uncertainty.

This research presents accurate and reliable results which proved that the project associated risks are minimal, as indicated by a 2,6 percent of VAN below 0. Therefore, it is proposed to present the investigation results to Moa Nickel management for further analysis and undertaking potential actions directed to project risk management. In this regard, it is for to the project initiator to pay special attention to the price changes as the project evolves.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I. ANÁLISIS DEL MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL DE LA ADMINISTRACIÓN FINANCIERA DE ACTIVOS DE CAPITAL</b> .....	6
1.1 EVOLUCIÓN TEÓRICA DE LA ADMINISTRACIÓN FINANCIERA DE ACTIVOS DE CAPITAL EN EL MUNDO .....	6
1.1.1 Teoría de las inversiones.....	8
1.1.2 Métodos de valoración y selección de inversiones .....	9
1.2 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS EN PROYECTOS DE INVERSIÓN .....	12
1.3 MODELOS, MÉTODOS Y MANUALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE INVERSIÓN .....	15
1.3.1 Métodos cualitativos de análisis de riesgos .....	15
1.3.2 Métodos cuantitativos de análisis de riesgos.....	17
1.3.3 Análisis de riesgos operacionales en proyectos de inversión .....	18
1.3.4 Análisis de riesgo secuencial.....	19
1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE PROYECTOS DE INVERSIÓN .....	20
1.4.1 Relaciones de Rentabilidad Económica y de Eficiencia Financiera.....	20
1.4.2 Umbral de Rentabilidad .....	23
1.4.3 Análisis de Sensibilidad .....	24
1.4.4 Análisis de Escenarios.....	25
1.4.5 Simulación .....	27
1.5 NORMATIVAS Y REGULACIONES QUE RIGEN EL PROCESO DE INVERSIÓN EN LAS EMPRESAS CUBANAS .....	29
<b>CAPÍTULO II. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN “CIRCUITO DE MOLIENDA DE CARBONATO DE CALCIO”</b> .....	34
2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA PEDRO SOTTO ALBA- MOA NICKEL S.A. ....	34
2.2 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO OBJETO DE ESTUDIO.....	37
2.3 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE RIESGOS EN EL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	40
2.3.1 Resultados de la aplicación de las relaciones de rentabilidad económica y eficiencia financiera en el proyecto de inversión.....	40
2.3.2 Análisis de Sensibilidad del Valor Actual Neto del Proyecto de Inversión .....	43
2.3.3 Análisis de Escenarios para el Proyecto de Inversión .....	48
2.3.4 Simulación .....	54
<b>CONCLUSIONES</b> .....	61
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	62
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	63
<b>ANEXOS</b>	



## INTRODUCCIÓN

La medición y gestión o manejo del riesgo es una disciplina relativamente nueva que ha surgido con gran dinamismo después de episodios de inestabilidad y crisis financieras que marcaron las décadas de los ochenta y noventa. Tales fueron los casos de la crisis de la deuda externa en la mayoría de los países latinoamericanos en los ochenta, la caída de la Bolsa de Nueva York en 1987, la explosión de las burbujas financieras e inmobiliarias (en Japón en los años noventa y la de las empresas *puntocom*<sup>1</sup> a finales de los noventa, el “efecto tequila o error de diciembre” en México durante 1994, la crisis financiera en el sudeste asiático en 1997 y las de Rusia y Argentina en 1997 y en 1998, respectivamente.

Estos acontecimientos, que constituyeron materializaciones de los riesgos existentes, han puesto de manifiesto la necesidad de la medición y el manejo de riesgo en un mundo cada vez más interconectado. En la actualidad, la gestión del riesgo se ha configurado como una nueva ciencia social (ERM, Enterprise Risk Management) en las instituciones financieras, tesorerías de grandes firmas y ejecutores de megaproyectos donde se utilizan métodos científicos para asumir riesgos con conocimiento, disminuyendo las posibilidades de fracaso al tomar decisiones sustentadas en datos.

Con bases y aspiraciones superiores, el Estado cubano ha lanzado una estrategia encaminada a promover el desarrollo de la empresa cubana en beneficio de la economía nacional. En el marco contextual actual, se hacen cada vez más importantes y necesarios proyectos de inversión que brinden una seguridad razonable y resultados ventajosos para las partes que en ellos intervienen.

Los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución debatidos y aprobados en el VI Congreso del Partido para la actualización del modelo socio-económico cubano contemplan como objeto de interés especial por parte del estado el de “mejorar la posición de la industria del níquel en los mercados mediante el aumento de la

---

<sup>1</sup> Empresas que desarrollan su actividad principal en internet.

producción, elevación de la calidad del producto final y reducción de los costos, logrando así una mejor utilización de los recursos minerales...”<sup>2</sup>.

En materias de inversión, los lineamientos 116, 119, 122, 124 y 126 establecen que el objetivo fundamental es lograr reorientar la política inversionista hacia una mayor integralidad del proceso, eliminando ineficiencias, errores y atrasos que denigran el proceso inversionista cubano.

La planta Comandante Pedro Sotelo Alba-Moa Nickel S.A. constituye un ícono de la industria minera cubana actual. La planta moense fue originalmente diseñada en 1957 con una capacidad de producción de 22.500 toneladas de níquel y 2.000 toneladas de cobalto en forma de sulfuro concentrado. Sin embargo, no sería hasta 1998 que se cumpliría esta meta mediante la modernización del parque de equipos mineros, mejoras y reparaciones a los sistemas tecnológicos y la sustitución por nuevos y modernos activos de capital.

En el 2005, la puesta en operación de un sedimentador de alto rendimiento en la planta de Precipitación de Sulfuros y la implementación de la tecnología CIPIMM posibilitó que la producción anual de la planta se incrementase a más de 33.000 toneladas; lo que equivaldría a aproximadamente un 37% por encima de su capacidad de diseño original.

Más adelante, en el 2008, con la terminación de la primera fase del proyecto de Expansión, la capacidad productiva de la planta se incrementó a 37.000 toneladas. La segunda fase contemplaba un 5to tren en la Planta de Precipitación de Sulfuros, un 6to tren en Lixiviación, una nueva Planta de Ácido, una nueva Planta de Preparación de Pulpa y la ampliación del complejo de H<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S para una producción total de 46.000 toneladas de sulfuros mixtos de níquel más cobalto. Estos circuitos quedaron inconclusos debido a la cancelación abrupta del proyecto en 2008 a raíz de problemas financieros de la Empresa de Metales provocados por la crisis económica financiera mundial.

---

<sup>2</sup> Lineamiento # 224 del Capítulo VIII. Política Industrial y Energética.

## Identificación de Riesgos Económicos y Financieros en el proyecto “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio”

---

Indiscutiblemente los logros y récords productivos que la empresa ha experimentado desde su puesta en marcha han estado supeditados a un proceso inversionista paulatino y sistemático a la largo de estos años.

Sin embargo, contrario al acercamiento de las empresas hacia la gestión de riesgos, las indagaciones y las entrevistas realizadas a especialistas de la rama de inversiones, principalmente a los de la entidad objeto de estudio expusieron las siguientes deficiencias:

- ✓ Escasa visión y pobre percepción acerca la administración de riesgos como disciplina que pueda resolver o evitar problemas en los procesos de selección de inversiones.
- ✓ Desconocimiento de las técnicas y procedimientos contemporáneos para la gestión de riesgos.
- ✓ Falta de regulaciones y directivas gerenciales en las empresas que orienten al manejo estructurado y eficaz de los riesgos en las inversiones.

Moa Nickel llevó a cabo el estudio de factibilidad del proyecto “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio”, por lo que desconocen los puntos vulnerables que pudiesen desviar el proyecto de sus objetivos, por lo que se requiere evaluar sus riesgos para dotar a los promotores del proyecto de una mejor visión y comprensión sobre los eventos desfavorables o favorables pudiesen producir resultados indeseados.

Todo lo anterior argumenta la **situación problémica** que conduce a la realización de esta investigación y que está dado por la ejecución de la inversión “Circuito de molienda de carbonato de calcio” en un ambiente de incertidumbre sin el debido tratamiento de los riesgos económicos y financieros asociados.

Los efectos producidos por esta problemática serían los siguientes:

- ✓ Conllevaría ejecutar el proyecto bajo un ambiente de incertidumbre desaprovechando las oportunidades que se tienen al alcance para la identificación de riesgos asociados.

## Identificación de Riesgos Económicos y Financieros en el proyecto “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio”

---

- ✓ Actitud pasiva frente a los posibles riesgos que enfrenta la inversión durante su posible ejecución.
- ✓ Probabilidad de pérdidas financieras y de producción por el no tratamiento de la incertidumbre.

El **problema científico** que sirve de base a este trabajo se define como la necesidad de identificar los riesgos económicos y financieros en el proyecto de inversión “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio” y constituye el **objeto de estudio** la Administración Financiera de Activos de Capital.

El **objetivo general** que persigue la investigación es identificar los riesgos económicos y financieros del proyecto “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio” a través de la aplicación de técnicas de identificación de riesgos para elevar la confiabilidad de la inversión y disminuir su nivel de incertidumbre; por lo que el **campo de acción** se enmarca dentro del Proceso de identificación de riesgos en el proyecto de inversión “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio”.

De ahí que se formule la **hipótesis** que: si se identifican los riesgos económicos y financieros en el proyecto de inversión “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio” disminuirá el nivel de incertidumbre y le concederá a la inversión mayor confiabilidad e integralidad.

Las **tareas de la investigación**; las cuales tributan al objetivo general se relacionan a continuación:

1. Elaborar el marco teórico-conceptual del objeto de estudio.
2. Caracterizar el proyecto de inversión objeto de estudio.
3. Seleccionar y aplicar las técnicas de identificación de riesgos en el proyecto objeto de estudio.
4. Identificar los riesgos económicos y financieros del proyecto objeto de estudio a través de la aplicación de técnicas de identificación de riesgos.

El **aporte de la investigación** consiste en el valor de la información que se obtiene a partir de la identificación de los riesgos económicos y financieros a través de la aplicación de técnicas de análisis con el cual se mediría el riesgo individual del proyecto de inversión. Le otorgará mayor integralidad al proceso de toma de decisiones y dotará a los especialistas de inversión del know-how hacia una gestión más efectiva de la incertidumbre sobre la realidad futura.

Durante el desarrollo de la investigación, se utilizaron los siguientes métodos científicos:

**Métodos teóricos:**

Teórico-Históricos: Revisión bibliográfica general y discriminativa, posición crítica ante los hechos y evaluación de las tendencias, inducción - deducción y, análisis – síntesis.

Hipotético – Deductivo. Análisis y síntesis, abstracción, inducción – deducción.

Sistémico - estructural - funcional. Análisis y síntesis, abstracción, inducción – deducción.

Dialéctico –materialista: Causa-efecto, análisis y síntesis, abstracción, inducción – deducción.

**Métodos empíricos:**

Observación: Entrevistas, cuestionarios, método de búsqueda y solución de problemas.

Medición: Búsqueda y solución de problemas, utilización del paquete Office.

Comparación: Búsqueda y solución de problemas, utilización del paquete Office.

La memoria escrita está compuesta por dos capítulos. El primero aborda la evolución teórica conceptual de la Administración Financiera en Activos de Capital como ciencia y el segundo presenta la caracterización de la empresa y el proyecto objeto de estudio, la selección y aplicación de las técnicas de análisis de riesgos incluyendo la interpretación de los resultados para la identificación de los riesgos económicos y financieros del proyecto.

## **CAPÍTULO I. ANÁLISIS DEL MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL DE LA ADMINISTRACIÓN FINANCIERA DE ACTIVOS DE CAPITAL**

La orientación de la empresa a una buena administración financiera de activos de capital es el punto crucial para el sostenimiento y el crecimiento de su producción. Muchas teorías han surgido en el mundo moderno sobre cómo llevar exitosamente un proyecto de inversión mediante métodos de estudio preliminar y selección y técnicas y métodos de identificación de riesgos.

### **1.1 Evolución teórica de la administración financiera de activos de capital en el mundo**

Las finanzas tienen sus antecedentes en la etapa en que las transacciones se realizaban por medio del “trueque”. Se intercambiaban unos productos por otros, se negociaba con bienes reales.

Con el Sistema Financiero surgió la posibilidad de no solamente guardar el dinero sino que se podía invertir por cierto tiempo a cambio de obtener un premio por esta decisión. De esta manera nace el concepto del Valor del Dinero a través del tiempo.

En la década de 1920, las innovaciones tecnológicas y las nuevas industrias provocaron la necesidad de mayor cantidad de fondos, impulsando el estudio de las finanzas para destacar la liquidez y el financiamiento de las organizaciones. A mediados de la década del cincuenta del pasado siglo adquirió un papel importante el presupuesto de capital y las consideraciones relacionadas con el mismo. Comienza a despertar importancia la planificación y control y con ellos la implantación de presupuestos y controles de capital y tesorería. En esa década surgen el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional y el sistema de cambio de Bretton Woods<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Brettons Woods fue el lugar donde se acordó la constitución del Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional. El sistema tiene su origen en una idea de John Maynard Keynes, que en política económica consistía en tratar de conducir el crecimiento económico desde el plano global.

La llegada de la computadora en esa misma década comenzó a brindarle al administrador financiero información sobre la cual tomar decisiones correctas, aplicando herramientas analíticas poderosas. El administrador financiero entonces tenía a su cargo los fondos totales asignados a los activos y la distribución del capital a los activos individuales sobre la base de un criterio de aceptación apropiado y objetivo.

Entre los años cincuenta y la crisis energética de 1973 se vive un ciclo alcista en la economía, en el que la empresa tiene una gran expansión. Se idearon modelos de valuación para utilizarse en la toma de decisiones financieras y se asientan las bases de las finanzas actuales.

En las siguientes décadas, el interés por el desarrollo sistemático de las finanzas, fue estimulado por factores relacionados con el rápido desarrollo económico y tecnológico, presiones competitivas y cambios en los mercados que requerían un cuidadoso racionamiento de los fondos disponibles entre usos alternativos, lo que dio lugar a un sustancial avance en campos conexos como: la administración del capital de trabajo y los flujos de fondos, la presupuestación de capitales y la formulación de la estrategia financiera de la empresa.

En los sesenta los estudios anteriores en ambiente de certeza servirían de base a los que se realizarían en ambiente de riesgo e incertidumbre; produciéndose definitivamente un desarrollo científico de la Administración Financiera de Empresas, con múltiples investigaciones, resultados y valoraciones empíricas, imponiéndose la Técnica Matemática como el instrumento adecuado para el estudio de la Economía Financiera Empresarial.

En los ochenta se realizan grandes avances intelectuales de la valuación de las organizaciones en un mundo donde reinaba la incertidumbre. Se acentúa el interés por la internacionalización de los fenómenos y decisiones financieras, dando lugar a multitud de estudios sobre aspectos como el riesgo político y el riesgo de variabilidad del tipo de cambio de las monedas en las que opera la Gestión Financiera Internacional.

En los años noventa, las finanzas tuvieron una función vital y estratégica en las empresas. Aún cuando la teoría y práctica de la valoración de empresas seguía centrada alrededor de métodos muy clásicos y algo obsoletos.

### **1.1.1 Teoría de las inversiones**

En términos generales, las inversiones sujetas al proceso de presupuesto de capital se pueden clasificar de acuerdo a:

- **Su objetivo**

- De expansión: se realizan con el objetivo de ampliar las operaciones de la empresa, lo cual se realiza regularmente a través de la adquisición de nuevos activos fijos.
- De reemplazo: son los que tienen relación con el sustitución de activos fijos que ya están desgastados, deteriorados o depreciados en su totalidad.
- De seguridad o ambientales: se relacionan con los gastos necesarios para cumplir las regulaciones del gobierno, con los contratos laborales, con los términos de las pólizas de seguros. Se denominan inversiones obligatorias o de conformidad ya que no producen ingresos.

- **Su naturaleza**

- Independientes: son los que no guardan relación entre sí.
- Mutuamente excluyentes: la selección de uno excluye automáticamente el otro.
- Contingentes: la decisión que se tome con respecto a cierta inversión depende, en primera instancia, de la decisión que se haya tomado sobre invertir en otro activo.

- **Efectos de la inversión en el tiempo**

- A corto plazo: cuando se comprometen los fondos para satisfacer objetivos actuales o inmediatos a corto término.



- A largo plazo: cuando la compañía se compromete a un desembolso corriente de fondos y posiblemente futuro del cual se espera recibir beneficios en un período mayor de un año.

Dentro de los estudios científicos sobre economía empresarial, el sector de los cálculos económicos, de los modelos de inversión es el que ha ocupado el primer lugar en los últimos años dado que, por un lado, casi todas las decisiones empresariales provocan procesos de inversión; los cuales influyen significativamente sobre el conjunto de la empresa.

La práctica industrial exige modelos que le permitan mejorar sus decisiones. Con la aplicación de técnicas matemáticas se ha producido un desarrollo vertiginoso de modelos cada vez más complejos.

### **1.1.2 Métodos de valoración y selección de inversiones**

#### **1) Periodo de Recuperación de Capital (PRC) o Payback Period**

Este es uno de los modelos más simples y científicamente más frágiles; sin embargo, es uno de los más ampliamente utilizados en la técnica porque brinda una información inmediata sobre el proyecto.

Este indicador se determina sumando los flujos futuros de efectivo de cada año hasta que el costo inicial del proyecto de capital quede por lo menos cubierto, por lo que la cantidad total del tiempo que se requiere para recuperar el monto original invertido, incluyendo la fracción de un año en caso de que sea apropiada es igual al periodo de recuperación.

$$\text{Período de Recuperación} = \frac{\text{Año anterior a recuperación} + \text{Costo no recuperado al principio de año}}{\text{Flujo efectivo del año}}$$

Su aplicación no sirve para comparar proyectos dado que no considera el valor del dinero en el tiempo sino que compara directamente valores obtenidos en distintos momentos. Más que un criterio económico, este indicador es una medida de tiempo.

No es aconsejable utilizarlo tampoco como criterio básico o de decisión fundamental para seleccionar proyectos. Es por ello que se utiliza solo como complemento del análisis de rentabilidad de inversión y de indicadores básicos como el VAN y la TIR.

Es útil sobre todo en condiciones de elevado riesgo, en que la rápida recuperación del capital tiene particular importancia y por lo tanto interesa conocer cuánto demora recuperar lo invertido. De las distintas alternativas será, en principio, según este modelo, la más favorable la que presente un menor número de años.

Los criterios de presupuestación de capital más utilizados se basan en el valor temporal del dinero y actúan sobre actualizaciones periódicas de los flujos netos determinados para cada año de operación considerado en el horizonte de evaluación del proyecto.

## **2) Valor actualizado neto (VAN) o Net Present Value (NPV)**

Este método de evaluación es una técnica compleja de preparación de presupuestos de capital. Se calcula restando la inversión inicial de un proyecto del valor presente de sus entradas de efectivo descontados a una tasa igual al costo de capital de la empresa.

Se puede decir que es el valor actual de una cantidad futura. La cantidad de dinero que sería necesario invertir el día de hoy a una tasa de interés determinada durante un período específico para obtener la cantidad futura.

Este método de evaluación es una aplicación directa del concepto del valor presente del dinero y consiste básicamente en lo siguiente:

- a. Se escoge una tasa de interés igual al costo de capital o la tasa de interés a la cual el dinero es prestado para financiar el proyecto.
- b. Se calcula el valor presente de los ingresos provenientes de la inversión.
- c. Se calcula el valor presente de los egresos requeridos por la inversión.
- d. El valor presente de los ingresos menos el valor presente de los egresos es el valor actualizado neto de la inversión. El valor recomendado o criterio de rechazo es

aceptar todas las inversiones independientes cuyo valor actualizado neto es mayor o igual a cero y rechazar todas las inversiones cuyo valor actualizado es menor que cero.

Utilizando estas variables se tiene que el valor actualizado neto, está dado por:

$$VAN = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+k)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n}$$

O

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FC_n}{(1+k)^t}$$

### **3) Tasa Interna de Retorno (TIR) o Internal Rate of Return (IRR)**

Se basa en que la tasa de descuento equipara el valor presente de las entradas de efectivo con la inversión inicial de un proyecto lo que ocasiona que el valor presente neto sea cero.

Este método también se basa en el valor temporal del dinero y en los flujos de caja durante toda la vida útil del proyecto. La Tasa Interna de Retorno utiliza el concepto del valor presente, pero intenta evitar la elección arbitraria de una tasa de interés al evaluar una inversión propuesta. Se define como aquella tasa que iguala el valor presente de los flujos netos de todos los años del horizonte de evaluación con la inversión inicial.

I = Inversión inicial

n = Horizonte de Evaluación

FN1, FN2,..... FNn = Flujos netos de cajas

r = Tasa interno de retorno

Se podría interpretar la Tasa Interna de Retorno como la más alta tasa de interés que se podría pagar por un préstamo que financiará la inversión. Si el préstamo con los intereses

acumulados a esa tasa dada, se fuera amortizando con los ingresos provenientes del proyecto, a medida que éstos van siendo generadas a través de toda la vida útil del proyecto.

$$FC_0 + \frac{FC_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FC_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

O

$$\sum_{t=0}^n \frac{FC_n}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Todos estos métodos matemáticos son deterministas debido a que las variables que se consideran para la toma de decisiones en el proceso inversionista son conocidas y tratan de simular la realidad a partir de una serie de datos cuantitativos.

No existe ninguno que pueda tener en cuenta a la vez todos los aspectos de la inversión aunque un buen análisis debe combinar los principales: el VAN, la TIR y el PR. Estos modelos no son en sí modelos de decisión sino de información puesto que solamente son una parte del proceso de decisión. Como se trabaja sobre la base de previsiones o estimaciones futuras de las variables, los resultados dependerán del acierto de dichas previsiones; por lo tanto, la capacidad de prever es un factor esencial para tomar decisiones acertadas en materia de inversiones.

## **1.2 Definición y clasificación de los riesgos en proyectos de inversión**

### **Conceptualizaciones previas de riesgo e incertidumbre**

La palabra “riesgo” proveniente del italiano “rischio” que, a su vez, lo adoptó de una palabra “risq”, del árabe clásico, que podría traducirse como “lo que depara la providencia”<sup>4</sup>. El término hace referencia a la proximidad o contingencia de un posible daño.

---

<sup>4</sup> Diccionario de la Real Academia Española, 22 Edición, 2001

El término incertidumbre se define como la expresión del grado de desconocimiento de una condición futura. En economía se entiende la incertidumbre como la imprevisibilidad de los sucesos futuros.

La diferencia entre riesgo e incertidumbre radica en el conocimiento del que toma las decisiones acerca de la probabilidad o posibilidad de que se obtenga el resultado esperado. Dicho de otra forma, el riesgo existe cuando la persona que toma la decisión puede calcular la probabilidad relacionada con el resultado. La incertidumbre cuando el decidor no cuenta con información suficiente para determinar la probabilidad del suceso posible a materializarse, viéndose obligado a especular a fin de asignar a los diferentes resultados una probabilidad subjetiva

### **Clasificación de los riesgos**

Los riesgos pueden clasificarse atendiendo a:

- La fuente del riesgo en:
  - Internos: aquellos que provienen del entorno empresarial.
  - Externos: los elementos fuera de la organización que afectan, en alguna medida, el cumplimiento de sus objetivos.
  
- Económicos o financieros:
  - Económicos: medida de las posibles eventualidades que pueden afectar al resultado de explotación de una empresa, que hacen que no se pueda garantizar ese resultado a lo largo del tiempo. Hace referencia a la incertidumbre producida en el rendimiento de la inversión debido a los cambios producidos en la situación económica del sector en el que opera. Dicho riesgo puede provenir de: La política de gestión de la empresa, la política de distribución de productos o servicios; la aparición de nuevos competidores, la alteración en los gustos de los consumidores, etc.

## Identificación de Riesgos Económicos y Financieros en el proyecto “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio”

---

- Financieros: también conocido como riesgo de crédito o de insolvencia. Hace referencia a las incertidumbres en operaciones financieras derivadas de la volatilidad de los mercados financieros y de crédito.
- Las consecuencias:
  - Puros: posibilidad de que un daño ocurra.
  - Especulativos: aquellos donde puedan obtenerse ganancias.
- Por su origen y alcance:
  - Fundamentales: acontecimiento de carácter extraordinario por su naturaleza anormal y la elevada intensidad y cuantía de los daños que de él puedan derivarse.
  - Particulares: son personales en su origen y en su efecto y más fáciles de controlar.

Otra clasificación los divide en:

- Estáticos: conectados con pérdidas causadas por la acción irregular de las fuerzas de la naturaleza o los errores y delitos del comportamiento humano y que resultan una pérdida para la sociedad.
- Dinámicos: asociados con cambios de los requerimientos humanos y mejoramiento en la maquinaria y la organización.

La evaluación de riesgo es probablemente el paso más importante en un proceso de gestión de riesgos, y también el paso más difícil y con mayor posibilidad de cometer errores. Una vez que los riesgos han sido identificados y evaluados, los pasos subsiguientes para prevenir que ellos ocurran, protegerse contra ellos o mitigar sus consecuencias son mucho más programáticos.

Weston y Brigham (1994) plantean que el riesgo se divide en:

- **Riesgo individual:** el que tendría un activo si fuera el único que posee una empresa, se mide a través de la variabilidad de los rendimientos esperados de dicho activo.
- **Riesgo corporativo o interno de la empresa:** aquel que considera los efectos de la diversificación de los accionistas. Se mide a través de los efectos de un proyecto sobre la variabilidad en las utilidades de la empresa. Refleja el efecto del proyecto sobre el riesgo de la empresa.
- **Riesgo de beta o de mercado:** la parte del proyecto que no puede ser eliminado por diversificación. Se mide a través del coeficiente de beta de un proyecto. No afecta mucho por la diversificación de cartera.

El punto de partida para el análisis del riesgo individual implica la determinación de la incertidumbre inherente a los flujos de efectivo del proyecto. Este análisis puede realizarse de varias formas, las cuales van desde juicios informales hasta los análisis económicos y estadísticos de gran complejidad que requieren el uso de modelos asistido por computadoras.

La metodología de evaluación de riesgos de una empresa consiste en una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas. Escoger entre una u otra depende de la naturaleza de los riesgos puesto que existen algunos que no se pueden cuantificar o simplemente no se pueden aplicar ante la carencia de suficientes datos confiables.

Es de suma importancia saber controlar el curso de los eventos que puedan producirse una vez puesto en marcha el proyecto; para lo que se han desarrollado técnicas que introducen ese componente de riesgo o probabilidad en las fórmulas con lo que estas se complican aún más.

### **1.3 Modelos, métodos y manuales para la identificación de riesgos en proyectos de inversión**

#### **1.3.1 Métodos cualitativos de análisis de riesgos**

Entre los más conocidos se encuentran el método del criterio de frecuencia de Prouty y el método del criterio de gravedad o financiero, los cuales evalúan cualitativamente la

frecuencia y el impacto de los riesgos, respectivamente. Resulta apropiado utilizar estos dos métodos cuando no se dispone de información suficiente con lo que se hace necesario consultar las opiniones de expertos. Aunque presentan relativa sencillez, pueden dejar de ser eficaces si esta información subjetiva se trata como aleatoria. Se han diseñado modelos matemáticos para el tratamiento de información subjetiva o incierta.

En el **método del criterio de frecuencia de Prouty** los riesgos se agrupan con arreglo a los criterios siguientes:

- Riesgo poco frecuente: si la frecuencia de pérdida es casi nula, prácticamente el evento no sucede.
- Riesgo ligero: aunque posible, el evento no podría suceder en corto plazo.
- Riesgo moderado: si la frecuencia sucede una vez en un lapso de tiempo.
- Riesgo frecuente: si la frecuencia sucede regularmente.

En el **método del criterio de gravedad o financiero** los riesgos se clasifican según el impacto financiero que tengan sobre la entidad teniendo en cuenta los criterios siguientes:

- Riesgo leve: si el impacto financiero de las pérdidas se puede llevar contra el presupuesto de gastos y este lo asume.
- Riesgo moderado: si el impacto financiero de las pérdidas hace necesario una autorización fuera del presupuesto para sobrellevarlo financieramente.
- Riesgo grave: si el impacto financiero de las pérdidas afecta las utilidades, pero se mantiene la continuidad del proceso productivo.
- Riesgo catastrófico: si el impacto financiero de las pérdidas pone en peligro la supervivencia de la entidad.

El **método por sistema de puntos** se basa en atribuirle una cifra variable a determinados factores concretos que inciden en una instalación. La composición aritmética genera un valor numérico que se llama índice de riesgo. Como se utiliza un proceso adimensional este método genera una medida de la gravedad del riesgo que se puede comparar con otros métodos.



Prácticamente estos métodos requieren de datos del pasado para evaluar o estimar las variables frecuencia e intensidad del riesgo. Generalmente las empresas no cuentan con una base de datos sobre el impacto y la frecuencia de los riesgos que se han materializado en el pasado, es por ello que se requiere a la opinión de personas que por su experiencia y conocimientos puedan actuar como expertos.

La selección de experto para calificar las variables de los riesgos (frecuencia y consecuencia) se realiza utilizando el criterio del conocimiento o experiencias que tiene la persona sobre los procesos vinculados a cada objetivo al que se le analizan los riesgos. El experto puede ser una persona de cualquier área. Estas personas serán las que darán sus valoraciones individuales sobre los riesgos que atañen a ese equipo específico. Una misma persona puede actuar como experto en varios riesgos y la cantidad de expertos también pueden variar en cada riesgo a evaluar.

El objetivo central que se persigue es que la empresa pueda realizar previsiones adecuadas de su futuro en un contexto que tenga en consideración la incertidumbre partiendo de estas herramientas clásicas dada su flexibilidad y adaptabilidad a la resolución de cualquier problema.

### **1.3.2 Métodos cuantitativos de análisis de riesgos**

Un factor determinante para utilizar esta técnica de evaluación de riesgos es la disponibilidad de suficiente información con alto grado de precisión, ya sea de fuente interna como externa, para estimar la probabilidad o el impacto del riesgo empleando mediciones de intervalo o de razón.

Los métodos cuantitativos incluyen técnicas probabilísticas, no probabilísticas y de *benchmarking*<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Anglismo que, en las ciencias de la administración de empresas, puede definirse como un proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente los productos, servicios y procesos de trabajo en organizaciones.

Las técnicas probabilísticas miden la probabilidad y el impacto de un número de resultados basándose en premisas del comportamiento de los eventos en forma de distribución estadística. Entre las técnicas más empleadas se encuentra:

**Valor en Riesgo (Value at Risk, en inglés):** los modelos de valor en riesgo están basados en supuestos de distribución estadística acerca del cambio en el valor de un elemento o conjunto de elementos asumiendo que dicha variación no superará un determinado nivel de confianza a lo largo de un periodo determinado de tiempo. Se utilizan para estimar intervalos de variación extremos y poco frecuentes. Las medidas estadísticas de varianzas, covarianzas y desviación típica de los modelos se usan para medir los riesgos asociados a la variabilidad (de precios, rendimientos, tasa de cambio, tipo de interés).

La empresa ante dos proyectos con igual o similar valor de VAN (utilizando la misma tasa de descuento) debería escoger el proyecto que presente menor volatilidad de los flujos de caja. Esta es la idea de fuerza del valor en riesgo, construir un indicador de la volatilidad de los flujos de caja que pueda completar la medida del VAN y que permita entonces clasificar y priorizar los proyectos. Básicamente el método determina el valor máximo que se podría perder para un determinado nivel de confianza. Este monto máximo tiene asociado una probabilidad de perder.

Las técnicas cuantitativas aportan un mayor grado de precisión con relación a las cualitativas. Las dos variables fundamentales que caracterizan a un riesgo son la frecuencia en que se presentan y la intensidad de sus consecuencias.

### **1.3.3 Análisis de riesgos operacionales en proyectos de inversión**

El análisis de riesgos operacionales (HAZOP, por sus siglas en inglés) es una técnica de análisis inductivo de identificación de riesgos basada en la premisa que los riesgos, los accidentes o problemas de operatividad se producen como resultado de desviaciones de las variables del proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada.

Por tanto, se aplique en la etapa de diseño como en la etapa de operación, la técnica consiste en evaluar sistemáticamente las causas y consecuencias de las desviaciones de las variables de proceso planteadas a través de palabras-guía.

Es uno de los métodos más ampliamente utilizados en las industrias que depende en gran medida de la habilidad y conocimientos del grupo de trabajo en identificar los riesgos. En la fase de diseño ayuda en gran medida a resolver problemas no detectados inicialmente. Además las modificaciones que puedan surgir como consecuencia de este estudio pueden incorporarse más fácilmente al diseño.

#### **1.3.4 Análisis de riesgo secuencial**

Esta herramienta de análisis de proyectos de inversión, cuando se valoran alternativas, es muy empleada y la calidad de la información es vital para una adecuada selección entre las variantes.

**Método de la tasa de descuento ajustada al riesgo:** para aquellos activos que no tienen antecedentes de precio o la inversión propuesta no está lo bastante cerca del negocio actual como para justificar el uso del costo de capital de la empresa se suele ajustar la tasa de descuento de la siguiente forma:

$$Tda = Td + p / 1$$

Donde:

Tda: tasa de descuento ajustada al riesgo

p: prima por riesgo

Esta prima por riesgo recoge factores adicionales que se añaden a la tasa de descuento para compensar cosas que podrían ir mal con la inversión propuesta.

Si el flujo de caja del proyecto es arriesgado el procedimiento normal es descontar su valor esperado a la tasa de descuento ajustada al riesgo, la cual reconoce implícitamente que los flujos de caja más alejados tienen menos valor y más riesgo. La razón de ello es que la

tasa de descuento compensa el riesgo soportado por períodos y cuanto más alejados del presente estén los flujos de caja mayor será el número de períodos y el ajuste total por riesgo. Esto hace que tenga sentido utilizar una tasa de descuento ajustada al riesgo mientras el proyecto tenga el mismo riesgo de mercado en cualquier punto de su vida útil.

La principal dificultad de este método se encuentra en determinar la prima por riesgo ( $p$ ). Se trata de algo subjetivo que dependerá de la apreciación personal del inversionista y por tanto llevará siempre aparejado un elevado margen de arbitrariedad. Algunas empresas en el mundo suelen agrupar las alternativas de inversión en clases o grupos de riesgo, a los cuales se aplican tasas de descuento diferenciadas de acuerdo con el nivel de riesgo.

## **1.4 Descripción de las técnicas de identificación de riesgos de proyectos de inversión**

### **1.4.1 Relaciones de Rentabilidad Económica y de Eficiencia Financiera**

Los ratios de rentabilidad comprenden un conjunto de indicadores y medidas cuya finalidad es diagnosticar si una entidad o proyecto de inversión genera beneficios suficientes para cubrir sus costos y poder remunerar a sus propietarios, en definitiva, todas aquellas medidas que colaboran en el estudio de la capacidad de generar plusvalías por parte de la empresa.

La rentabilidad económica mide la tasa de devolución producida por un beneficio económico respecto al capital total, incluyendo todas las cantidades prestadas y el patrimonio neto que sumados forman la inversión total.

La inversión total se divide en:

- Inversión fija: bienes de larga duración que se adquieren para la operación del proyecto y que están destinados a aumentar o mejorar la capacidad productiva global.
- Inversión intangible o diferida: aquellos rubros que no tienen existencia física, se caracteriza por su inmaterialidad en la que se incluyen los trabajos de pre ingeniería, supervisión, gastos de organización y licencias e imprevistos, aquellos servicios

necesarios para el estudio e implementación del proyecto y que no están sujetos a desgaste físico.

$$\text{Rentabilidad de la inversión total (\%, Utilidades Netas)} = \frac{\text{Utilidades netas} * 100}{\text{Inversión total}}$$

La rentabilidad financiera relaciona el beneficio económico con los recursos necesarios para obtener ese lucro. Dentro de una empresa, muestra el retorno para los accionistas de la misma, que son los únicos proveedores de capital que no tienen ingresos fijos. La rentabilidad puede verse como una medida de cómo una compañía invierte fondos para generar ingresos. Se suele expresar como porcentaje. La rentabilidad financiera se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Rentabilidad del capital social (\%)} = \frac{\text{Utilidades netas} * 100}{\text{Capital social}}$$

El Margen de Beneficio Neto o Rentabilidad sobre los Ingresos indica cuánto beneficio se obtiene por cada peso de venta, en otras palabras, cuánto gana la empresa por cada peso que vende después de haber ejecutado la inversión. Se calcula dividiendo el ingreso neto después de impuestos entre las ventas o ingresos. El valor de este índice estará en relación directa al control de los gastos, pues por mucho que la empresa venda si los gastos aumentan, el resultado se verá reducido por la influencia negativa del exceso de gastos incurridos en el período.

$$\text{Rentabilidad de los ingresos (\%)} = \frac{\text{Utilidades netas} * 100}{\text{Total de ingresos}}$$

El ratio de cobertura de servicio de la deuda mide la capacidad para hacer frente a los compromisos financieros y se mide.

$$\text{Cobertura de servicio de la deuda} = \frac{\text{Flujo de caja neto}}{\text{Reembolsos} + \text{Intereses}}$$

Si CSD > 1: Se dispone del suficiente flujo de caja para cubrir el servicio de la deuda anual.

Si  $CSD < 1$ : No dispone del suficiente flujo de caja para cubrir el servicio de la deuda anual.

Así, cuanto mayor sea el valor de este ratio, mejor será la situación en la que se encuentra el proyecto para hacer frente al servicio de la deuda.

El ratio deuda y capital social es la relación inversa al ratio de autonomía financiera. Estudia la relación que existe entre la financiación ajena y los fondos propios. Indica por cada unidad monetaria de recursos propios cuántos recursos ajenos se utiliza. Mide el riesgo financiero de la empresa, cuanto menor es este ratio menor es el riesgo financiero. A medida que el apalancamiento es menor, mejor es la situación financiera de la empresa.

$$\text{Relación deuda – Capital social} = \frac{\text{Préstamos a mediano y largo plazos}}{\text{Capital social}}$$

La rentabilidad del capital total o retorno sobre el capital invertido se obtiene dividiendo la utilidad neta entre el patrimonio total de la empresa más el aportado por terceros. Mide cuánto dinero puede generar un negocio o inversión sobre el capital empleado. Es una medida de qué tan eficiente resulta el proyecto de inversión para convertir el capital de los inversores en ganancias

$$\text{Relación deuda – Capital social} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Capital propio + capital por terceros}}$$

Los costos específicos de inversión se relacionan con los gastos totales en los que se incurre en la nueva inversión. Está compuesto por el capital o activos fijos menos el capital de explotación sobre el valor de la producción.

$$\text{Costo específico de inversión} = \frac{\text{Capital total – Capital de explotación}}{\text{Valor de la producción}}$$

El costo específico de producción se relaciona con la valoración monetaria de los gastos incurridos y aplicados en la obtención de un bien. Incluye el costo de los materiales, mano de obra y los gastos indirectos de fabricación cargados a los trabajos en su proceso.

Se define como el valor de los insumos que se requieren para realizar su producción de bienes y servicio, se consideran aquí los pagos a los factores de la producción: al capital, constituido por los pagos al empresario (intereses, utilidades etc.), al trabajo, pagos de sueldo, salario y prestaciones a obreros y empleados; así como también los bienes y servicio consumidos en el proceso productivo (materias primas, combustible, energía eléctrica, servicio).

$$\text{Costo específico de producción} = \frac{\text{Costo de producción anual}}{\text{Valor de la producción anual}}$$

#### 1.4.2 Umbral de Rentabilidad

En economía, el punto muerto, punto de equilibrio o umbral de rentabilidad (en inglés *break-even point* - BEP) es el número mínimo de unidades que una empresa necesita vender para que el beneficio en ese momento sea cero. Es decir, cuando los costos totales igualan a los ingresos totales por venta.

A partir de este volumen mínimo de producción y venta, este producto será rentable para la empresa, en la medida que la empresa consiga seguir produciéndolo y vendiéndolo. Si se produce y no se vende, no sólo no generará ingresos para la empresa, sino que generará costes de almacenaje para la misma. Es decir, a partir de la siguiente unidad producida y vendida, el margen o contribución unitaria, definida como (PV-a), siendo "PV" el precio de venta unitario y "a" el costo variable unitario, se dedica, una vez cubiertos los costes fijos totales, a generar beneficio, ya que los costes variables unitarios se recuperan con la venta de cada unidad.

La empresa será rentable o no, dependiendo del número de productos que comercialice, y dependiendo de si todos ellos conjuntamente contribuyen a generar beneficios a través de la diversificación de la cartera de productos. Solamente podríamos asegurar que la empresa es rentable si la empresa comercializa únicamente un solo producto, y este ha conseguido alcanzar el umbral de rentabilidad o punto muerto.

$$\text{Ratio Umbral de Rentabilidad} = \frac{\text{Costos Fijos}}{\text{Margen de contribución unitaria}}$$

La fórmula por la que se expresa el punto muerto o de equilibrio es la siguiente:

$$Q_c \frac{CF}{(PV - a)}$$

Donde:

- $Q_c$  = punto muerto = N° de unidades producidas y vendidas para que el Beneficio sea igual a cero
- $CF$  = Costos fijos
- $PV$  = Precio de venta unitario del producto
- $a$  = Costo variable unitario

### 1.4.3 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad indica las variables que más afectan el resultado económico de un proyecto y cuáles son las variables que tienen poca incidencia en el resultado final.

En un proyecto individual, la sensibilidad debe hacerse con respecto al parámetro más incierto. Es importante mostrar los efectos que tendría una variación o cambio en el valor de una o más de las variables de costo o de ingreso que inciden en el proyecto (por ejemplo la tasa de interés, el volumen y/o el precio de ventas, el costo de la mano de obra, el de las materias primas, el de la tasa de impuestos, el monto del capital, etc.) sobre la Tasa Interna de Retorno (TIR) o el Valor Presente Neto (VPN) y a la vez mostrar la holgura con que se cuenta para su realización ante eventuales variaciones de tales variables en el mercado con respecto a esa variable.

Si se tienen dos o más alternativas, es importante determinar las condiciones en que una alternativa es mejor que otra. Un proyecto puede ser aceptable bajo las condiciones previstas en el proyecto, pero podría no serlo si las variables de costo variaran significativamente al alza o si las variables de ingreso cambiaran significativamente a la baja.



#### 1.4.4 Análisis de Escenarios

Se trata de la técnica que permite llevar a cabo la valoración de los proyectos de inversión considerando que una o más de las variables que se utilizan para la determinación de los flujos netos de caja no son variables ciertas, sino que pueden tomar varios valores, lo que dará lugar a la consideración de diversos escenarios.

VARIABLES tales como la duración del proyecto de inversión, la inversión inicial, o la evolución de los ingresos o de los gastos operativos, pueden verse afectadas por factores ajenos externos al proyecto de inversión, así como por la evolución de la coyuntura económica. De esta forma, dependiendo del valor que tomen estas variables, los Flujos Netos de Caja (FNC) asociados al proyecto de inversión objeto de análisis variarán.

Se pueden definir tantos escenarios como se deseen. Para ello sólo es preciso hacer variaciones en las hipótesis que determinan el valor de las variables de referencia para la estimación de los Flujos Netos de Caja. Puesto que algunas de las variables pueden guardar relación entre sí, lo lógico es definir los nuevos valores de dichas variables, de tal forma que la combinación de los mismos sea coherente con el escenario que se quiere definir.

Lo habitual es llevar a cabo el análisis de escenarios definiendo, además del escenario “más probable” o “caso base”, dos escenarios adicionales, el escenario “optimista” y el “pesimista”:

- Escenario más probable o caso base: el que se espera que tenga lugar con mayor probabilidad. Las hipótesis para la estimación de las variables que intervienen en la determinación de los Flujos Netos de Caja se han hecho tratándose de ajustar a lo que se espera que acontezca a lo largo del horizonte de planificación del proyecto de inversión.
- Escenario optimista: en este contexto, se considera que algunas, o todas, las variables que han servido de referencia para la configuración del escenario “más probable” o “caso base” puedan concretarse a lo largo del horizonte de planificación, tomando valores que mejoran las previsiones iniciales recogidas en el “escenario más probable” o “caso base”.

- Escenario pesimista: de forma similar al anterior, en este caso las variables que han servido de referencia para la configuración del escenario “más probable” o “caso base” pueden concretarse a lo largo del horizonte de planificación, tomando valores que empeoran las previsiones iniciales. Por ejemplo: aumento del valor de la inversión inicial, reducción de la cifra estimada de ingresos, incremento de los gastos operativos.

Dentro de la metodología a utilizar se diferencian tres fases:

1. Determinación del valor esperado del Valor Actual Neto (VAN) en función de la distribución de probabilidad mediante la siguiente ecuación:

$$\bar{E} = \sum_n^{i=0} E_i P_i$$

Donde:

$E_i$  → el resultado para el caso  $i$

$P_i$  → probabilidad de ocurrencia del resultado  $i$

$n$  → número de resultados que se consideran

Siendo, por tanto, el valor esperado del Valor Actual Neto ( $E(VAN)$ ) la sumatoria de los productos del Valor Actual Neto obtenido en cada uno de los escenarios ( $VAN_i$ ) definidos multiplicado por su correspondiente probabilidad de ocurrencia ( $P_i$ ).

Como medida del riesgo asociado se utiliza la varianza. Así, en el caso genérico de que se definan “ $N$ ” escenarios, la varianza del VAN se calculará según la siguiente expresión:

$$\sigma^2 = (VAN_i - \bar{E}(VAN))^2 * p_i$$

Donde  $i = 1..N$  (número de escenarios definidos)  $p_i = 1$

Por lo tanto, la varianza del VAN vendrá dada por la suma de las desviaciones del VAN con respecto a su valor medio al cuadrado multiplicada por la probabilidad de ocurrencia del escenario.

## 2. Determinación de la desviación estándar o típica del VAN.

La desviación estándar del VAN es, simplemente, la raíz cuadrada de las expresiones anteriores y mide la variabilidad del rendimiento del proyecto; es decir, su riesgo. De esta forma, será menos riesgoso el proyecto con una rentabilidad que presenta una menor dispersión o menor desviación estándar.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{N=1}^{I=0} p_i (E_1 - \bar{E})^2}$$

## 3. Determinación del coeficiente de variación del VAN

Interesa analizar el coeficiente de variación del VAN que vendrá determinado por el cociente entre la desviación típica del VAN (raíz cuadrada de la varianza) y el valor esperado del VAN, siendo éste una medida del riesgo asumido por unidad de ganancia esperada.

$$C.V = \sigma / \bar{E}$$

### 1.4.5 Simulación

La técnica de la simulación puede realizarse por dos métodos: Montecarlo o Latino Hipercúbico. En el mundo moderno se han desarrollado varios programas de computación tales como el BIC, SIMV y @Risk que le facilitan al analista desarrollar la simulación.

Esta técnica se basa en simular la realidad a través del estudio de una muestra, que se ha generado de forma totalmente aleatoria. Resulta, por tanto, de gran utilidad en los casos en los que no es posible obtener información sobre la realidad a analizar, cuando la experimentación no es posible, o es muy costosa. Así, permite tener en cuenta para el

análisis un elevado número de escenarios aleatorios, por lo que, se puede decir que hace posible llevar la técnica del análisis de escenarios al infinito ampliando la perspectiva de los escenarios posibles.

De esta forma, se pueden realizar análisis que se ajusten en mayor medida a la variabilidad real de las variables consideradas. La aplicación de esta técnica se basa en la identificación de las variables que se consideran más significativas, así como las relaciones existentes entre ellas (aunque esto puede resultar realmente complejo), para explicar la realidad a estudiar mediante la sustitución del universo real, por un universo teórico utilizando números aleatorios.

La aplicación del método de Montecarlo para valorar inversiones plantea dos aspectos fundamentales: la estimación de las variables y la determinación del tamaño de la muestra.

#### 1. La estimación de las variables

Para la aplicación de la simulación por cualquiera de los métodos se han de seguir los siguientes pasos:

- En primer lugar, se selecciona el modelo matemático que se va a utilizar, siendo en el caso de la valoración de proyectos de inversión los más habituales el Valor Actual Neto (VAN), y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR). Según el valor obtenido para estos métodos de valoración se tomará la decisión de si el proyecto es rentable y se lleva a cabo o no.

$Z = f(x)$ , donde "x" es la variable desconocida a simular

A continuación se procede a la generación de números aleatorios (números tomados al azar) comprendidos entre cero y uno. Estos números pueden obtenerse utilizando una computadora, siendo necesarios tantos como variables se consideren en el modelo multiplicado por el número de simulaciones que se deseen realizar. Una vez que se dispone de los números aleatorios, éstos se llevan sobre el eje de ordenadas, y se

proyectan horizontalmente sobre las correspondientes funciones de distribución  $F(x)$  de las variables (o la variable) del modelo.

## 2- Estimación del tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, se empezará utilizando un número no demasiado elevado de simulaciones, que se sustituirán en el modelo matemático seleccionado y se calculará la media y la desviación típica correspondiente al mismo. A continuación se irá ampliando el tamaño de la muestra hasta que la media y la desviación típica no varíen significativamente en relación con los resultados obtenidos con la muestra anterior.

## **1.5 Normativas y regulaciones que rigen el proceso de inversión en las empresas cubanas**

En el contexto legal, el proceso inversionista en las empresas cubanas se rige por varias regulaciones que permiten el control, gestión y cumplimiento de sus objetivos a través de diferentes organismos de la Administración del Estado.

Entre las funciones específicas que le corresponde al Ministerio de Economía y Planificación está dictaminar las normas que regulan las obligaciones y relaciones de las entidades de las principales entidades que participan en el proceso inversionista bajo el acuerdo No. 2818 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.

- **Resolución 91 del 2006 del Ministerio de Economía y Planificación**

La Resolución 91 del 2006, Indicaciones para el proceso inversionista, del Ministerio de Economía y Planificación, tiene como objetivo garantizar la integralidad del proceso inversionista a través de la preparación, planificación, contratación, ejecución, y control de las inversiones como un sistema desde su concepción hasta la asimilación de las capacidades de producción y servicios y la preparación de las inversiones sobre bases técnicas y económicas profundas.

Establece el empleo de la Dirección Integrada de Proyectos donde el inversionista considere estén creadas las condiciones para su aplicación, para todo el proceso inversionista o partes del mismo, con la finalidad de lograr la eficacia en el proceso.

Estas indicaciones establecen los principios y obligaciones que deben tenerse en cuenta en las diferentes etapas por las que atraviesa un proyecto de inversión.

A pesar que excluye explícitamente la aplicación de dicha resolución a las inversiones que se llevan a cabo por empresas mixtas creadas en virtud de un Contrato de Asociación Económica Internacional; las cuales son objeto de regulaciones especiales, la compañía Moa Nickel S.A. obedece a ciertos criterios de reporte de información de presupuesto capital que están establecidos en esta resolución.

Además, plantea que es responsabilidad del Ministerio de Comercio Exterior (MINCEX) las regulaciones pertinentes al proceso inversionista para los proyectos que se lleven a cabo por entidades cuya constitución y operación se regulan en la Ley 77 de la Inversión Extranjera.

- **Ley 77 de la Inversión Extranjera**

La Ley 77 de la Inversión Extranjera, cuyo objeto era establecer el marco legal de la inversión extranjera en el territorio nacional bajo la cual fue creada la Asociación Anónima Moa Nickel S.A., fue derogada por la recién aprobada Ley 118 para la Inversión Extranjera en Cuba.

- **Ley 118 para la Inversión Extranjera**

La nueva Ley establece que los beneficios otorgados por la Ley 77 se mantendrán vigentes salvo que las disposiciones contenidas en la Ley aprobada les resulten más favorables a las inversiones extranjeras ya existentes en el país. La presente Ley y su legislación complementaria establecen un régimen de facilidades, garantías y seguridad jurídica al inversionista que propicia la atracción y el aprovechamiento del capital extranjera.

Debido a que el interés de esta investigación gira en torno al análisis de riesgos que complementan a los estudios de pre-factibilidad y factibilidad técnico – económica de los proyectos de inversión, el proceso de identificación, control y eliminación de los riesgos de los procesos mediante la realización de estudios profundos están de igual manera estipulados en regulaciones actualmente en vigor en el territorio nacional.

- **Resolución 60/2011 sobre Control Interno de la Contraloría General de la República de Cuba**

La Resolución 60/2011 de la Contraloría de la República dirigida al control interno reconoce la gestión y prevención de riesgos como uno de sus componentes y en particular refiere los mecanismos administrativos y financieros que permiten una aplicación eficaz de las medidas de control. Además, le confiere un tratamiento diferente a “riesgo e incertidumbre” unificándolas en la palabra “riesgo”; el cual se plantea como la incertidumbre de que ocurra un acontecimiento que pudiese afectar o beneficiar el logro de los objetivos y metas de la organización.

El riesgo puede medirse en términos de consecuencias favorables o no y la probabilidad de ocurrencia<sup>6</sup>. Esta doble concepción del riesgo es ampliamente conocida, pudiendo expresarse en la relación rentabilidad-riesgo inherente a las decisiones financieras, por lo que se reconoce la posibilidad de la obtención de beneficios si se corren determinados riesgos.

La estructura de este componente se basa en la identificación de riesgos y detección al cambio donde se tipifican todos los riesgos que puedan afectar el cumplimiento de los objetivos del proceso teniendo en cuenta la experiencia derivada de acontecimientos pasados así como de los que puedan preverse en el futuro y se determinan para cada actividad a desarrollar. Se realiza el análisis de los factores externos, entre los que se encuentran los de carácter económico-financiero.

---

<sup>6</sup> Resolución 60/2011 sobre Control interno de la Contraloría General de la República de Cuba

La identificación de riesgos debe realizarse permanentemente. En el contexto externo pueden producirse modificaciones en las disposiciones legales que conduzcan cambios en la estrategia y procedimientos, alteraciones en el escenario económico y financiero que impacten en el presupuesto y de ahí, en sus planes y programas; en el contexto interno, variaciones en los niveles de producción, etc.

Por lo tanto, resulta imprescindible disponer de mecanismos capaces de captar e informar oportunamente los cambios registrados o inminentes en su ambiente interno y externo que puedan conspirar contra la posibilidad de alcanzar los objetivos en las condiciones deseadas.

Una vez identificados se procede a su análisis aplicando el principio de importancia relativa determinando la probabilidad de ocurrencia, y en los casos que sea posible, cuantificar una valoración estimada de la afectación o pérdida de cualquier índole que pudiera ocasionar.

En la resolución se recomienda aplicar la ecuación de la exposición o la pérdida esperada:

$$P.E = F * V$$

Donde:

P.E es la pérdida esperada o exposición, expresada en pesos y en forma anual.

F es la frecuencia: veces probables en que el riesgo se concreta en el año.

V es la pérdida estimada para cada caso en que el riesgo se concrete.



## **Conclusión del Capítulo I**

En líneas generales, la Administración Financiera es una ciencia que tiene el objetivo de velar por el manejo adecuado y uso óptimo de los recursos financieros de una empresa. Dentro de las funciones básicas que desarrolla están precisamente las decisiones de inversión.

En un mundo donde reina la incertidumbre, no se puede dar por sentado que las decisiones de inversión de capital sobre la base de métodos convencionales produzcan los resultados esperados. Estas consideraciones son válidas para las empresas cubanas. Para la reestructuración de la Gestión Económica, el estado cubano exige implementar cuantas acciones sean necesarias para evitar desaciertos y mucho más cuando el capital está en juego.

La administración de riesgos es una ciencia que ha ido evolucionando en el mundo haciéndole frente a situaciones de crisis financieras. Los estudios que se han realizado han conducido al diseño de técnicas y métodos revolucionarios que permiten tener en cuenta el factor riesgo-incertidumbre, amerita entonces adoptar estas buenas prácticas para garantizar una adecuada gestión administrativo-financiera del proceso inversionista en las empresas.

## **CAPÍTULO II. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN “CIRCUITO DE MOLIENDA DE CARBONATO DE CALCIO”**

Luego de analizar el marco teórico conceptual que ilustra la evolución de la Administración Financiera en Activos de Capital, se procede a caracterizar la empresa donde se desarrolla la investigación y el proyecto de inversión objeto de estudio para luego mostrar la selección y aplicación de las técnicas de identificación de riesgos y fundamentación de sus resultados con los riesgos identificados en el proceso de análisis.

### **2.1 Caracterización de la empresa Pedro Sotto Alba- Moa Nickel S.A.**

La Sociedad Anónima Moa Nickel S.A.-Comandante Pedro Sotto Alba, de nacionalidad cubana, se encuentra ubicada en el municipio de Moa, al nordeste de la provincia de Holguín. Fue creada el 2 de noviembre de 1994 y es parte de un *holding*<sup>7</sup> conocido como Empresa de Metales. De acuerdo a su objeto social se dedica a la producción de sulfuros mixtos de níquel y cobalto así como su comercialización.

#### **Misión**

La empresa Mixta Moa Nickel S.A “Pedro Sotto Alba” está dedicada a la producción y exportación de sulfuros mixtos de Ni+Co. Cuenta con capital humano competente con sentido de responsabilidad, de formación integral y altamente comprometido. Designa y remueve el personal que necesite para el cumplimiento de sus actividades, desarrolla la ciencia, la tecnología, la preservación del medio ambiente, y satisface las necesidades de sus suministradores, clientes y la economía nacional.

#### **Visión**

La Empresa Mixta Moa Nickel S.A. Pedro Sotto Alba es distinguida por su liderazgo, desarrollo científico-técnico y profesional, altamente competente en la nación y ante el

---

<sup>7</sup> Término inglés utilizado para designar a una sociedad, sin actividad productiva o comercial, que posee acciones, participaciones o créditos de otras que dirige y gestiona.

mundo ocupando uno de los primeros renglones de producción y exportable a nivel mundial con reconocimiento por su impacto en los récords productivos y su vitalidad económico-financiera a nivel internacional.

### Estructura organizativa de la empresa

La estructura organizativa es lineal funcional, determinada por la existencia de órganos funcionales asesores de la alta dirección, integrados por una Dirección General, un departamento de Asesoría Legal y 9 subdirecciones.

Las subdirecciones se encuentran estructuradas por departamentos administrativos, plantas de proceso, almacenes y áreas de servicios. Todas las subdirecciones se encuentran divididas en centros de costos acorde a la actividad propia o por asignación.

### Caracterización de los Recursos Humanos

Con respecto a la composición de su plantilla, la empresa cuenta con 1.662 trabajadores distribuidos de la manera presentada en la tabla # 1.

<b>Tabla 1. Plantilla de trabajadores de Moa Nickel</b>	
DIRECCIÓN MOA NICKEL S. A.	7
SUBDIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN	319
SUBDIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA	54
SUBDIRECCIÓN DE SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE	43
SUBDIRECCIÓN DE DESARROLLO	37
SUBDIRECCIÓN DE CONTABILIDAD Y FINANZAS	26
SUBDIRECCIÓN COMERCIAL	60
SUBDIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO	407
SUBDIRECCIÓN DE MINA	273
SUBDIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS	15

**Fuente: Elaboración propia**

## Principales proveedores

La Empresa Pedro Sotto Alba - Moa Nickel S.A. cuenta con una subdirección comercial que tiene como objetivo garantizar los insumos y materias primas mediante la compra tanto nacional como en el extranjero para lograr la producción ininterrumpida del sulfuro de níquel más cobalto. El departamento de compras en coordinación con la subdirección de economía ha creado a lo largo de los años una inmensa y rica cartera de proveedores, con la que se cuenta para las importaciones y compras nacionales. Los suministradores han sido analizados y consultados antes de ejecutar compras de cualquier índole como garantía en la prestación de sus servicios y se tienen registrados en la cartera alrededor de ochocientos vendedores. En la tabla # 2 se relacionan algunos de los suministradores principales:

<b>Tabla 2. Cartera de suministradores de Moa Nickel</b>	
<b><u>INTERNACIONALES</u></b>	<b><u>NACIONALES</u></b>
PETROSUL	CIMEX
BCT CHEMTRADE	COPEXTEL
OCUSA	EMPLENI
TTL	GEOCUBA
ROTEMBERG DE MÉXICO	ECRIN
KRENER	EMNI
GENFABCO	GASES HOLGUÍN
PICIZ CHEMICAL	CUPET
CONICO	UNEVOL
ADMIRAL LPG	EMPRESA DE LA CONST.

### Fuente: Elaboración propia

Esta lista, de forma global, representa los suministradores de equipos, productos químicos, ferretería, gases, materiales de oficinas, prestación de servicio entre otros. Como dato de gran importancia se informa, a pesar de ser esta una empresa mixta con inversión de capital extranjero que opera con su propio presupuesto, la subdirección

Comercial busca soluciones y alternativas para sustituir importaciones, uno de los objetivos estratégicos en la economía del país.

## **Clientes**

El cliente, definiéndolo de manera general y comprensible en la vida cotidiana, empresarial o en cualquier posición, no es más que cualquier persona jurídica o no, que reciba un servicio determinado. Moa Nickel como parte de la Empresa de Metales provee a la Refinería de Sulfuro de Níquel y Cobalto (COREFCO) ubicada en Canadá.

## **Sistema computacional integral para la planificación de los recursos en la empresa (BaaN)**

El sistema computacional (BaaN) se emplea desde julio del 2002. El sistema integra y clasifica en módulos todas las operaciones realizadas en la empresa y se fomenta sobre la base del ERP, (siglas en inglés del Enterprise Resource Planning), su traducción al español significa Planificador de los Recursos Empresariales.

### **2.2 Breve descripción del proyecto objeto de estudio**

La empresa mixta, Comandante “Pedro Sotto Alba” - Moa Nickel S.A., procesa lateritas níquelíferas mediante la tecnología de lixiviación ácida a presión. Los licores de este proceso contienen ácido sulfúrico libre, por lo que deben neutralizarse parcialmente para que, con posterioridad, ocurra la precipitación del níquel y el cobalto con ácido sulfhídrico.

La neutralización se realiza con cienos carbonatados (coral) extraídos de un yacimiento situado en la Bahía de Moa y muy rico en carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Para su uso como neutralizante, los cienos carbonatados deben prepararse convenientemente. Estos se clasifican, primeramente, para lograr una materia prima con la granulometría requerida por el proceso, y luego se les disminuye el contenido de cloruros, lavando las partículas con agua de proceso.

El problema tecnológico más importante en la preparación de la pulpa de los cienos carbonatados radica en su clasificación granulométrica. El material debe ser

preferentemente fino por varias causas: puede ser bombeado con mayor facilidad, disminuye el desgaste de los equipos tecnológicos (bombas, agitadores, etc.), y aumenta la velocidad de reacción con el ácido sulfúrico (objeto de la neutralización).

En el proceso de clasificación granulométrica de la empresa “Pedro Sotto Alba”, la pulpa de cienos carbonatados, con aproximadamente 40% de sólidos, se alimenta a la planta de Neutralización con un contenido de arenas de aproximadamente un 40 % (30 % de la fracción – 0,84 + 0,15 mm, y un 10 % de la fracción – 0,15 + 0,044 mm). Sin embargo, el nivel deseado por la industria es de 21 % (10 % de la fracción – 0,84 + 0,15 mm, y 11 % de la fracción – 0,15 + 0,044 mm).

Esta exigencia tecnológica se agrava dado que los depósitos de cienos carbonatados más finos se están agotando en la concesión minera del yacimiento de la Bahía de Moa. Esto implica que se empiecen a explotar depósitos con mayor contenido de arena, lo cual resultará nocivo para el proceso.

El proyecto objeto de estudio contempla la instalación de un circuito de molienda de carbonato de calcio para el cual se propone la selección del equipamiento adecuado para la clasificación de partículas; dado que la incorporación de otra etapa de clasificación más fina puede producir una pulpa con la calidad requerida.

Se considera que la utilización de hidrociclones que separen las partículas mayores de 0,15 mm, y la inclusión de una operación de reducción de tamaño (molienda) en la instalación para procesamiento de los cienos carbonatados, pueden regular la granulometría exigida para la neutralización, y además, brindarle una utilización más integral al cieno carbonatado extraído de los fondos marinos.

### **Objetivos básicos del proyecto**

Con la ejecución de este proyecto pretende lograr los siguientes beneficios económicos:

- ✓ Recuperación del 100 % de los cienos carbonatados minados en el mar.
- ✓ Incremento de la vida útil de los yacimientos en el litoral marino de Moa.

## Identificación de Riesgos Económicos y Financieros en el proyecto “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio”

---

- ✓ Disminución de los gastos de operación por el minado y transporte de los cienos carbonatados hasta la planta de beneficio localizada en el puerto de Moa.
- ✓ Recuperación del rechazo en aproximadamente 200.000 toneladas almacenadas en área aledaña al puerto de Moa.
- ✓ Disminución de gastos de operación por consumo de energía eléctrica en las diferentes plantas de proceso por disminución del amperaje en los sedimentadores.
- ✓ Recuperación de producción por reducción en las afectaciones al minado de cienos carbonatados debido a inclemencia del tiempo.
- ✓ Disminución de gastos de operación por el pago de estudios geológicos para realizar una minería selectiva que cumpla con los requerimientos del proceso tecnológico.

El anexo 1 resume el análisis económico realizado para la aprobación del proyecto.

### **Análisis de riesgos en proyectos de inversión de Moa Nickel**

Bajo el amparo de sus estatutos, Moa Nickel goza de plena autoridad para ejecutar su presupuesto de capital en lo que fuere necesario en cumplimentar de su objeto social, contrario a otras empresas que requieren de financiación de instituciones financieras y bancarias externas para llevar a cabo sus inversiones.

Después de completado el estudio de factibilidad técnico-económica de un proyecto capital, es una práctica frecuente en Moa Nickel realizar una evaluación de riesgos de operaciones. Las sesiones de análisis de riesgos operacionales (HAZOP, por sus siglas en inglés) pueden realizarse antes de la puesta en marcha del proyecto o durante su operación teniendo en cuenta el comportamiento de los parámetros claves del proceso.

Más allá de estas exigencias del proceso productivo no se realizan otros análisis de mayor rigor para identificar los riesgos asociados a proyectos de inversión como el caso objeto de estudio. Ocasionalmente, para algunos proyectos se orienta un análisis de sensibilidad, limitado, que no tiene en consideración la variación simultánea de las variables inciertas.

En las secciones subsiguientes se proporciona en detalles la fundamentación de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las técnicas de análisis de riesgos económicos y financieros en el proyecto objeto de estudio.

### 2.3 Resultados de la aplicación de las técnicas de análisis de riesgos en el proyecto de inversión

Para el cumplimiento de esta tarea, se seleccionaron las técnicas del Manual de Procedimientos para la identificación de riesgo económico y financiero en proyectos de inversión, elaborado por el Grupo Científico de las Inversiones (GCInver), perteneciente al Departamento de Ciencias Económicas de la facultad de Humanidades del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Estas fueron: Indicadores de Rentabilidad Económica y Eficiencia Financiera, Análisis de Sensibilidad, Análisis de Escenarios y Simulación de Montecarlo.

#### 2.3.1 Resultados de la aplicación de las relaciones de rentabilidad económica y eficiencia financiera en el proyecto de inversión

La tabla #3 muestra los resultados del cálculo de los indicadores de rentabilidad económica y eficiencia financiera.

Rentabilidad de la inversión total	Utilidades netas	62.261.000,00	889,1%
	Inversión total	7.004.000,00	
Rentabilidad sobre los ingresos	Utilidades netas	62.261.000,00	24,27%
	Total de ingresos	256.530.000,00	
Rentabilidad capital total	Utilidades netas	62.261.000,00	7,93
	Capital propio	7.852.000,00	
	Capital aportado por terceros	-	
Costo específico de inversión	Costo total	7.852.000,00	0,03
	Capital de explotación	848.000,00	
	Valor de producción	256.530.000,00	



Costo específico de producción	Costo de producción anual	6.822.000,00	0,52
	Valor de producción anual	13.203.000,00	

**Fuente: Elaboración propia**

### **1. Rentabilidad de la inversión total**

La rentabilidad que produce esta inversión es de un 889,1%. Este resultado denota su alto nivel de eficacia para generar utilidades por cada peso invertido y, por consiguiente, se traduce en un mayor enriquecimiento de la empresa.

De acuerdo con este indicador el riesgo de que el proyecto no rinda los beneficios esperados es mínimo.

### **2. Rentabilidad sobre los ingresos**

El resultado que arroja el índice del margen de utilidades netas muestra que la eficiencia relativa de la inversión después de tomar en cuenta todos los gastos e impuestos sobre ingresos es de un 24,27%. Este es el porcentaje que representa el beneficio neto generado por los ingresos.

Este índice es relativamente bajo. Lo ideal sería que el valor fuese alto. Por lo tanto, se deduce que los costos representan un riesgo solapado para el rendimiento del proyecto. Significa que deben controlarse estrictamente a lo largo del ciclo de operación del proyecto.

### **3. Rentabilidad capital total**

El rendimiento del capital aportado por el dueño, representado en el beneficio neto de esta inversión, es de \$ 7,93 por cada peso invertido. Mientras mayor sea este resultado, menor riesgo representa la decisión de inversión.

Para definir los riesgos a partir de este resultado, fue necesario analizar la fuente de financiamiento de la inversión. Todos los proyectos capitales son financiados con recursos

financieros que genera la empresa en su actividad. El financiamiento proviene de las utilidades retenidas de años anteriores que no son distribuidas entre los accionistas y que en cambio son invertidas para obtener un mayor provecho.

Estos fondos propios constituyen pasivos no exigibles. Al no requerir financiamiento por terceros, la empresa no tiene la obligación de reembolsar este capital en ningún momento específico; por lo tanto, el proyecto no corre el riesgo de insolvencia.

#### **4. Costo específico de inversión**

Los costos específicos de inversión se relacionan con los gastos totales incurridos en la nueva inversión.

El costo específico del capital es de 0,03 centavos por cada peso generado por los ingresos totales. Este valor es lo que les costará a los accionistas invertir en este proyecto. Con este indicador tan bajo, más sólido es el criterio de que el costo específico del proyecto no constituye un parámetro representativo de riesgo.

#### **5. Costo específico de producción**

Esta relación se calcula dividiendo todos los gastos de operación, que incluyen los costos directos e indirectos sumados a la depreciación acumulada de los activos fijos y los gastos financieros, por el valor de la producción anual.

En este aspecto se toma, como base de cálculo, el año de mejores ingresos netos totales. El costo específico de la producción es de 0,52 centavos por cada peso generado en las ventas de la producción. Este buen resultado corrobora la interpretación anterior.

En síntesis, los resultados de los indicadores de rentabilidad de este proyecto son aceptables. Ofrece las bases suficientes para poder afirmar que el nivel de riesgo es mínimo.

Los resultados del cálculo de las razones de rentabilidad económica de un proyecto brindan información valiosa no solo para comparar proyectos mutuamente excluyentes

pues en dependencia de estos datos se puede determinar en qué medida una alternativa de inversión es más atractiva que la otra sino que también se puede determinar el riesgo intrínseco de un proyecto determinado.

### 2.3.2 Análisis de Sensibilidad del Valor Actual Neto del Proyecto de Inversión

Con el análisis de sensibilidad se evaluará el grado de fluctuación esperada en los resultados económicos del proyecto. Se considera someter a prueba la sensibilidad sobre el VAN con la variación de las variables que presentan un comportamiento estocástico en el proyecto.

La identificación de las variables críticas del proyecto de inversión y los porcentajes de variación se basan en los cuestionarios por los especialistas del área de inversiones de la empresa completados (Ver anexos # 2 y 3). Esta información se describe en las tablas # 4 y 5, respectivamente.

<b>Tabla 4. Determinación de las variables críticas</b>	
<b>Volumen de producción</b>	<p>Indicador vulnerable y objetivo específico de la inversión. Ningún proyecto destinado a la generación de ganancias puede sostenerse a sí mismo si no consigue cumplir sus objetivos.</p> <p>La efectividad del proceso productivo encierra cierto grado de incertidumbre a pesar que se han realizado pruebas a escala piloto. Pueden ocurrir fallas en el sistema ocasionadas por errores de operación y de entrenamiento del personal.</p> <p>Incligencia del tiempo (ciclones) pueden producir bajos inventarios de carbonato de calcio en la Planta de Neutralización.</p> <p>Mala sedimentación de la pulpa, calidad de los cienos carbonatados.</p> <p>Lograr altos niveles de ingresos por incremento en los volúmenes de producción depende de una serie de factores como la calidad y especificaciones técnicas de la pulpa de cienos carbonatados.</p>
<b>Dinámica de los precios del níquel y del cobalto</b>	<p>Dada a la volatilidad y características de las relaciones de mercado se podría decir que los precios del producto final se consideran los</p>

**Identificación de Riesgos Económicos y Financieros en el proyecto “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio”**

	<p>parámetros más inestables y difíciles de predecir.</p> <p>Estas fluctuaciones pueden resultar de cambios en la demanda, pero con frecuencia se deben a cambios en la oferta. Si el producto final se entrega al mercado cuando la oferta es restringida, los precios pueden ser muy altos. Por el contrario, entregar el producto al mercado cuando éste es abundante puede tener como resultado precios bastante bajos.</p> <p>Situaciones extraordinarias tales como guerras, huelgas, cierre de plantas o apertura de nuevas minas, restricciones en las producciones de acero en el mundo, situación económica financiera global inciden en la oferta y demanda del producto.</p> <p>La variabilidad extrema que afecta los precios de los productos requiere de una atención excepcional al estimar el precio de venta promedio.</p>
<b>Costo de Capital</b>	<p>La inversión inicial puede verse afectada por factores ajenos al proyecto de inversión. De lograrse una oferta firme de parte del suministrador puede reducirse variación del precio de los activos al mínimo. Puede estar condicionada por las relaciones comerciales, la situación financiera e incluso factores políticos y legales, condiciones de entrega, barreras comerciales, etc.</p> <p>Los errores en la ingeniería detallada también pueden ocasionar un sobreestimado o subestimado del costo de la inversión.</p> <p>El costo horario de la mano de obra empleada para las actividades de construcción y montaje puede sufrir variaciones.</p> <p>Variaciones en las tasas de cambio.</p>
<b>Costos de Operación</b>	<p>Los gastos de operación pueden estar influidos por el precio de los servicios utilizados, costo horario del personal de operaciones, precio de la electricidad y el combustible, los gastos por concepto de mantenimiento o servicios de reparación por roturas o averías en el sistema, los servicios contratados al Puerto de Moa para la minería de los cienos carbonatados.</p>

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 5. Intervalos de variación de variables inciertas según cuestionarios**

Variables sensibles	Porcentaje de variación	
	Mínimo	Máximo
Volumen de producción (t)	-30%	+25%
Costo de operaciones(MUSD)	-10%	+15%
Costo de capital (MUSD)	-15%	+10%
Precio del níquel (\$/lb.)	-80%	+20%
Precio del cobalto (\$/lb.)	-40%	+30%

**Fuente: Elaboración propia**

Se consultaron, además, economistas y financistas de la empresa para analizar minuciosamente las variaciones que han sufrido los precios del níquel según datos históricos en el período de explotación de la empresa desde 1995 hasta el 2014 (Ver anexo #4). Se observó que los precios de este metal han fluctuado desde 2,09\$/lb hasta 16,88 \$/lb, lo que demuestra su volatilidad.

Por lo tanto, para profundizar en la sensibilidad que ejerce esta variable sobre la rentabilidad del proyecto se disminuyó el precio estimado del níquel solamente hasta un 74,2% en los 20 años de vida útil del proyecto para estimar si en un porcentaje inferior al mínimo referenciado el resultado esperado del proyecto de inversión podía afectarse de manera significativa.

En la tabla # 6 se presentan los resultados del efecto que ejerce la variación porcentual de cada partida sobre la elasticidad del Valor Actualizado Neto (VAN).

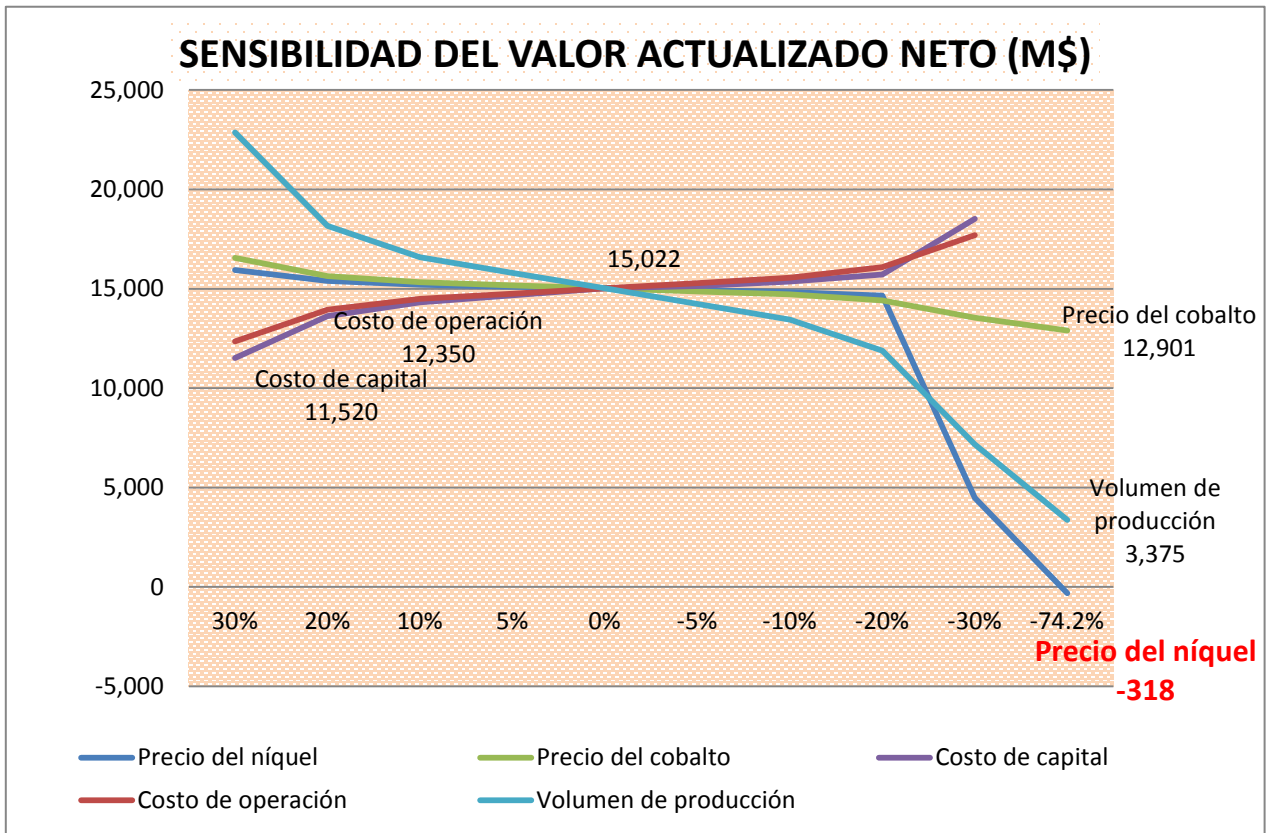
**Identificación de Riesgos Económicos y Financieros en el proyecto “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio”**

<b>Tabla 6. Resultados del VAN (MUSD) por variaciones en las variables inciertas</b>									
<b>Partidas</b>	<b>+30%</b>	<b>+20%</b>	<b>+10%</b>	<b>+5%</b>	<b>-5%</b>	<b>-10%</b>	<b>-20%</b>	<b>-30%</b>	<b>-74,2%</b>
<b>Volumen de Producción</b>	22.870	18.161	16.567	14.237	13.452	11.882	7.173	3.375	-
<b>Precio del níquel</b>	15.948	15.392	15.207	15.114	14.929	14.836	14.651	4.476	-318
<b>Precio del cobalto</b>	16.550	15.633	15.327	15.174	14.869	14.716	13.543	13.543	12.901
<b>Costo de operación</b>	12.350	13.953	14.487	14.754	15.289	15.556	16.090	17.693	-
<b>Costo de capital</b>	11.520	13.621	14.321	14.671	15.140	15.372	15.722	18.524	-

**Fuente: Elaboración propia**

La figura # 1 representa el gráfico araña donde se visualiza que el precio del níquel es la variable que más sensibiliza al VAN según muestra el descenso marcado de la línea verde que lo representa. Se ilustran además los valores de VAN ante variaciones desfavorables del costo de operación, el costo de capital, el volumen de producción y el precio de cobalto.

**Figura 1. Resultados del análisis de sensibilidad del VAN por variaciones en las variables inciertas**



### Elaboración propia

A partir de los resultados del análisis de sensibilidad, si se produjeran las fluctuaciones en las estimaciones del proyecto por la variación de una variable crítica manteniendo las demás estables, el impacto sobre los resultados económicos del proyecto estaría dado por el siguiente riesgo económico- financiero:

- Para una disminución del precio del níquel en un 74,2%, dejaría de ser rentable la inversión con un resultado negativo del VAN de -318 MUSD.

Si bien el análisis de sensibilidad recorre un largo camino hacia la caracterización de la robustez de los resultados económicos y financieros de este proyecto de inversión con respecto a las variables de riesgo claves, el mismo no tuvo en cuenta el posible impacto

de cambios simultáneos y al azar en sus valores y la correlación que puede existir entre ellos.

### 2.3.3 Análisis de Escenarios para el Proyecto de Inversión

La idea consistió en que los especialistas y expertos en inversiones de la empresa propusieran escenarios que representasen un fenómeno económico determinado que pudiese provocar movimientos en más de una variable a la vez puesto que algunas se relacionan entre sí.

Se tomaron las partidas que previamente fueron identificadas en la técnica de análisis de sensibilidad como variables riesgosas y que resultaron ser en su mayoría las que varían por la influencia de una serie de factores externos al proyecto de inversión.

El método de análisis es multidimensional pues analiza el cambio de varios factores al mismo tiempo como lo muestra la tabla #8. Esto constituye una ventaja con relación al método utilizado en la sección 2.3.2.

Tabla 8. Modelación de escenarios probables para el proyecto de inversión						
Partidas	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4	Esc 5	Esc 6
Volumen de producción	+15%	-15%	+25%	+10%	+10%	-30%
Costo de operaciones	+5%	-5%	+15%	+5%	+15%	-10%
Costo de capital	+5%	-5%	+15%	+10%	+10%	-15%
Precio de Ni	+10%	-10%	+20%	-25%	+25%	-80%
Precio de Co	+15%	-5%	+30%	+15%	+20%	-40%

Fuente: Elaboración propia



A continuación se describen las situaciones modeladas por los cuestionados:

**Escenario 1:** La instalación del nuevo circuito de molienda se justifica sobre la base de evitar una pérdida de 300 toneladas de níquel más cobalto que se dejarían de producir por diversas razones, tales como: bajos inventarios, afectaciones de los equipos de minería, mala calidad de la pulpa de cienos carbonatados y factores climáticos que actúan en detrimento de la operación de minería.

Se asume una cantidad a recuperar por encima de la estimada. Los costos de operaciones aumentan por fallas en el sistema ya que los molinos están compuestos por bolas que se deterioran con el tiempo. Debido al deterioro técnico del equipamiento disminuye su eficiencia y consumen más energía eléctrica. El aumento del costo de capital se debe a cambios en la tarifa horaria de la mano de obra contratada por los servicios de construcción y montaje sumado a demoras en la ejecución de los cronogramas por malas condiciones del tiempo. Esto hace que se incurra en gastos adicionales por este concepto. Se considera una tendencia al incremento en los precios del níquel y cobalto.

**Escenario 2:** Los metales han tenido ciertos repuntes en lo que va del 2014 aunque algunos expertos consideran que sean difícilmente sostenibles para años futuros porque los inventarios superan el 52 % de las demandas debido al débil consumo de níquel fuera de China. Por esta razón se prevén fluctuaciones tendientes a la baja. Los costos capitales se comportan por debajo del presupuesto debido a la negociación de contratos atractivos con las empresas constructoras por debajo del estimado y la obtención de un mejor precio de oferta para equipos y tuberías. Se proyecta un ligero aumento de los ahorros en los costos de operación por no necesitarse el circuito en operación el 100% del tiempo debido a altos inventarios de carbonato de calcio.

**Escenario 3:** Se consideran ligeros aumentos en los precios del níquel y el cobalto. Disminuyen los inventarios de carbonato de calcio por afectaciones en la grúa y aumentan las pérdidas de producción de sulfuros mixtos por encima de lo reportado antes de iniciarse el proyecto. Se generan gastos de operación por averías imprevistas en los equipos de la planta. Puede presentarse la necesidad de una re-aprobación del proyecto por sobregiro del costo de capital total.

**Escenario 4:** Disminuye la demanda del níquel en el mercado internacional. Ocurre lo contrario con el cobalto. Las fluctuaciones de los precios de estos dos metales no son proporcionales en el contexto real. Se pronostica un aumento en la cantidad de toneladas perdidas debido a la inclemencia del tiempo. Suben los costos de operación por incremento en la tarifa eléctrica originado por el aumento del precio del petróleo comprado en el mercado internacional para la generación de energía en la Termoeléctrica de Felton. Las bombas y la grúa eléctrica de tierra consumen energía eléctrica. Los costos totales del proyecto se comportan por encima del presupuesto y es necesaria una re-aprobación de fondos para el proyecto.

**Escenario 5:** Los precios del níquel han subido un 33 % y pudiesen seguir incrementándose luego de que Indonesia impuso una veda a las exportaciones de minerales sin procesar y a los inversionistas comenzó a preocuparles que la crisis en Ucrania pueda reducir los suministros en el mayor productor (Rusia). Aumenta un 10% el costo de capital estimado según presupuesto aprobado por contratiempos de último minuto, tales como: declinación del suministrador a ofertar, incremento del costo de los equipos mientras se alarga el proceso de búsqueda de ofertas, etc. Se proyecta un incremento en las pérdidas de producción por una disminución de la eficiencia de la planta de beneficio de cienos carbonatados.

**Escenario 6:** Existen dos razones claves para justificar esta visión tan negativa con respecto a los precios del níquel. La primera, relacionada con las condiciones fundamentales del 2014 –peores de lo esperado– están alimentando las ampliadas expectativas de superávit del activo que pasaron a 108.000 toneladas desde 88.000 a principios de abril. En base a dicha revisión, los expertos de Barclays redujeron el precio promedio en efectivo del London Metal Exchange. Los nuevos proyectos están añadiendo capacidad a las ya crecidas existencias, tales como el caso de la mina Ambatovy que promete ser una de las mayores con una producción de 60.000 toneladas anuales de Ni y 5.600 toneladas de Co con proyección de vida útil de 27 años. Recientes estimaciones del banco australiano apuntan que el superávit llegará a 82.000 toneladas métricas desde un estimado de 54.000, por lo que para reequilibrar el mercado serán necesarios recortes de la producción en Australia y Canadá. Los volúmenes de producción de níquel más cobalto

se ven afectados por afectaciones en la minería de cienos carbonatados por mal tiempo. El costo capital disminuye por un mejor aprovechamiento de los fondos asignados al proyecto.

Luego de identificados los escenarios y similar a la técnica de medición de riesgo Análisis de Sensibilidad, se procedió a realizar el cálculo de la rentabilidad del proyecto: el Valor Actualizado Neto (VAN), Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y Periodo de Recuperación (PR), para los diferentes rangos de variación esperados de cada una de las variables que intervino en el escenario base, los cuales modificaron sobre el porciento insertado, el monto de la partida para cada año, aumentando o disminuyendo las partidas según la variación porcentual asignada y a su vez las variables dependientes establecidas en el modelo.

La tabla # 9 muestra los resultados de Valor Presente Neto (VAN) por escenarios modelados. Se destacan los escenarios #3 y 6, los que resultan el más optimista y pesimista, con valores de 23.739 MUSD y -582 MUSD, respectivamente.

<b>Tabla 9. Resultados del VAN, TIR y PR de los escenarios modelados</b>			
<b>Escenarios</b>	<b>VAN (MUSD)</b>	<b>TIR (%)</b>	<b>PR (años)</b>
<b>Esc 1</b>	16.759	44,6	2,6
<b>Esc 2</b>	10.655	36,8	3,1
<b>Esc 3</b>	23.670	52,3	2,3
<b>Esc 4</b>	9.003	31,1	3,6
<b>Esc 5</b>	21.739	51,2	2,3
<b>Esc 6</b>	-582	13,4	7,0

**Fuente: Elaboración propia**

Fue posible discriminar, entre las variables que se deben estimar de manera más profunda y detallada, la de precio del níquel, la cual produce un impacto severo en la rentabilidad del proyecto.

A partir de los resultados de la modelación de los escenarios se determinó el siguiente riesgo para el proyecto:

- Ocurrencia de escenario 6 con valor de VAN negativo de -582 MUSD para una representación de un 16,7 % del total de la muestra.

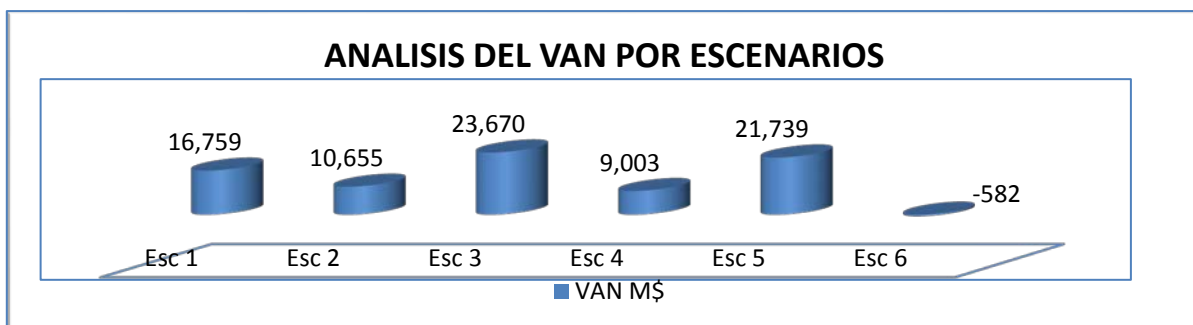
Lo anterior permite concluir que la variable precio del níquel le confiere riesgo al proyecto.

En sentido general el nivel de riesgo es aceptable para el inversionista. No obstante, la interpretación de los resultados puede ser ambigua pues la concepción de riesgoso o no es muy subjetiva y en ocasiones no es la misma para el evaluador que para el inversionista.

En este sentido, es importante recalcar que este análisis es una técnica más para medir el riesgo de un proyecto y que el analista solo debe tomar su papel de consejero frente al inversionista quien será, finalmente, el que tome las decisiones.

El gráfico de barras de la figura #2 ilustra más claramente los valores resultantes de VAN (MUSD) a partir de las hipótesis planteadas.

**Figura 2. Resultados del VAN ajustado por escenarios**



Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso del análisis de escenarios es asociar una determinada probabilidad subjetiva de ocurrencia para cada uno de los escenarios definidos, incluyendo el escenario base para calcular el valor esperado del Valor Actual Neto asociado al proyecto de inversión, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

En la tabla #10 se observan los resultados del valor esperado, la distribución estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 10. Asignación de probabilidades y análisis estadístico							
Indicadores	Escenarios modelados por variación porcentual de indicadores						
	Esc base	Esc 1	Esc 2	Esc 3	Esc 4	Esc 5	Esc 6
<b>VAN (MUSD)</b>	15.022	16.759	10.655	23.670	9.003	21.739	-582
<b>Asignación de probabilidad (%)</b>	50,0	15,0	13,0	8,0	4,0	10,0	2,0
<b>Valor Esperado (Media) <math>\bar{E}</math></b>	VAN MUSD 15.826						
<b>Desviación Estándar (D.E) <math>\sigma</math></b>	VAN MUSD 12.208						
<b>Coeficiente de Variación (C.V)</b>	0,77						

**Fuente: Elaboración propia**

Con la información obtenida, se puede manejar analíticamente la medida de incertidumbre del proyecto. Los resultados permiten afirmar que este proyecto tiene un rendimiento económico esperado de 15.826 MUSD que representa el valor promedio que se espera que suceda o el centro de masa de la distribución de probabilidad, el cual es positivo (VAN>0).

La desviación típica de 12.208 MUSD por debajo de la media indica poca dispersión de los resultados con respecto a la media. Cuando la medida de dispersión está por debajo de la esperanza hay seguridad en el resultado final del proyecto por lo que en este caso este indicador le confiere mayor nivel de confianza al inversionista del rendimiento económico del proyecto.

El coeficiente de variación (C.V) refleja la variación relativa con relación a la media, la cantidad de riesgo económico por cada unidad de rendimiento. El valor del coeficiente del VAN de este proyecto es de 0,77; lo cual indica que se desarrollará bajo un nivel de riesgo aceptable pues al ser la  $\sigma$  menor que el  $\bar{E}$  le confiere menos incertidumbre a que se obtengan resultados negativos del VAN.

Cuando se trata de comparar dos a más proyectos con valores económicos esperados diferentes, el menos riesgoso será el que tenga menor coeficiente de variación. Mientras más alejada sea la variación de cero, menor será el riesgo.

### **2.3.4 Simulación**

Para completar el análisis de riesgos del proyecto objeto de estudio se realiza la simulación mediante el software @Risk 5.5 versión industrial. Este software permite mostrar múltiples resultados posibles en un modelo de hoja de cálculo de Excel, e indicar qué probabilidad hay de que se produzcan. Esto quiere decir que el inversionista puede decidir qué riesgos desea tomar y cuáles prefiere evitar, tomando la mejor decisión en situaciones de incertidumbre.

Se tomaron las variables aleatorias, el rango de variaciones del Análisis de Sensibilidad y la relación entre variables del Análisis de Escenarios determinada en cada uno de los escenarios modelados por los especialistas. Estas variables se reconocen como variables continuas porque puede tomar un valor cualquiera dentro de un intervalo determinado. Siempre dentro de dos valores observables existe un valor intermedio que también podría tomar la variable continua. El software @RISK utiliza toda esta información, que se ha introducido en el modelo matemático del cálculo del VAN, TIR y PR. En el anexo #5 se pueden observar cuáles fueron las variables de entrada.

Se seleccionó la distribución triangular **RiskTriang(mínimo;más probable;máximo)**, la cual se utiliza usualmente como una aproximación de otras distribuciones, como la normal, o ante la ausencia de información más completa. Dado que depende de tres parámetros simples y puede tomar una variedad de formas, es muy flexible para modelar una amplia variedad de supuestos. Una característica es que es cerrada, eliminando la posibilidad de valores extremos que quizás podrían ocurrir en la realidad.

Se introdujeron los valores mínimo, más probable y máximo. Los valores situados alrededor del valor más probable tienen más probabilidades de producirse. Estos ya aparecen en la hoja de cálculo económico del proyecto. En la tabla #11 aparecen las variables aleatorias y el rango de valores que tomaron en los escenarios modelados.

Tabla 11. Indicadores a simular		
Variables de entrada	Valores	
	Mínimo	Máximo
Volumen de producción (t)	210	375
Costo de operaciones (MUSD)	(1.359)	(1.759)
Costo de capital (MUSD)	5.954	8.055
Precio del níquel (\$/lb.)	1,40	13,00
Precio del cobalto (\$/lb.)	7,80	20,67

**Fuente: Elaboración propia**

Luego de definir la distribución triangular y los valores mínimos, probables y máximos de cada una de las variables inciertas en todos los años de vida del proyecto se identifica la variable de salida: el VAN. Se corre una simulación especificándose para 5000 iteraciones, que no es más que el número de escenarios que generará el proceso. Mientras más iteraciones, mayor la probabilidad que los estimadores de los parámetros de la población estén dentro de un rango aceptable con relación a los valores verdaderos.

Es muy importante establecer las correlaciones entre las variables independientes porque de existir y no hacerlo, la simulación podría arrojar resultados erróneos. Según el grado de

interrelación entre variables se le asigna un valor dentro del rango de +1 a -1. La relación inversa entre variables independientes se establece asignándole un valor negativo y un valor positivo para una relación directa. Mientras más cercanos los valores indicados a los extremos (+1 y -1) más estrecho es su grado de interdependencia directa o inversa.

Al comparar los escenarios modelados por los especialistas no se pudo determinar una correlación entre las variables independientes debido a su comportamiento aleatorio, por lo que a los efectos de esta simulación no quedó establecida ninguna.

La tabla #12 resume los datos más significativos de la simulación por el tipo de muestreo Latino Hipercúbico, el cual fue automáticamente seleccionado por el software en función de la información de entrada.

<b>Tabla 12. Resultados de VAN (MUSD) de la Simulación</b>	
<b>Mínimo</b>	-6.492
<b>Máximo</b>	20.667
<b>Media</b>	7.115
<b>Moda</b>	6.639

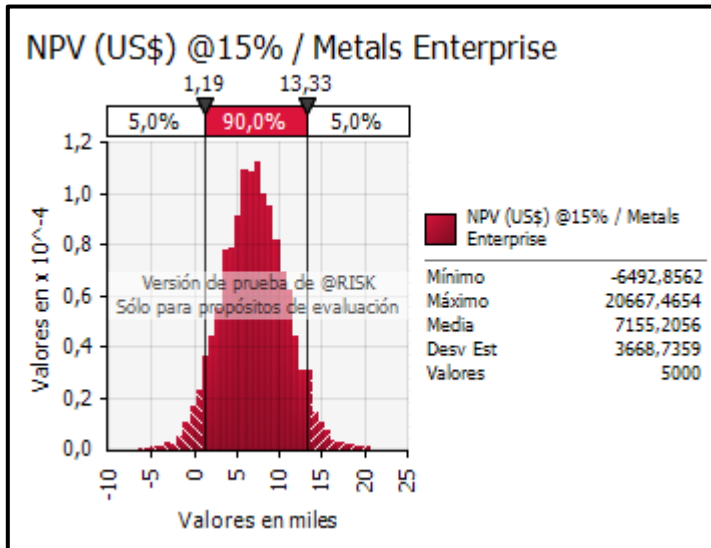
**Fuente: Elaboración propia**

El hecho de que el valor promedio de 7.115 MUSD del VAN sea positivo es una muestra de la confianza que brinda el resultado económico del proyecto y su desviación por debajo de la esperanza de 3.668 MUSD es una medida que demuestra un nivel aceptable de riesgo para el inversionista. Los valores mínimos y máximos son (6.492 MUSD) y 20.667 MUSD, respectivamente. En ese rango están los posibles resultados de VAN (Ver anexo #6). La moda es 6.639 MUSD, que representa el valor que más se repite.

Los datos referidos anteriormente se pueden apreciar en la figura #3. Se observa que con un 90% de nivel de confianza los resultados de VAN son positivos y que incluso existen valores de VAN>0 dentro del 5% de la cola izquierda.



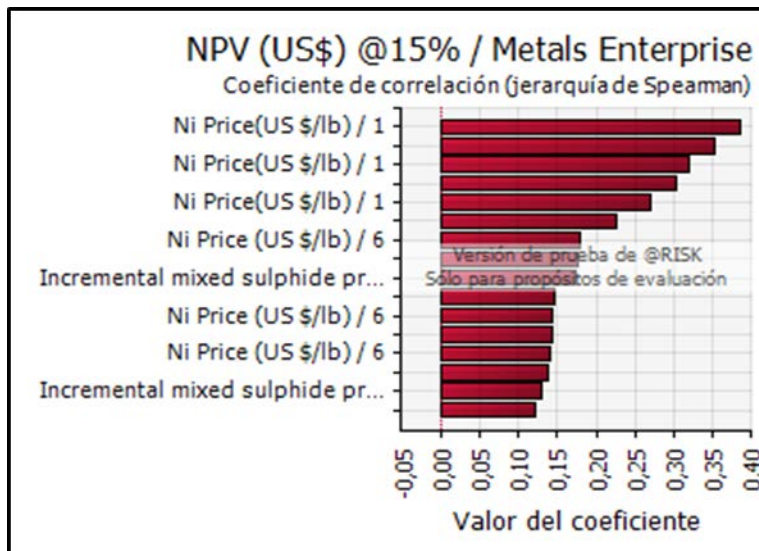
**Figura 3. Resultados de VAN de la simulación**



**Fuente: Software @Risk**

El software reproduce el grado de correlación entre las variables independientes con la variable dependiente (VAN). La figura #4 representa el coeficiente de correlación (jerarquía Spearman). En orden de jerarquía la variable incierta precio del níquel con un coeficiente igual a 0,392 es la que más incide en la variación de los resultados del VAN, y por la tanto, es el factor del mercado indudablemente el riesgo más significativo al que se enfrenta este proyecto de inversión (Ver anexo #7).

**Figura 4. Coeficiente de correlación de las variables independientes y la variable dependiente VAN**



**Fuente: Software @Risk**

Un total de 113 escenarios de un tamaño de muestra de 5.000 iteraciones con VAN por debajo de cero confirma que el nivel de riesgo de este proyecto es ínfimo.

Como resultado de la simulación es posible determinar que el riesgo del proyecto está dado por:

- Resultado de  $VAN < 0$  de 2,26% según técnica de simulación.

## Conclusión del Capítulo II

A modo de resumen, los resultados de todas las técnicas de análisis empleadas de forma sistémica permitieron identificar el grado de riesgo que representaría para la empresa invertir en este proyecto.

Teniendo en cuenta la interpretación de los indicadores de rentabilidad económica y financiera se alienta a la empresa a tomar la decisión de inversión.

En el análisis de sensibilidad, se observa que las fluctuaciones de los precios de mercado, específicamente los del níquel, representan un riesgo latente. Esta afirmación se sustenta en datos históricos, información proporcionada por los encuestados y entrevistados de las áreas de Ingeniería y Contabilidad y Finanzas de Moa Nickel. Con una variación de un 74,2% manteniendo las demás variables constantes se obtiene un resultado de VAN negativo. En la vida real, es muy poco probable que los demás parámetros no sufran cambios puesto que algunos guardan relación entre sí. Una de las ventajas de esta técnica es su simplicidad y que permite además determinar cuáles son las variables que realmente sensibilizan los resultados del proyecto y descartar las que no.

Con el análisis de los escenarios modelados por los especialistas de inversiones encargados de la evaluación del proyecto objeto de estudio fue posible erradicar esta limitante. De una posibilidad de 6 escenarios se obtuvo un 16,7 % de VAN por debajo de cero. Este es un resultado favorable considerando todo el espectro de probabilidades. A partir del análisis estadístico (valor esperado del VAN positivo, la distribución estándar por debajo de la media y el coeficiente de variación menor que 1) se determinó que este proyecto de inversión presentaba un nivel de riesgo muy bajo.

La profundidad con que se realizó el análisis de riesgos del proyecto tuvo su punto culminante con la simulación realizada con el Software @Risk. Esta técnica abarca todos los resultados posibles de VAN, su probabilidad de ocurrencia, los rangos en que fluctúa, el porcentaje de VAN por debajo de cero. Dentro de 5000 escenarios solo se obtuvo un 2,26 % de resultados de VAN inferiores a cero con un nivel de confianza de 90%.

## Identificación de Riesgos Económicos y Financieros en el proyecto “Circuito de Molienda de Carbonato de Calcio”

---

Por último, de la realización de este trabajo investigativo se realizan las siguientes observaciones críticas:

- A pesar de que existen estas técnicas y métodos de análisis de riesgos, los especialistas de inversiones poseen conocimientos escasos sobre cómo aplicarlas y la utilidad práctica de gestionar los riesgos.
- La aplicación sistemática de estas técnicas es un elemento clave para la evaluación íntegra del proyecto dado a que brindará información valiosa a los especialistas encargados de ejecutar inversiones para llevar el control de los riesgos identificados así como de su impacto y relevancia para reducirlos, mitigarlos o eliminarlos según sea conveniente.

## CONCLUSIONES

- ✓ La identificación de los riesgos económicos y financieros del proyecto a través de la aplicación de técnicas individuales permitió elevar la confiabilidad de la inversión y disminuir su nivel de incertidumbre.
- ✓ El estudio de la bibliografía especializada permitió establecer que las técnicas utilizadas garantizan un nivel adecuado al proceso de tratamiento del riesgo económico y financiero de un proyecto de inversión, las cuales son: Índices de Rentabilidad Económica y Eficiencia Financiera, Análisis de Sensibilidad, Análisis de Escenarios y Técnica de Simulación.
- ✓ El análisis y revisión bibliográfica permitió detectar que a pesar de que en el país existen metodologías y procedimientos para desarrollar estudios de riesgos en proyectos de inversión, su aplicación en el entorno empresarial es aún insuficiente y carece de una adecuada sistematicidad.
- ✓ De acuerdo a los resultados de la aplicación de las técnicas se pudo determinar que el precio del níquel es una variable riesgosa puesto que con una disminución de un 74,2 %, los resultados del proyecto se ven significativamente afectados con un VAN <0.
- ✓ Quedó demostrada la superioridad de la técnica simulación para el tratamiento de la incertidumbre porque elimina las limitaciones de las anteriores técnicas empleadas.
- ✓ Los resultados de la aplicación de la simulación corroboró un nivel mínimo de riesgo expresado por un 2,26 % de VAN<0.
- ✓ Quedó demostrada la validez y utilidad de las técnicas de análisis contenidas en el manual de procedimientos para el tratamiento de los riesgos de proyectos de inversión elaborado por el Grupo Científico en Inversiones de la Facultad de Ciencias Económicas del Instituto Minero Metalúrgico.

## RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y planteados en las conclusiones, se recomienda lo siguiente:

- ✓ Presentar a la Dirección de la empresa los resultados alcanzados en la investigación para su análisis y la posible ejecución de acciones que tributen a la gestión del riesgo en proyectos de inversión.
- ✓ Prestar especial atención al comportamiento de las variables riesgosas identificadas en el proyecto objeto de estudio para contribuir a la eficaz ejecución de mismo.
- ✓ Darle mayor divulgación al manual de procedimientos para la identificación de riesgos en proyectos de inversión elaborado por el Grupo Científico de las Inversiones del Instituto Minero Metalúrgico de Moa en sesiones de Fórum auspiciadas por la Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores y la Asociación Nacional de Economistas que tienen lugar en la empresa.
- ✓ Generalizar la aplicación de técnicas para la gestión eficaz de los riesgos económicos y financieros de los proyectos de inversión que desarrolla la empresa.
- ✓ Lograr que la evaluación de riesgos se realice de forma sistémica para perfeccionar la etapa de identificación de riesgos en proyectos de inversión.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Blanco, B. *Procedimiento para la evaluación de los riesgos empresariales de operación con métodos de las matemáticas borrosas*. Universidad de la Habana, 2007.
2. Calles, G. *Las Finanzas y el Valor de la Empresa*. <http://www.monografias.com/trabajos82/administracion-riesgos-empresarial/administracion-riesgos-empresarial2.shtml>. Acceso: 3, marzo, 2014 @8:35 a.m.
3. Canada, J. *Técnicas de análisis económico para administradores e Ingenieros*. México, 1978.
4. Contreras, E y Fernández, V. *Una Nueva Metodología Para La Evaluación de Proyectos de Inversión: Las Opciones Reales*. Revista de Ingeniería de Sistemas. 2003, Volumen XVII:(1), Julio, 2003.
5. Contreras, E. y Cruz, J.M. *No más VAN: el Value at Risk (VaR) del VAN, una nueva metodología para análisis de riesgos*. Revista Trend Management. 2006, Volumen 8.
6. Contreras, E. *Evaluaciones de proyectos bajo incertidumbre: Teoría y aplicaciones a proyectos en Chile*. Documentos de Trabajo. Serie de Gestión. No. 98.
7. Cruz, K. *Identificación de riesgos económicos y financieros en la inversión Concentración de Centros de Elaboración de la ESUNI*. Tesis de grado en opción al título de Licenciado en Contabilidad y Finanzas. Curso 2013.
8. De Aza, Stefany. *Análisis de riesgos de un proyecto*. <http://www.eoi.es/blogs/estefanykaryelindeaza/2011/12/18/analisis-de-riesgo-de-un-proyecto/>. Acceso: 23, abril, 2014 @ 10:00 am.
9. Díaz, A. y Matamoros, I. *La administración de riesgos, un paradigma empresarial contemporáneo*.  
<http://www.monografias.com/trabajos82/administracion-riesgos-empresarial/administracion-riesgos-empresarial2.shtml>. Acceso: Abril, 2014 @ 12:00 pm.

10. Gaceta Oficial de la República de Cuba. *Ley No. 77 de Inversión Extranjera*. La Habana, 1998.
11. Gaceta Oficial de la República de Cuba. *Ley No. 118 de Inversión Extranjera*. La Habana, 2014.
12. Gitman, L. *Fundamentos de Administración Financiera*. La Habana: Editorial Félix Varela.
13. Informe Central I, II y III Congreso del PCC. La Habana: Editora Política, 1990.
14. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido de la Revolución. Holguín, 2012.
15. Manuales prácticos de la PYME. *Cómo valorar proyectos de inversión*. [http://www.comunidadilgo.org/contenido/portal/portaldoc151\\_3.pdf](http://www.comunidadilgo.org/contenido/portal/portaldoc151_3.pdf). Acceso: Abril, 2014 @ 12:15 p.m.
16. Mascareñas, J. *Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas. Riesgos Económico y Financiero*. ISSN 1988-1878.
17. Massé, P. *La Elección de las Inversiones*. La Habana: Edición Revolucionaria, 1959.
18. Pochuanca, D. *Evaluación financiera de proyectos en condiciones de riesgo e incertidumbre*.  
  
<http://www.monografias.com/trabajos82/evaluacion-financiera-condiciones-riesgo/evaluacion-financiera-condiciones-riesgo3.shtml>. Acceso: 24, abril, 2014 @ 8:00 a.m.
19. Resolución 60/2011. *Normas del Sistema de Control interno*. Contraloría de la República de Cuba.
20. Resolución 91/06. *Indicaciones para el proceso inversionista*. Ministerio de Economía y Planificación. La Habana, 2006.
21. Stermole, F.J y John, M. *Economic Evaluation and Investment Decision Methods*. 11<sup>na</sup> edición. USA, 2006.
22. Weston, J.F and Brigham, E.F. *Fundamentos de Administración Financiera*, 10 edición. México, 1994.





GCInver		ANEXO #2. CUESTIONARIO				Fecha: 30/ 5 /13	
						Versión: 1.0	
Unidad Administrativa: Departamento de Ciencias Económicas ISMMM.				Área Responsable: Grupo Científico de las Inversiones (GCInver).			
(1) Variables Inciertas	(2) Intervalo de variación			(3) Escenarios			
	Valor Mínimo	Valor Base	Valor Máximo	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Precio del níquel	2,00 USD/lbr	AFE	16,00 USD lbr	15%	-10%	20%	-25%
Precio del cobalto	45,00 USD/lbr	AFE	10,00 USD/lbr	10%	-15%	30%	15%
Costo de capital	-15%	AFE	+10%	5%	15%	15%	10%
Costo de operaciones	-15%	AFE	15%	5%	-5%	15%	5%
Volumen producción	-30%	AFE	25%	15%	25%	25%	10%
				(4) Asignación de probabilidad por escenario (%)			
				Prob Escenario 1	Prob Escenario 2	Prob Escenario 3	Prob Escenario 4
				Probabilidad =15	Probabilidad =13	Probabilidad =8	Probabilidad =4
				SUMA DE TODAS LAS PROBABILIDADES IGUAL 100 %			
<p><b>(5) Justificación del Escenario 1:</b> Afectaciones de los equipos de minería, mala calidad de la pulpa de cienos carbonatados y factores climáticos. Las bolas de los molinos se deterioran con el tiempo. Aumentan los costos y las pérdidas de producción son mayores. Estas las tiene que recuperar el circuito de molienda. Demoras en la ejecución del proyecto. Hay que pagar el tiempo perdido a los obreros de ECI y ECRIN.</p> <p><b>Justificación del Escenario 2:</b> Los precios del níquel y cobalto suben y bajan. En estos momentos sufrieron una caída. No se ejecutan todos los fondos del proyecto. Pueden utilizarse materiales remanentes de proyectos anteriores. Los constructores dan una oferta más costosa. La tarifa horaria sube.</p> <p><b>Justificación del Escenario 3:</b> Se logran contratos por un menor precio. Se percibe un leve aumento de los ahorros en los costos de operaciones, no es necesario operar el circuito el 100% del tiempo debido a altos inventarios de carbonato de calcio.</p> <p><b>Justificación del Escenario 4:</b> Bajos inventarios de carbonato de calcio por afectaciones en la grúa y aumentan las pérdidas de producción de sulfuros mixtos, en el momento de ejecución del proyecto se procesa más carbonato del que se había estimado. Se necesita una re-aprobación por sobregiro del gasto total del proyecto.</p>							
<b>(6) Otros:</b>							

<b>GCIInver</b>		<b>ANEXO #3. CUESTIONARIO</b>				<b>Fecha: 30/ 5 /13</b>	
						<b>Versión: 1.0</b>	
<b>Unidad Administrativa:</b> Departamento de Ciencias Económicas ISMMM.				<b>Área Responsable:</b> Grupo Científico de las Inversiones (GCIInver).			
(1) Variables Inciertas	(2) Intervalo de variación			(3) Escenarios			
	Valor Mínimo	Valor Base	Valor Máximo	Escenario 5	Escenario 6	Escenario 7	Escenario 8
Precio del níquel	-50%	8,60USD/lb	+30 lbr	25%	-80%		
Precio del cobalto	-40%	17,00 USD/lb	+20%	20%	-40%		
Costo de capital	-15%	AFE	+10%	10%	-15%		
Costo de operaciones	-10%	AFE	15%	5%	-15%		
Incremento producción	-20%	AFE	25%	10%	-15%		
				<b>(4) Asignación de probabilidad por escenario (%)</b>			
				<b>Prob Escenario 5</b>	<b>Prob Escenario 6</b>	<b>Prob Escenario 7</b>	<b>Prob Escenario 8</b>
				<b>Probabilidad =10</b>	<b>Probabilidad =2</b>	<b>Probabilidad =</b>	<b>Probabilidad =</b>
				<b>SUMA DE TODAS LAS PROBABILIDADES IGUAL 100 %</b>			
<b>(5) Justificación del Escenario 5:</b> El níquel y el cobalto tienen buen precio. Puede que suban. Aumenta un 10% el costo de capital estimado según presupuesto aprobado por contratiempos de último minuto; tales como, que el suministrador decline a ofertar							
<b>Justificación del Escenario 6:</b> La minería de coral se ve afectada por afectaciones en la minería de cenizas carbonatadas por mal tiempo. El costo capital disminuye por un mejor aprovechamiento de los fondos asignados al proyecto. Disminuyen los precios del níquel.							
<b>(6) Otros:</b>							

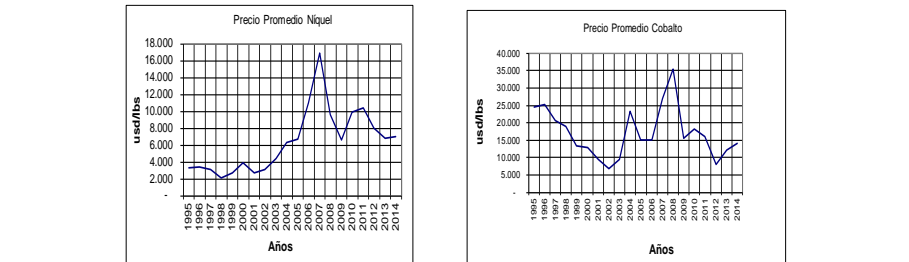
# ANEXO #4. PRECIOS DEL NIQUEL Y COBALTO

Moa Nickel S.A.  
Pedro Soto Alba

SERIE PRECIOS NIQUEL + COBALTO

USD/LBS

	1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto	Niquel	Cobalto		
Enero	2.937	21.686	3.670	26.289	3.207	20.412	2.491	22.021	1.963	9.920	3.769	13.527	3.178	10.677	2.741	6.848	3.645	6.849	6.920	22.237	6.777	18.229	6.596	12.893	16.691	22.848	12.553	44.978	5.197	14.584	8.364	20.480	11.632	17.452	8.884	14.272	7.917	11.320	6.364	12.976
Febrero	2.937	21.686	3.670	26.289	3.207	20.412	2.491	22.021	1.963	9.920	3.769	13.527	3.178	10.677	2.741	6.848	3.645	6.849	6.920	22.237	6.777	18.229	6.596	12.893	16.691	22.848	12.553	44.978	5.197	14.584	8.364	20.480	11.632	17.452	8.884	14.272	7.917	11.320	6.364	12.976
Marzo	2.937	21.686	3.670	26.289	3.207	20.412	2.491	22.021	1.963	9.920	3.769	13.527	3.178	10.677	2.741	6.848	3.645	6.849	6.920	22.237	6.777	18.229	6.596	12.893	16.691	22.848	12.553	44.978	5.197	14.584	8.364	20.480	11.632	17.452	8.884	14.272	7.917	11.320	6.364	12.976
Abril	2.543	21.358	3.642	29.695	3.113	18.739	2.446	21.561	2.145	12.914	4.432	13.747	2.972	11.317	3.152	6.543	3.580	6.590	6.828	26.594	7.396	16.746	6.137	13.949	22.793	26.544	13.045	46.843	5.012	13.420	11.877	19.898	11.940	17.921	8.158	13.798	7.034	12.101	7.250	14.800
Mayo	2.481	21.461	3.648	27.862	3.941	18.931	2.770	21.641	2.441	12.909	4.950	14.070	3.207	9.872	3.069	7.543	3.767	8.468	6.042	26.079	7.674	16.464	6.547	14.611	23.658	27.776	11.674	45.927	5.723	14.203	9.978	18.167	10.979	16.707	7.719	13.571	6.400	11.752	7.400	14.500
Junio	3.578	26.578	3.470	27.389	2.240	21.885	2.031	22.020	2.354	16.464	3.613	13.159	3.014	10.302	3.226	7.501	4.025	8.998	6.137	25.638	7.375	13.606	6.947	14.321	18.910	26.597	10.236	42.780	6.763	14.712	8.721	17.036	10.174	16.025	7.505	13.586	6.474	14.188	7.400	14.400
Julio	3.896	26.143	3.275	26.338	3.106	21.993	1.820	21.893	2.585	16.359	3.703	12.484	2.630	9.348	3.239	6.873	3.904	6.175	6.815	24.741	6.692	13.128	7.263	13.765	15.175	25.428	9.142	36.713	7.248	15.161	8.809	17.003	10.721	15.788	7.378	11.804	6.212	12.570		
Agosto	3.072	26.521	3.242	22.664	3.068	20.713	1.809	20.346	2.921	16.614	3.618	12.582	2.542	8.582	3.048	6.249	4.247	6.758	6.204	24.076	6.726	15.120	13.940	15.540	12.538	23.680	6.965	25.485	6.902	17.091	8.709	17.291	10.011	15.503	7.104	12.587	6.405	12.576		
Septiembre	3.812	26.443	3.194	20.128	2.951	20.301	1.867	16.673	3.180	15.810	3.919	13.209	2.262	8.816	3.020	6.547	4.502	6.508	6.016	23.181	6.415	14.745	13.610	17.245	13.328	26.217	8.087	35.489	7.322	17.164	10.268	16.836	9.240	15.967	7.877	13.074	6.438	12.792		
Octubre	3.656	26.520	3.184	20.617	2.841	21.530	1.793	15.484	3.207	14.175	3.427	13.477	2.187	7.956	3.086	6.351	5.019	6.500	6.537	21.787	6.520	14.687	14.017	16.659	14.017	26.063	5.936	29.475	8.404	16.988	10.764	17.345	8.561	14.316	7.828	12.051	6.304	12.024		
Noviembre	3.650	26.569	3.145	21.589	2.794	20.343	1.812	13.905	3.059	13.106	3.332	12.251	2.303	6.335	3.175	6.113	6.484	11.620	6.378	16.635	6.407	11.912	14.562	17.121	13.878	30.848	4.826	16.749	7.751	18.239	10.388	17.014	8.100	13.942	7.395	11.242	6.226	11.148		
Diciembre	3.670	26.269	2.960	20.333	2.669	21.817	1.791	9.718	3.696	13.024	3.177	11.726	2.378	7.197	3.228	6.125	6.420	15.940	6.249	17.869	6.698	13.833	15.638	19.823	11.739	34.816	4.291	12.348	7.726	18.777	10.549	16.129	8.232	13.406	7.840	10.167	6.100	11.741		
	3.353	24.628	3.402	25.340	3.059	20.637	2.099	19.075	2.625	13.211	3.979	12.944	2.692	9.576	3.076	6.715	4.369	9.497	6.270	23.369	6.841	15.167	10.970	15.039	16.810	27.933	9.575	35.515	6.644	15.467	9.887	18.171	10.329	15.950	7.928	12.875	6.957	13.954		



# ANEXO #5. RESULTADOS DE VARIABLES DE ENTRADA

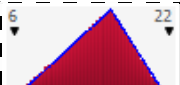
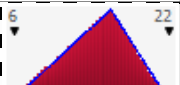
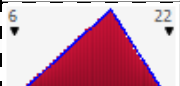
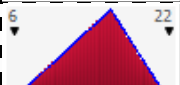
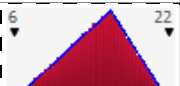
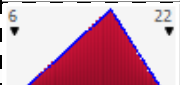
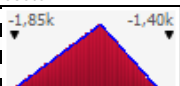
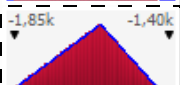
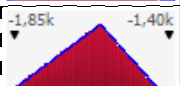
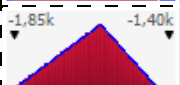
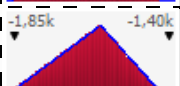
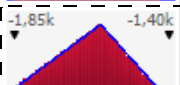
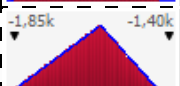
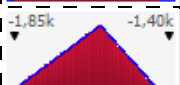
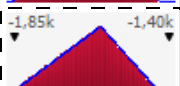
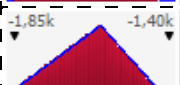
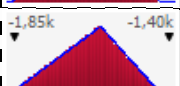
## Resultados Entrada @RISK

Ejecutado por: damaris

Fecha: martes, 03 de junio de 2014 01:27:37 a.m.

Nombre	Celda	Gráfico	Min	Media	Máx	5%
Capital cost	B77		(8,049)	(7,004)	(5,971)	(7,723)
Categoría: Co Price (US \$)						
Co Price (US \$/lb) / 1	C19		7.91	13.93	20.55	9.69
Co Price (US \$/lb) / 1	D19		7.88	13.82	20.58	9.63
Co Price (US \$/lb) / 1	E19		7.91	14.21	20.62	9.82
Co Price (US \$/lb) / 1	F19		7.92	14.66	20.62	10.03
Co Price (US \$/lb) / 1	G19		7.92	14.79	20.59	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	H19		7.91	14.79	20.62	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	I19		7.83	14.79	20.60	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	J19		7.91	14.79	20.58	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	K19		7.87	14.79	20.60	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	L19		7.92	14.79	20.61	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	M19		7.87	14.79	20.61	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	N19		7.86	14.79	20.58	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	O19		7.88	14.79	20.58	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	P19		7.91	14.79	20.59	10.08

## ANEXO #5. (CONTINUACIÓN...)

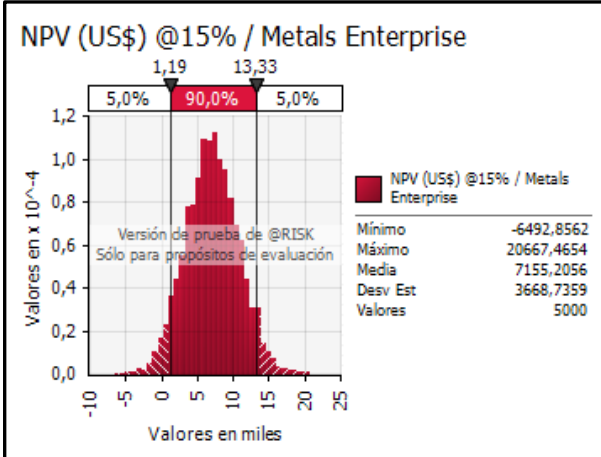
Co Price (US \$/lb) / 6	Q19		7.88	14.79	20.57	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	R19		7.90	14.79	20.56	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	S19		7.92	14.79	20.61	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	T19		7.84	14.79	20.61	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	U19		7.89	14.79	20.62	10.08
Co Price (US \$/lb) / 6	V19		7.86	14.79	20.59	10.08
Categoría: Increase (reduction) in operating costs						
Increase (reduction) in operating costs / 1	C32		(1,835)	(1,626)	(1,441)	(1,770)
Increase (reduction) in operating costs / 2	D32		(1,836)	(1,626)	(1,441)	(1,770)
Increase (reduction) in operating costs / 3	E32		(1,835)	(1,626)	(1,442)	(1,770)
Increase (reduction) in operating costs / 4	F32		(1,836)	(1,626)	(1,440)	(1,770)
Increase (reduction) in operating costs / 5	G32		(1,837)	(1,626)	(1,440)	(1,770)
Increase (reduction) in operating costs / 6	H32		(1,838)	(1,626)	(1,440)	(1,770)
Increase (reduction) in operating costs / 7	I32		(1,836)	(1,626)	(1,440)	(1,770)
Increase (reduction) in operating costs / 8	J32		(1,836)	(1,626)	(1,442)	(1,770)
Increase (reduction) in operating costs / 9	K32		(1,836)	(1,626)	(1,442)	(1,770)
Increase (reduction) in operating costs / 10	L32		(1,835)	(1,626)	(1,441)	(1,770)
Increase (reduction) in operating costs / 11	M32		(1,835)	(1,626)	(1,441)	(1,770)

# ANEXO #6. RESULTADOS DE SALIDA PARA VAN

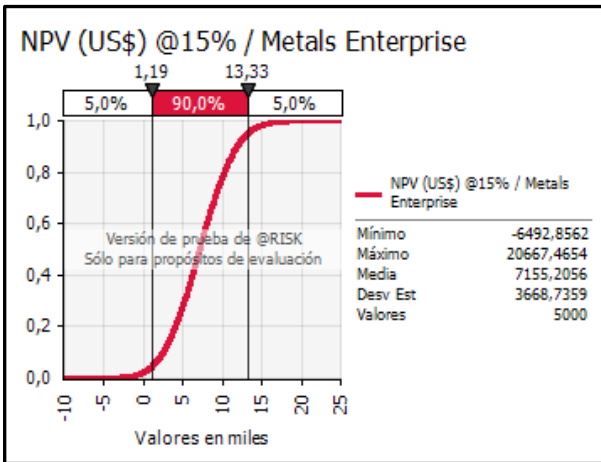
## Reporte @RISK Salida para NPV (US\$) @15% / Metals Enterprise

Ejecutado por: damaris

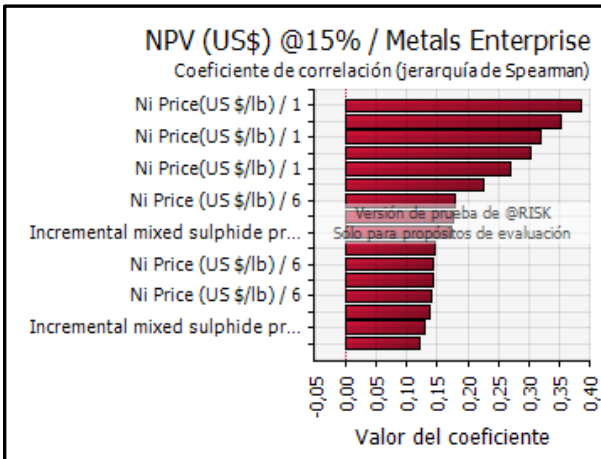
Fecha: martes, 03 de junio de 2014 01:36:15 a.m.



Información de resumen de simulación	
Nombre de libro de trabajo	SIMULACION.xlsx
Número de simulaciones	1
Número de iteraciones	5000
Número de entradas	81
Número de salidas	1
Tipo de muestreo	Latino Hipercúbico
Tiempo de inicio de simulación	6/3/14 0:07:32
Duración de simulación	01:18:53
Generador de # aleatorio	Mersenne Twister
Semilla aleatoria	1795706054



Estadísticos resumen para NPV (US\$) @15% / Me			
Estadísticos		Percentil	
Mínimo	(6,493)	5%	1,190
Máximo	20,667	10%	2,491
Media	7,155	15%	3,361
Desv Est	3,669	20%	4,023
Varianza	13459623.1	25%	4,641
Indice de sesg	0.087734648	30%	5,187
Curtosis	3.029532376	35%	5,746
Mediana	7,112	40%	6,186
Moda	7,331	45%	6,639
X izquierda	1,190	50%	7,112
P izquierda	5%	55%	7,547
X derecha	13,330	60%	8,015
P derecha	95%	65%	8,524
Diff X	12,140	70%	9,061
Diff P	90%	75%	9,616
#Errores	0	80%	10,234
Filtro mín	Apagado	85%	11,002
Filtro máx	Apagado	90%	11,867
#Filtrado	0	95%	13,330






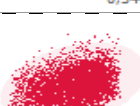
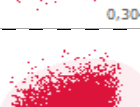
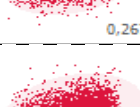
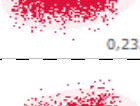
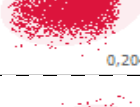
Información de regresión y jerarquía para NPV (U			
Jerarquía	Nombre	Regr	Corr
1	Ni Price(US \$/lb)	0.392	0.387
2	Ni Price(US \$/lb)	0.355	0.354
3	Ni Price(US \$/lb)	0.344	0.320
4	Ni Price(US \$/lb)	0.304	0.305
5	Ni Price(US \$/lb)	0.267	0.271
6	Ni Price (US \$/lb)	0.232	0.225
7	Ni Price (US \$/lb)	0.204	0.180
8	Incremental mix	0.185	0.174
9	Ni Price (US \$/lb)	0.176	0.176
10	Incremental mix	0.168	0.137
11	Incremental mix	0.156	0.142
12	Ni Price (US \$/lb)	0.155	0.140
13	Incremental mix	0.154	0.147
14	Ni Price (US \$/lb)	0.131	0.144

# ANEXO #7. CORRELACIÓN VARIABLES INDEPENDIENTES Y VAN

## Análisis de sensibilidad @RISK

Ejecutado por: damaris

Fecha: martes, 03 de junio de 2014 01:28:39 a.m.

Jerarquizar para B91	Celda	Nombre	Descripción	Economía!B91 NPV (US\$) @15% / Metals Enterprise Coef. regresión RCuad=0,99
#1	D18	Ni Price(US \$/lb) / 1	RiskTriang(1,4;Hoja1!C8;13;RiskName("Ni Price(US \$/lb) / 1"))	 0,392
#2	C18	Ni Price(US \$/lb) / 1	RiskTriang(1,4;Hoja1!B8;13;RiskName("Ni Price(US \$/lb) / 1"))	 0,355
#3	E18	Ni Price(US \$/lb) / 1	RiskTriang(1,4;Hoja1!D8;13;RiskName("Ni Price(US \$/lb) / 1"))	 0,344
#4	F18	Ni Price(US \$/lb) / 1	RiskTriang(1,4;Hoja1!E8;13;RiskName("Ni Price(US \$/lb) / 1"))	 0,304
#5	G18	Ni Price(US \$/lb) / 1	RiskTriang(1,4;Hoja1!F8;13;RiskName("Ni Price(US \$/lb) / 1"))	 0,267
#6	H18	Ni Price (US \$/lb) / 6	RiskTriang(1,4;Hoja1!G8;13;RiskName("Ni Price (US \$/lb) / 6"))	 0,232
#7	I18	Ni Price (US \$/lb) / 6	RiskTriang(1,4;Hoja1!H8;13;RiskName("Ni Price (US \$/lb) / 6"))	 0,204
#8	D11	Incremental mixed sulphide production (tonnes) / 2	RiskTriang(210;300;375;RiskStatic(300);RiskCorrmat(NuevaMatriz1;1;2))	 0,185