

Análisis de variables para evaluación financiera de proyectos de minería de ORO en Colombia con especial énfasis en el RIESGO PAÍS – Caso Mineros S.A.

TRABAJO DE GRADO DE LA MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

Juan Camilo Roldán Vásquez

camiloroldan@gmail.com

Resumen

Tomando como base el método de flujo de caja descontado a valor presente para la evaluación de proyectos de minería de oro en Colombia, se analizan uno a uno los factores que deben ser incluidos en el cálculo de los flujos de caja y sus proyecciones, así como en el cálculo de la tasa de descuento. El artículo tiene como objetivo principal identificar todos aquellos factores asociados a riesgo país que deben ser tenidos en cuenta por los inversionistas nacionales y extranjeros para el cálculo de los flujos de caja y de la tasa de descuento. Para tal fin se utilizan datos suministrados por la empresa Mineros S.A. Se explican las diferentes etapas de exploración y los riesgos a los que se ven sometidos los inversionistas en dichas etapas, posteriormente se analiza la dificultad de predicción de los precios del oro y las coberturas que existen y se pueden utilizar para minimizar el riesgo tanto de variación de los precios del oro como de variación de la tasa de cambio el Peso Colombiano (COP) y el Dólar de los Estados Unidos (USD) en las etapas de producción. Más adelante se analizan una a una las variables asociadas a tener en cuenta para el cálculo de los flujos de caja y de la tasa de descuento, como son: cálculo de regalías, costos debidos a riesgo geográfico, social y terrorismo, cálculo del Beta, riesgo país, y riesgo específico; y se plantea una metodología para que los riesgos puedan verse reflejados en el valor de la tasa de descuento. Se analiza el efecto que los factores de riesgo tienen sobre la evaluación financiera y las pérdidas adicionales a las que podría verse sometido un inversionista al invertir en Colombia.

Palabras clave

Riesgo país, evaluación de proyectos, oro, minería

Abstract

Based on the method of discounted cash flows to present value for the financial evaluation of gold mining projects in Colombia, the present paper analyzes one by one the factors that should be included to calculate the cash flows and its projections. The paper's main objective is to identify those factors associated with country risk that must be taken into account by national or foreign investors when calculating the cash flows and the discount rate. To this end all the data regarding real risk on operations was supplied by Mineros S.A. The various stages of exploration and the risks into which the investors are subjected in these stages are explained; subsequently the paper describes the difficulty of predicting gold prices and the hedging that can be used to minimize the risk of variation of the gold price and the exchange rate between the Colombian Peso (COP) and the US Dollar (USD) in the stages of production. Thereafter it's shown one by one the variables to take into account for the calculation of the cash flows and the discount rate, such as: royalties, costs due to geographical, social and terrorism risk, the calculation of the Beta factor, country risk, and specific risk; and a methodology is presented in which the risks may be reflected on the value of the discount rate. All the effects that the risk factors have on the financial evaluation and the additional losses to which the investors may be subjected when investing in Colombia are analyzed.

Key words

Country risk, project evaluation, gold, mining

1 Introducción

1.1 Situación de estudio y pregunta

Siendo la minería uno de los sectores económicos principales de Colombia, con un crecimiento considerable año a año en la participación del PIB como se puede observar en la Figura 1, es de vital importancia comprender a profundidad los factores que afectan o favorecen al sector para el desarrollo de proyectos viables.

Adicionalmente, en el momento en que se presenta la situación de estudio (primer trimestre de 2013), los precios del oro estaban en valores muy altos y con perspectivas de crecimiento (ver Figura 2). Ésto en respuesta a diferentes factores macroeconómicos globales y las dinámicas de oferta demanda de los últimos años que hacen de la minería del oro un negocio muy atractivo para grandes inversionistas e incitan a las grandes multinacionales del sector a buscar expansión en países extranjeros, asumiendo los riesgos y costos que esto implique, teniendo en cuenta que los altos márgenes de utilidad actuales permiten asumir costos que en tiempos pasados no eran tan viables en proyectos de pequeñas y medianas escalas. Lo anterior se puede verificar, revisando los datos en Colombia sobre el incremento en la inversión extranjera en minería metálica, proporcional al incremento en los precios del oro (ver Figura 3). Sin embargo, como se verá más adelante, durante el desarrollo del presente artículo, los precios del oro sufrieron una caída considerable que no estaba dentro de ninguna de las predicciones analizadas.

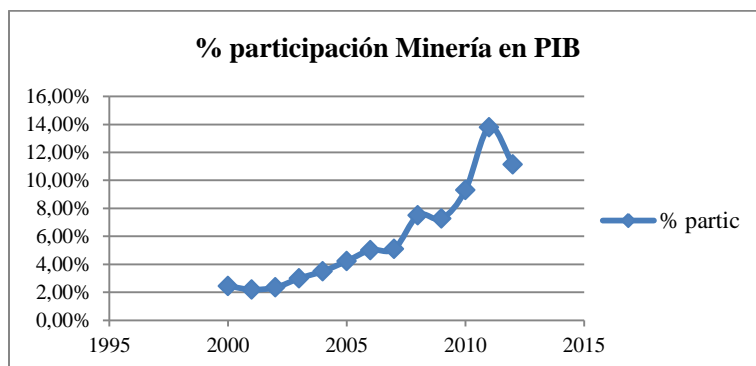


Figura 1: Porcentaje de participación del sector minero en PIB Colombia.

Fuente: Construcción propia con base en datos de (**Banco de la República, Actualizado Enero 25 - 2013**)

A pesar de los beneficios del oro y los altos márgenes de utilidad, la correcta evaluación de los proyectos de minería de oro puede verse afectada por diversos factores que en ocasiones no son considerados ya sea por desconocimiento o por la falta de información real y cuantificable, lo que podría ocasionar que los inversionistas tomen decisiones erradas o esperen retornos diferentes a los reales.

En Colombia en particular, es necesario tener en cuenta diversos factores previos a la aprobación de los proyectos como son los riesgos asociados a la inseguridad, los riesgos jurídicos, riesgos políticos, políticas ambientales, regulaciones sindicales, reservas indígenas, entre otros, que son propios del país y que afectan las tasas de descuento y directamente los flujos de caja, debido a los costos ocultos y adicionales por las

condiciones geopolíticas. Algunos riesgos son bastante difíciles de cuantificar, pero en caso de identificarlos durante la investigación previa, deben ser incluidos en la evaluación financiera.

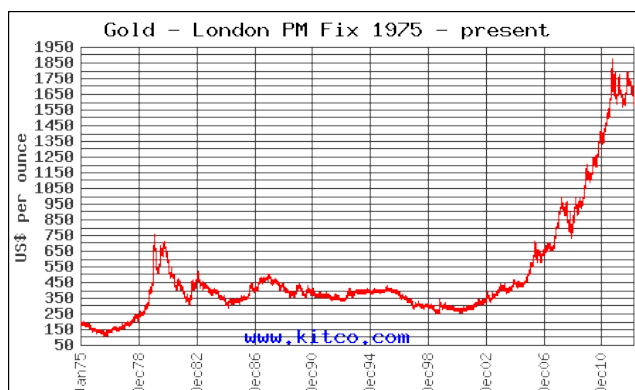


Figura 2: precios históricos del Oro 1975 – 2013

Fuente: (KITCO, 2013)



Figura 3: Participación de Inversión extranjera en minería de metalíferos en inversión extranjera en Minería en general.

Fuente: Construcción propia elaborada a partir de información de SIMCO (Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO), 2013)

Teniendo en cuenta lo anterior, es fácil deducir que la minería de oro es un mercado atractivo para el desarrollo de proyectos en Colombia. Sin embargo, se plantea la inquietud de cómo deben ser evaluados los proyectos de minería en el país teniendo en cuenta el “Riesgo País”. En otras palabras, ¿Cuál debe ser el retorno esperado por los inversionistas al desarrollar un proyecto de minería de oro en Colombia? ¿Cómo incorporar efectivamente el riesgo país en la tasa de descuento, que refleje realmente los problemas geográficos, políticos, de seguridad, y demás? Por otro lado, ¿Qué costos adicionales se deben incluir en los flujos de caja, debidos a datos estadísticos sobre seguridad, desastres naturales, permisos ambientales, huelgas, entre otros?

En el presente artículo se analiza el paso a paso para el desarrollo de proyectos de minería de oro en Colombia, revisando aquellos factores de riesgo que deben ser incluidos en la evaluación, tomando como base la evaluación de proyectos por el método de flujos de caja descontados y el cálculo de la tasa de descuento de acuerdo al modelo CAPM, que, como se

explica más adelante, se considera el más adecuado ya que es muy lógico en su concepto e incorpora variables de riesgo que se asociarían a cada proyecto en particular.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar una guía para los inversionistas de cómo evaluar los proyectos de minería de oro en Colombia y que considere todas las variables fundamentales para la evaluación de los proyectos, enfocado principalmente en la inclusión del riesgo país real en los flujos de caja y las tasas de descuento, (la información de riesgo está basada en datos suministrados por Mineros S.A. en su operación aluvial en el bajo Cauca antioqueño) y que sirva como base para entender qué tanto se puede llegar a destruir valor en un proyecto minero debido a los factores geopolíticos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar los principales referentes a nivel mundial para la predicción de los precios del oro, así como la precisión de dichas predicciones con el comportamiento real.
- Cuantificar los costos adicionales y costos ocultos que se generen por la realización de proyectos de minería de oro en Colombia, asociados a sus políticas, así como los costos presupuestados asociados al riesgo país, como costos por terrorismo, por huelgas, y costos por desastres ambientales, para el cálculo de los flujos de caja y su proyección, teniendo en cuenta las variables macroeconómicas necesarias.
- Identificar los factores que influyen en el valor del riesgo país y el efecto real que debería tener sobre las tasas de descuento o tasa de retorno esperada por el inversionista.
- Documentar la información recopilada en la investigación.

1.3 Justificación del Artículo

El auge o el también llamado “boom minero” en Colombia, atrae capital extranjero constantemente en busca de títulos y licencias mineras para explotación del mineral. Los proyectos de minería responsables, requieren de altas inversiones en exploración, maquinaria, desarrollo, preparación de las minas, manejo ambiental y cierre de minas; por tal motivo es fundamental para las empresas hacer una juiciosa evaluación de los proyectos y determinar los retornos que deben esperar para asumir los riesgos a los que se vean sometidos durante la etapa pre-operativa, operativa y post-operativa.

Con el resultado de la investigación, se espera que los valores considerados en las evaluaciones financieras de los proyectos de minería de oro en Colombia sean los correctos y las valoraciones sean lo más acertadas posibles teniendo en cuenta la situación geopolítica. Así también, que sirva de análisis para futuros estudios de destrucción de valor debida al riesgo país y las implicaciones en la economía nacional.

1.4 Conclusión general

Se pudo observar en el presente artículo que la manera más adecuada de incluir el riesgo en la evaluación financiera de los proyectos de minería de oro es a través de los flujos de caja. Es importante tener buena información en la etapa de exploración y realizar evaluaciones periódicas a medida que se avanza en cada etapa con el fin de evitar gastos mayores. Se debería conocer a profundidad las condiciones geográficas y los riesgos políticos, sociales y otros, a los que se ve sometido el proyecto, que puedan verse afectados en la etapa de explotación y producción. Estos factores son identificables en las etapas iniciales del proyecto; se identifica por ejemplo que en el bajo Cauca antioqueño, por condiciones geográficas, Mineros S.A. sufre pérdidas anuales, por unidad de producción, de aproximadamente \$531,3 millones de pesos debidas a fallas de energía por cada unidad de producción (ya sea debido a condiciones climáticas, o fallas de suministro de terceros, o problemas de componentes en las líneas de transmisión o centrales eléctricas), esto equivale a \$2.656,5 millones de pesos teniendo en cuenta que la empresa cuenta con 5 unidades de producción en la actualidad. Por terrorismo y huelgas se tiene una pérdida anual aproximada de \$1.184 millones de pesos por draga, lo cual trasciende a casi \$6.000 millones de pesos al año para Mineros S.A. teniendo en cuenta las 5 unidades de producción actuales. Por último, se plantea una metodología para la inclusión de los riesgos mencionados en la tasa de descuento.

1.5 Contenido del artículo

En el presente artículo se mostrará el paso a paso para la evaluación financiera de un proyecto de minería de oro en Colombia, teniendo en cuenta los datos de riesgo país y las políticas de regalías del gobierno. Los datos presentados de riesgo país corresponden a los suministrados por Mineros S.A. respecto a su riesgo de operación en el Bajo Cauca antioqueño.

2 Variables y factores a tener en cuenta para la evaluación financiera de proyectos de minería de oro en Colombia

Para cualquier evaluación financiera de un proyecto utilizando el método de Flujos de Caja Descontados (FCD) hay dos temas fundamentales a tratar: la estimación de los flujos de caja con sus proyecciones, y el cálculo de la tasa de descuento a la cual se descontarán dichos flujos. Este artículo pretende identificar las variables asociadas a la evaluación financiera de proyectos de minería de oro en Colombia y por tal motivo se enfocará en aquellos elementos que deban ser incluidos ya sea en los flujos de caja o como factor en el cálculo de la tasa de descuento, tanto como un riesgo país o un riesgo específico de la minería.

Es necesario además considerar la formulación y construcción paso a paso de un proyecto de minería de oro. Los proyectos de minería tienen generalmente un trabajo previo de exploración y estimación de reservas que deben ser incluidos en la evaluación financiera, en caso de que el proyecto llegue hasta la etapa operativa. Por tal razón, es necesario comprender las etapas por las que pasa un proyecto de minería de oro, antes de comenzar el análisis de su evaluación financiera.

2.1 Fases de los proyectos de minería de oro

En la etapa preoperativa, los proyectos de minería de oro tienen varias fases que sirven para estudiar los terrenos, los depósitos, el tipo de minería, las reservas y demás factores que pueden afectar la posterior operación. En esta etapa los proyectos pueden fácilmente ser descartados antes de llegar a la etapa operativa y por lo tanto, toda inversión que se realice se asume como un gasto. Normalmente, las multinacionales de minería tienen un presupuesto anual destinado a exploración minera, entendiendo que de cada diez mil prospectos, solo un proyecto termina en generación de mina y operación, según se observa en la tabla 1. Tener en cuenta que los valores de “prospección” y “generación de blancos” son datos reales y las siguientes tres filas son estimados con una proyección exponencial teniendo en cuenta la experiencia de Mineros S.A. Dicha proyección indica que a medida que se avanza en las etapas de exploración, se disminuye el riesgo de que el proyecto sea rechazado, de igual forma disminuye la incertidumbre respecto a la caracterización de la mina, por lo que si se decidiera pasar a una etapa de exploración será menor el riesgo mientras más datos se conozcan.

Tabla 1. Éxito de proyectos en sus distintas etapas.

Fuente: Elaborado por Mineros S.A.

ETAPA	FASES	AÑO	AÑO	# PROYECTOS	RELACION DE ÉXITO
Prospección	1 y 2	0	1	10,000	10,000:1
Generación de blancos	3	1	2	3,000	3,000:1
Perforación de blancos	4	2	3	751	751:1
Evaluación de recursos	5	3	5	53	53:1
Prefactibilidad	6	5	6	14	14:1
Factibilidad		6	8	1	
Mina					

Se le llama *prospección* a un posible proyecto en el cuál aún no se tiene ningún tipo de evidencia de que haya o no un depósito de mineral; un prospecto es un rumor de que algún terreno o zona sirve para generación de mina o se tienen evidencias muy leves de casos puntuales, pero de los que no se sabe si existe una veta u oro libre homogéneamente distribuido y en cantidades atractivas. La *generación de blancos* es cuando existen evidencias un poco más claras de que los prospectos revisados sirven para generación de mina; estas evidencias son superficiales, sin grandes inversiones en exploración. La *perforación de blancos* se presenta cuando luego de los análisis superficiales se verifican las sospechas de mineralización y por lo tanto se decide invertir en perforación. Con los resultados de la perforación se hace la *evaluación de recursos* donde se cuantifica los resultados de la exploración, se analiza la cantidad de recursos disponibles y otras variables necesarias para futura explotación. Por último, antes de generación de mina, se realiza el estudio de *prefactibilidad*, en el cual se realiza la evaluación financiera y técnica para la explotación del mineral con su planificación para determinar la viabilidad del proyecto.

Cada fase del proyecto de minería tiene un riesgo asociado como se podrá observar más adelante en la tasa de descuento. Normalmente el proyecto es mucho más riesgoso en las

primeras etapas y disminuye a medida que se avanza en el proceso y se va teniendo mayor conocimiento del terreno, mineral y reservas.

La agencia nacional de minería, define las fases previas a la explotación en sus términos de referencia (Agencia Nacional de Minería, 2013), como se resume a continuación. Es importante para la evaluación financiera entender los riesgos del proyecto en todas sus etapas y en todas sus actividades. Se debe tener en cuenta, con base en la tabla anterior, que Mineros S.A. divide las etapas de sus proyectos en seis (6) fases, dos y hasta tres etapas más que la Agencia Nacional de Minería. Sin embargo, se pasa por los mismos análisis rigurosos antes de la Prefactibilidad.

2.1.1 Fase I: Exploración geológica de superficie

En esta fase se evalúan todos los aspectos de superficie, es decir, toda la información inicial para determinar los prospectos de yacimientos. Se realizan actividades como:

- ✓ Revisión Bibliográfica
- ✓ Contactos con la comunidad y enfoque social
- ✓ Base topográfica del área
- ✓ Cartografía geológica
- ✓ Excavación de trincheras y apiques
- ✓ Geoquímica
- ✓ Geofísica
- ✓ Estudio de dinámica fluvial del cauce
- ✓ Características hidrológicas y sedimentológicas del cauce

En cada una de estas actividades hay un alto riesgo de descartar los proyectos mineros porque no se cumpla cualquiera de las características mínimas para continuar la inversión de exploración.

2.1.2 Fase II: Exploración geológica de subsuelo

Ya habiendo determinado en la Fase I las evidencias claras de mineralización, así como las zonas y niveles anómalos en el área, la fase II pretende especificar más contundentemente el mineral y sus características. En esta etapa se realizan actividades como:

- ✓ Posos y galerías exploratorias
- ✓ Perforaciones profundas
- ✓ Muestreo y análisis de calidad
- ✓ Estudio geotécnico
- ✓ Estudio hidrológico
- ✓ Estudio hidrogeológico

2.1.3 Fase III: Evaluación y modelo geológico

En esta etapa se analiza la información obtenida en las primeras dos fases con el fin de establecer el verdadero potencial del yacimiento. Se hace una hipótesis genética del

yacimiento, describiendo en detalle las características del mismo para una posible futura explotación.

Luego de la Fase II y/o Fase III, ya podría realizarse una explotación anticipada, corriendo aún altos riesgos financieros. Sin embargo ya se cuenta con evidencia técnica de reservas y características del mineral, de la geología, etc., para desarrollar la explotación con un riesgo mucho más controlado.

2.1.4 Fase IV: Programa de trabajos y obras

En esta fase, se realiza el análisis de mercados, el planeamiento y diseño de las explotaciones del mineral, beneficio y transformación, el estudio de la infraestructura de transporte y puerto de carga, la evaluación financiera del proyecto, entre otros.

Ya teniendo definida las reservas, la planeación de producción, los costos de mina, transformación, beneficio, inversión en infraestructura, etc., se puede pasar a realizar la evaluación financiera del proyecto. Se entiende entonces que en esta etapa el riesgo es mucho más reducido que en las etapas de exploración y que aunque los costos de exploración están incluidos en el flujo de caja inicial del proyecto, y que dichos flujos de caja estuvieron sometidos a altos riesgos financieros, en la evaluación financiera del proyecto, dicho riesgo preoperativo no se verá reflejado realmente en la tasa de descuento o en el retorno esperado del inversionista. Lo anterior se debe a que las inversiones en exploración normalmente corresponden a un presupuesto de las empresas y, como se observa en la Tabla 1, el porcentaje de éxito de los prospectos y distintas fases de exploración es tan bajo, que dicho presupuesto es considerado como un gasto.

2.2 Flujos de Caja

Ya conocido el resultado de la exploración minera, se procede a la evaluación financiera del proyecto de minería de oro. El primer paso es estimar los flujos de caja del proyecto. Esto dependerá de la capacidad de la planta para explotar las reservas, es decir, la producción anual, planificación de mina, planificación de planta, que a su vez dependen de otros factores como tamaño de la planta, logística de transporte de insumos, entre muchos otros. Esto se debe realizar de la mano del personal de ingeniería. Las variables operativas pueden ser sensibilizadas en la evaluación financiera, ayudando al diseño de la planta para generar el mayor valor. Se puede sensibilizar por ejemplo, siempre y cuando la tecnología exista, la capacidad de la planta para producción anual, la capacidad de la mina o extracción del mineral, los gastos de transporte de mineral, energía e insumos, lo cual puede servir para definir la localización ideal de la planta o si utilizar otros recursos disponibles de la empresa.

Desde el punto de vista netamente financiero, recogiendo todos los datos de la ingeniería, se comienza la elaboración de los flujos de caja calculando los ingresos y su proyección en el período de evaluación. Los ingresos de un proyecto de minería de oro dependen de la producción del mineral y otros posibles minerales como la plata y el platino que resulten en producción, así como el precio de los minerales al momento de la venta y la tasa de cambio; así pues, el tema de la predicción de los precios del oro debe ser mirada con detenimiento.

La construcción de los costos y gastos en el flujo de caja es similar a todos los proyectos de inversión. Sin embargo, se analizará especialmente los costos debidos al riesgo, al tratarse de un proyecto de minería de oro y más específicamente lo que pueda y deba incluirse debido al riesgo país.

2.2.1 Proyección de los precios del oro

La predicción de los precios del oro ha sido analizada desde diferentes puntos de vista, teniendo en cuenta la inflación mundial, la oferta y demanda mundial, el comportamiento de otros derivados financieros y su correlación con el oro, etc.

En la Figura 4 se puede observar, por ejemplo, la correlación del precio del oro con el precio del petróleo entre el año 2000 y el 2007.

Las figuras 5 y 6 muestran algunas de las aproximaciones que se han realizado para el análisis del comportamiento de los precios del oro y su proyección con base en fuentes más fácilmente cuantificables como es la oferta global, la demanda global y la inflación mundial.

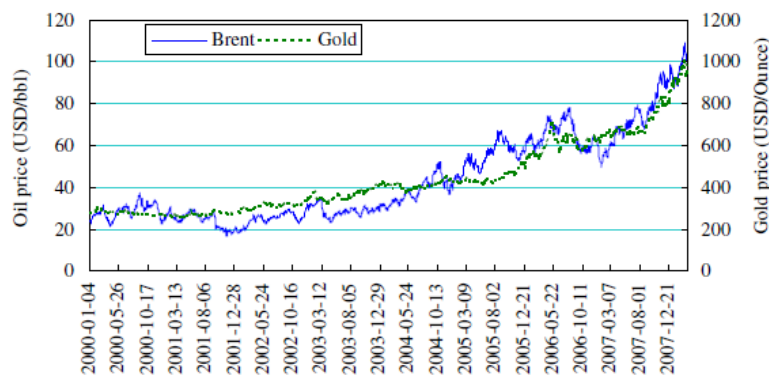


Figura 4: Correlación entre los precios del petróleo y los precios del Oro
Fuente: (Zhang & Wei, 2010)

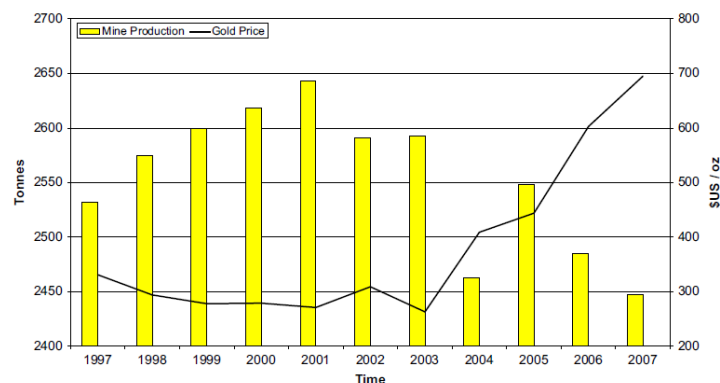


Figura 5: Relación del precio del oro con la oferta global
Fuente: (Shafiee & Topal, 2010)

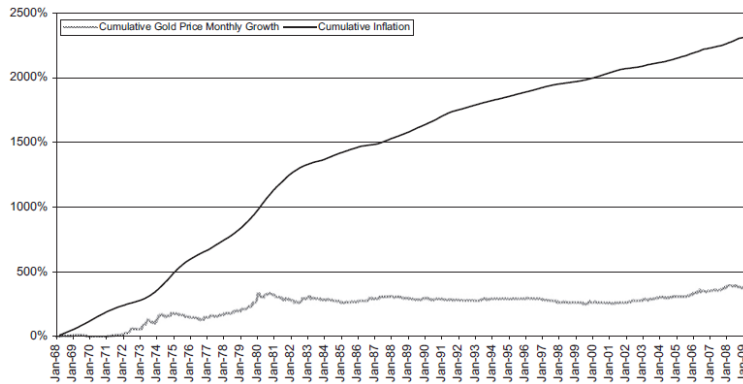


Figura 6: Inflación mundial y precios del oro
Fuente: (Shafiee & Topal, 2010)

A principios del 2013, observando la predicción de los precios del oro hasta el final del año, se observan valores bastante esperanzadores para los productores del mineral. En promedio, las autoridades del tema, entre enero y marzo del 2013, proyectaban valores de USD \$1754 por Onza Troy al finalizar el año 2013, ver figura 7 y 8.



Figura 7: Predicción de los precios del oro para finales de 2013 desde 2012.
Fuente: Construcción propia con información recopilada por Mineros S.A.

Se observa también en las proyecciones trimestrales o mensuales que en los precios del oro nunca se pronostican caídas significativas. A pesar de todo, entre Abril y Julio del año 2013, como se observa en la Figura 9, el precio del oro sufrió una caída sustancial, llegando a valores por debajo de los USD \$1200 y terminando el 31 de Diciembre del 2013 en un valor de USD\$1205, lo que no estaba dentro de ninguna de las predicciones del mercado.

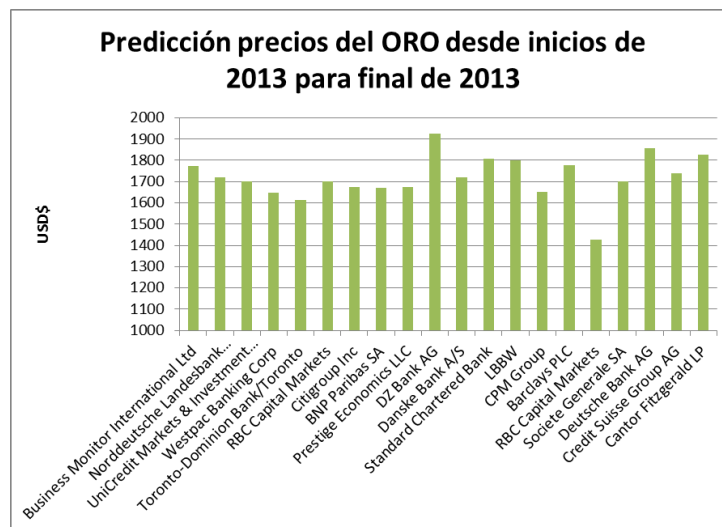


Figura 8: Predicción de los precios del oro desde principios de 2013 para finales de 2013.
Fuente: Construcción propia con información recopilada por Mineros S.A.

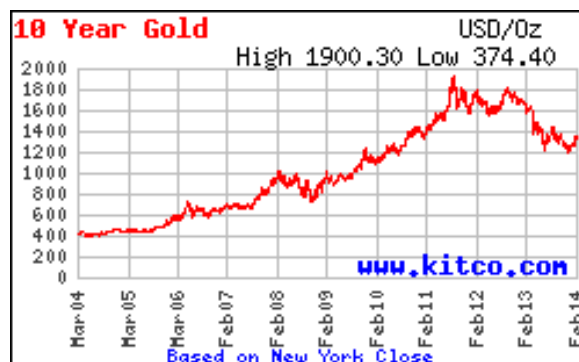


Figura 9: Datos históricos a 10 años de los precios del oro.
Fuente: (KITCO, 2014)

Se pueden observar las grandes dificultades que se presentan a la hora de calcular los ingresos basados en la predicción de los precios del oro. Esto es debido a que el oro, además de responder a sus usos como metal para fabricación de joyas, súper-conductor en ingeniería, y a sus propiedades mecánicas para diferentes aplicaciones, es utilizado como instrumento financiero y susceptible a factores macroeconómicos globales, por lo que su precio es de difícil predicción. Lo anterior demuestra que incluso las mayores autoridades a nivel mundial y que trabajan en el día a día con los precios del oro, no son capaces de predecir adecuadamente su comportamiento.

Se debe entender que los precios del oro son fijados internacionalmente en diferentes bolsas. El organismo más importante para la fijación de dichos precios es The London Gold Fixing Market, que actúa desde 1919. El precio es fijado dos veces al día, mediante conferencia telefónica por los cinco (5) miembros que conforman la organización (The London Gold Fixing Market Ltd., 2013).

A pesar de las dificultades que presenta la predicción de los precios del oro para una evaluación financiera de un proyecto y una proyección de flujos de caja, se pueden hacer lecturas de mercado y tener un estimado base que con criterio permita hacer aproximaciones en la evaluación. Los expertos en el tema pueden identificar fácilmente factores, noticias y eventos mundiales que repercuten inmediatamente en los precios del oro, así como estimar el valor al que el precio del oro debería tender a largo plazo. Adicionalmente, aun sabiendo que la predicción de los precios del oro es casi un imposible, existen programas que permiten realizar proyecciones de variables según modelos estadísticos que pueden ayudar para hacerse una idea de las tendencias del precio del oro utilizando datos históricos. Estas proyecciones podrían servir como base para la evaluación financiera.

Durante las etapas operativas, las empresas pueden realizar coberturas financieras para cubrir parte de la operación contra la volatilidad de los precios del oro y asegurar ingresos futuros de los proyectos.

Para efectos de la evaluación financiera de los proyectos de minería de oro, se recomienda conocer las tendencias del mercado, el mercado de futuros de oro, y las predicciones del mercado respecto al precio del oro para tomar un valor de referencia. Sin embargo, el precio del oro debe ser una variable a sensibilizar y los valores mínimos de precios del oro para los cuales el proyecto es financieramente viable deberían ser comentados en las conclusiones de la evaluación.

2.2.1.1 Coberturas para minimizar el riesgo de los precios del oro

A pesar de la dificultad para proyectar los precios del oro, existen mecanismos que ayudan a minimizar los efectos de su volatilidad y que pueden ser utilizados en las evaluaciones financieras. Los mecanismos de cobertura, como se verá más adelante, se mueven a su vez con el mercado por lo que el valor de los instrumentos financieros también varía con el tiempo. Así pues, si se fuera a realizar una evaluación financiera para un proyecto que está por comenzar se conocerían al día los precios de los mecanismos de cobertura y el evaluador puede incluir fácilmente dichas coberturas en la evaluación financiera y en la proyección de los precios del oro, es decir que de antemano se sabría a qué valor el proyecto venderá su producción en los plazos de cobertura que utilice. Sin embargo, cuando se realizan evaluaciones financieras de proyectos que serán ejecutados en un período futuro, debe tenerse en cuenta que los instrumentos de cobertura también variarían su precio y por lo tanto se debe estimar un valor según el criterio del evaluador. Dicho criterio debe estar basado en el conocimiento del mercado, tanto del Commodity como de sus instrumentos de cobertura.

Para el oro, se pueden negociar con Forwards, Futuros y Opciones. Las Opciones y Futuros son transados en bolsa (aunque pueden ser negociados a través de contratos marco) y los Forwards no se transan en bolsa por lo que deben negociarse directamente con un bróker. Los mercados más importantes para compra de Opciones y Futuros son el New York Mercantile Exchange (NYMEX) y el Tokyo Commodity Exchange (TOCOM) (The Option Guide, 2014). En el mercado norteamericano también se comercia en el Chicago Board of Trade (CBOT) (Hank, 2011).

Tabla 2: Especificaciones de algunos contratos de Futuros

Mercado – Nombre del product	Tamaño del contrato	Moneda
NYMEX – Gold Futures	100 Onzas troy	USD\$/Onza Troy
CBOT – Gold Futures	100 Onzas troy	USD\$/Onza Troy
CBOT – Gold futures	33.2 Onzas troy	USD\$/Onza Troy
TOCOM – Gold futures	1000 gramos	Yen/Gramo

Los productores de oro pueden protegerse ejerciendo posiciones cortas en Futuros, asegurando un valor de venta del mineral a largo plazo. La Figura 10 muestra la valoración de contratos de futuros para el día 13 de Marzo de 2014 en el NYMEX.

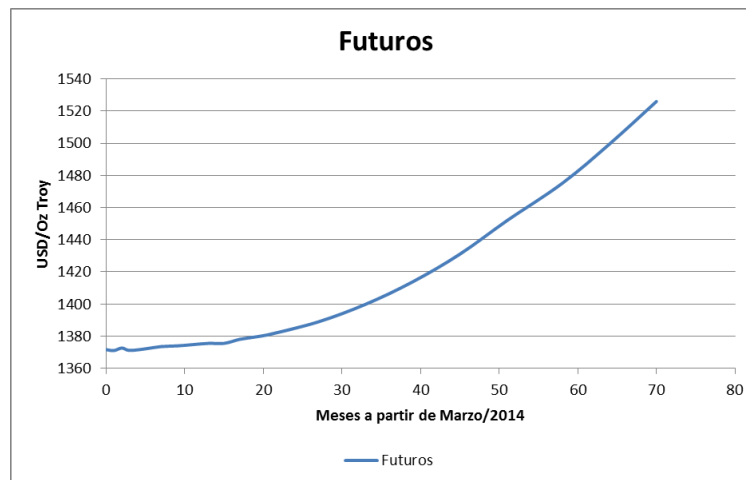


Figura 10: Valoración contrato futuros según mes de vencimiento de contrato.

Fuente: Construcción propia con base en datos de INO.com (INO, 2014)

Las coberturas acá descritas se conocen como derivados. “Los derivados son instrumentos financieros diseñados sobre un subyacente y cuyo precio dependerá del precio del mismo. En términos generales, un derivado es un acuerdo de compra o venta de un activo determinado, en una fecha futura específica y a un precio definido. Los activos subyacentes, sobre los que se crea el derivado, pueden ser acciones, títulos de renta fija, divisas, tasas de interés, índices bursátiles, materias primas y energía, entre otros.

Los derivados se clasifican en 2 categorías:

Estandarizados: Negociados por medio de Bolsa de Valores, inexistencia de riesgo de contraparte debido a la Cámara de Riesgo Central de Contraparte (CRCC) y liquidez constante (Esquema creadores de mercado).

No estandarizados: Negociados fuera de Bolsa - OTC (Over the Counter), existencia de riesgo de contraparte, contratos hechos a la medida del cliente y no operan por un sistema transaccional.” (Bolsa de Valores de Colombia, 2014).

Los contratos de Futuros, que se transan en bolsa son derivados estandarizados en los que una parte se obliga a vender un activo subyacente (en este caso el oro) a un precio determinado y en un período determinado, y la otra parte se obliga a comprarlo. Las partes en el contrato de futuros deben poner un porcentaje del valor del contrato como garantía, lo que se conoce como el margen. Este “margen” se utiliza para realizar ajustes diariamente según la variación de los precios de los futuros comparando contra el precio spot del contrato; con esta diferencia entre el precio del futuro y su precio spot se calcula la pérdida o ganancia diaria y se hace una transferencia desde una de las cuentas margen de una de las partes a la cuenta margen de otra de las partes y así cada cuenta está diariamente ajustada con las pérdidas o ganancias del contrato Futuro. Cuando alguna cuenta margen cae por debajo de determinado nivel se hace un “llamado al margen” y se le solicita a la parte que reponga la cuenta margen; en la fecha de vencimiento del contrato, al ya estar liquidadas las diferencias día a día de los contratos, se paga el precio spot del contrato Futuro y no el especificado en el contrato inicial. Ahora bien, debido a la alta volatilidad del oro, los contratos Futuros pueden poner en riesgo la liquidez de los productores si tienen comprometida gran parte de la producción y si se sufren variaciones significativas en el precio. Mineros S.A., por ejemplo, no transa en el mercado de futuros para no poner en riesgo su liquidez.

Los contratos de Opciones, como su nombre lo indica, son contratos en los cuales se vende o compra una opción y que pueden ser ejercidos por el comprador del contrato si lo considera conveniente. Es decir, a manera de ejemplo, se puede comprar la Opción de comprar 100 onzas de oro a un valor de USD \$1300 por onza dentro de 6 meses, pero si al cabo de los 6 meses el valor del oro está en USD \$1200 por onza, el comprador del contrato tiene la opción de no ejercer dicho derecho ya que le saldría más económico comprar el oro en el mercado que si ejerce la opción y lo compra a USD \$1300. A pesar de los beneficios, los contratos de Opciones son de alto valor ya que se debe pagar una prima para tener la opción o derecho de hacer valer el contrato si se está en condiciones favorables. Mineros S.A. realiza coberturas con opciones directamente con un bróker y se protege del pago de la prima realizando operaciones “cero costo”; esta operación consiste en comprar al bróker la Opción de venderle el oro a un precio determinado (precio piso), y le vende al bróker la Opción de que le compre el oro a otro precio determinado (precio techo). Ambos contratos tienen la misma prima por lo que ninguna de las partes incurre en ese costo financiero. De esta manera, si el precio del oro baja de un valor mínimo establecido en los contratos, Mineros S.A. ejercerá su derecho de vender a dicho precio (precio piso), pero si el precio del oro sube por encima de un valor establecido, el bróker ejercerá su derecho de comprarle a la empresa a dicho precio (precio techo). Estos contratos se realizan mediante un modelo desarrollado por “International Swaps and Derivatives Association” (ISDA). El ministerio de hacienda recomienda el uso de este tipo de contratos para las operaciones de derivados (Ministerio de Hacienda de Colombia, 2008).

Los contratos Forwards son contratos no estandarizados y no se tiene un monto y período predefinido sino que este se define directamente entre las partes. Al igual que con las Opciones se utiliza el modelo marco diseñado por ISDA para las operaciones de derivados. Mineros S.A. negocia también con contratos Forwards con los brókers bajo este tipo de contrato marco.

La junta directiva de Mineros S.A. define en sus reuniones las políticas de cobertura, estableciendo qué porcentaje de la producción anual se va a cubrir y a qué plazo, sin embargo estas políticas son flexibles y se deja la potestad al presidente de tomar decisiones de mayor o menor cobertura según las condiciones que se observen del mercado.

2.2.2 Riesgo de moneda

Como se señala en el numeral anterior, los precios del oro son fijados internacionalmente por The London Gold Fixing Market y son tasados en USD\$/Onza Troy. Así pues, todas las transacciones que se realicen a nivel local o internacional se dan en dólares y cualquier proyecto de minería de oro, así sea realizado por multinacionales cuya moneda local es el dólar, se ve afectado por el riesgo de moneda. Esto obviamente debido a que parte del capital de los ingresos por la venta del mineral, deben ser utilizados para la operación o para pago de impuestos y regalías, y por lo tanto en la moneda del país de operación.

Es necesario tener muy en cuenta las proyecciones de las tasas de cambio y realizar coberturas para las variaciones en dichas tasas. La proyección o predicción de las tasas de cambio es un tema menos complejo que la predicción de los precios del oro debido a que se trata de variables macroeconómicas muy estudiadas y además controladas por los bancos centrales para evitar afectar la economía nacional, a través de su Política Monetaria. Por tal motivo, como lo indica la constitución política de Colombia en su Artículo 371 (Constitución Política de Colombia, 1991) “[...] Serán funciones básicas del Banco de la República: regular la moneda, los cambios internacionales y el crédito [...]” y en el Artículo 373 “El Estado, por intermedio del Banco de la República, velará por el mantenimiento de la capacidad adquisitiva de la moneda.” En Colombia, en los últimos años, se ha buscado que el dólar se estabilice alrededor de los COP\$2000, como se evidencia en la Figura 11, ya que muestra las tendencias hacia la estabilización de la tasa de cambio (tasa representativa del mercado o TRM).

En los objetivos de la Política Monetaria de Colombia se ratifica la responsabilidad del (Banco de la República, 2013) para la mantener estable el valor de la TRM: “La estrategia de política monetaria ha sido implantada dentro de un régimen de flexibilidad cambiaria, sujeto a unas reglas de intervención con las cuales se han buscado los siguientes objetivos:

- Mantener un nivel adecuado de reservas internacionales que reduzcan la vulnerabilidad de la economía frente a choques externos, tanto de cuenta corriente como de capital.
- Limitar la volatilidad excesiva de la tasa de cambio en horizontes cortos.
- Moderar apreciaciones o depreciaciones excesivas que pongan en peligro el logro de las metas de inflación futuras, y la estabilidad externa y financiera de la economía.”

Entendiendo que es responsabilidad del Banco de la República, alineado con la política monetaria, la TRM se convierte en un parámetro con más fácil seguimiento en comparación a los precios del oro. Aun así, sigue siendo una variable que no puede ser predicha con exactitud y que debe ser sensibilizada en la evaluación financiera para la proyección de los flujos de caja.

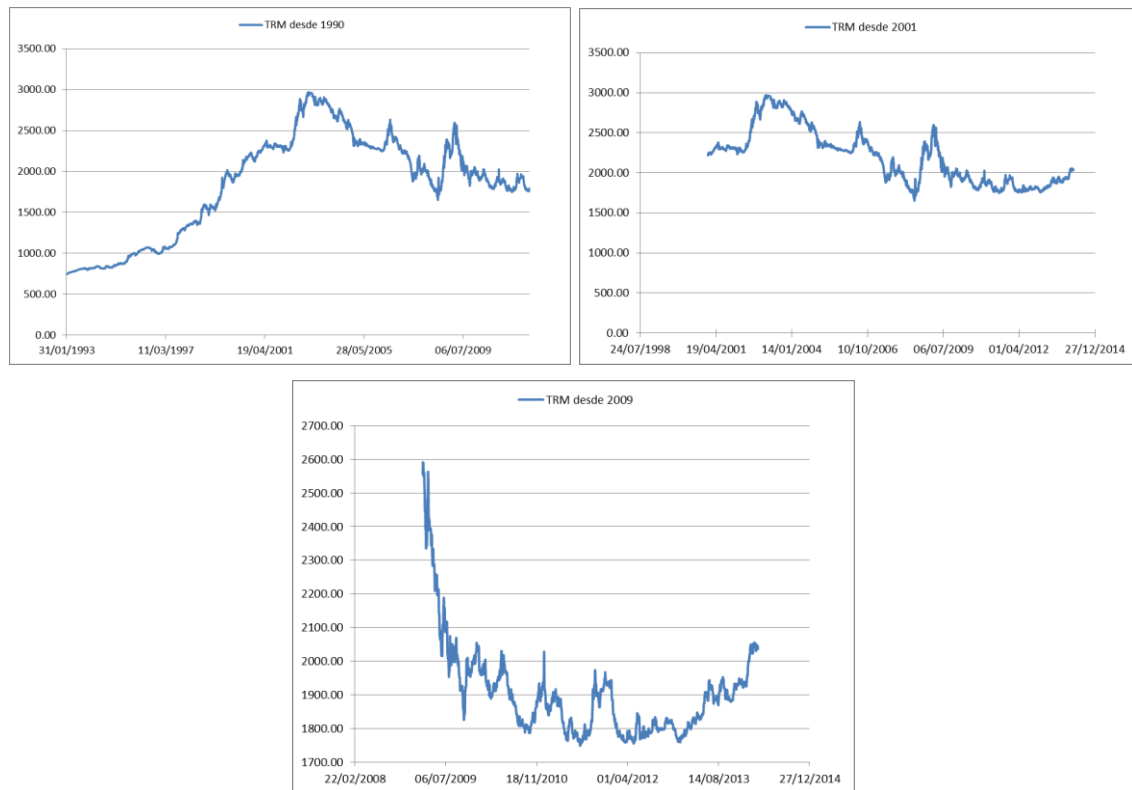


Figura 11: Datos históricos de la TRM.

Fuente: Construcción propia a partir de datos del Banco de la República (**Banco de la República, 2014**)

2.2.3 Coberturas para minimizar el riesgo de moneda

Igual que con las coberturas de los precios del oro, el precio del dólar se puede cubrir utilizando contratos de Forwards, Opciones y Futuros (ver numeral 2.2.1.1).

Mineros S.A. utiliza coberturas para protegerse de la variación en la TRM y al igual que con los precios del oro únicamente los realiza con Opciones y Forwards, sin acudir a la bolsa sino directamente con los bancos.

2.2.4 Regalías

Una manera rápida de entender el tema de las regalías es a través de la cartilla “Las Regalías en Colombia” (Departamento Nacional de Planeación, 2007) redactada por la Dirección de Regalías en la cual se describe en detalle las regalías que deben pagarse por la explotación de los distintos recursos naturales del país.

La constitución política de Colombia en su artículo 332 (Constitución Política de Colombia, 1991) indica que el estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables. Adicionalmente, la Ley 141 de 1994 explica las reglas para la liquidación de las regalías, más específicamente detalladas en la Ley 756 de 2002, la cual modifica a la

Ley 141 de 1994, y que en su artículo 16 indica los porcentajes que se utilizarán para el pago de las regalías sobre el valor de la producción. El párrafo 9 de dicha ley especifica que el valor del gramo de oro para el cálculo de las regalías será igual al 80% del valor promedio mensual del oro según el precio establecido por la bolsa de metales de Londres.

Es indispensable entonces conocer el valor a liquidar por las regalías en los proyectos de minería de oro según lo explica la legislación colombiana. Para la minería de Oro se deben pagar regalías del 4% sobre la producción, y para la minería de oro de aluvión en contratos de concesión es del 6%. Se define como contrato de concesión “aquel acuerdo celebrado entre el Estado y cualquier persona o empresa, en el que se fijan las condiciones para adelantar la actividad minera” (Ministerio de Minas y Energía, 2012), y tienen una duración de 30 años que pueden ser prorrogables.

Así pues, para efecto del cálculo de las regalías en los flujos de caja de los proyectos, se asume el mismo precio promedio mensual estimado por la bolsa de metales de Londres en su estimación anual y por lo tanto las regalías serían:

Ecuación 1: Cálculo de las regalías

$$\text{Regalías} = \text{Producción Año} * \text{Precio Oro promedio año} * 80\% * 4\% \text{ (ó } 6\%)$$

(Ecuación 1)

Las regalías se incluyen en el flujo de caja como un egreso antes de impuestos.

2.2.5 Costos adicionales como consecuencia del riesgo país

El riesgo puede ser ingresado en la evaluación financiera de dos diferentes maneras como se ha venido señalando. Una de ellas es a través de la tasa de descuento del inversionista, la otra manera es directamente en los flujos de caja como costos del período debidos a riesgos específicos de la operación, riesgos políticos, riesgos por terrorismo, riesgo geográfico, etc.

En Colombia específicamente, existen varios riesgos debido a la geografía, a sus carreteras para el transporte de los minerales y las materias primas necesarias para la operación, al terrorismo, a los problemas sociales, etc. Estos riesgos se pueden estimar durante las etapas de exploración, específicamente en la Fase I con el acercamiento social, revisando las dificultades que se observan en las empresas aledañas y con las rutas de acceso, problemas de orden público y toda la información que permita determinar o cuantificar de alguna manera aproximada, los problemas de operación que se presentarían como consecuencia de dichos riesgos. Estos tiempos deben ser ingresados a los flujos de caja como pérdidas de producción.

De Mineros S.A. en su operación aluvial en El Bagre – Antioquia, podemos determinar por ejemplo, como se observa en la tabla 3, los tiempos perdidos en producción debido a problemas en el suministro de energía, ya sea por bajo voltaje o sobrecarga por condiciones meteorológicas (rayos). La tabla 4 muestra los paros en producción ocasionados por atentados terroristas y problemas de orden público entre el 2010 y el 2013.

Tabla 3: Tiempos de paro por problemas en energía eléctrica

Tiempos de paro por problemas energía en el año	Draga 3	Draga 5	Draga 10	Draga 14	Draga 16
---	---------	---------	----------	----------	----------

2012 (años perdidos)	0.011350	0.008440	0.016940	0.018680	0.011560
Promedio mensual 2012	0.000946	0.000703	0.001412	0.001557	0.000963
2013 (años perdidos)	0.013690	0.012900	0.021130	0.023540	0.014880
Promedio mensual 2013	0.001141	0.001075	0.001761	0.001962	0.001240
2014 (hasta marzo) - (años perdidos)	0.002900	-	0.004220	0.003940	0.002400
Mesual 2014	0.000967	-	0.001407	0.001313	0.000800
PROMEDIO DE PAROS MENSUAL	0.00101778	0.000889167	0.00152639	0.00161056	0.00100111
PROMEDIO ANUAL AJUSTADO	0.01221333	0.01067	0.01831667	0.01932667	0.01201333

El promedio general por Draga de tiempo perdido por problemas de energía al año es de 0,01451 años (7625,4 minutos).

Se debe tener en cuenta lo que deja de producir en oro una draga por minuto. Este dato debería ingresarse en el flujo de caja afectando directamente los resultados por el riesgo. Podría estimarse que una draga aproximadamente produce, en un escenario negativo, alrededor de 1.200 gramos de oro por día. Es decir 438 Kg de oro al año. En Onzas-troy, esto equivale a 14.083,6 Onzas-troy/año.

Con lo anterior, se calcula una pérdida aproximada de 204,35 Onzas-troy/año por draga. Este es entonces el costo directo debido a riesgo de falla de energía. A modo de ejercicio, para un precio del oro de USD\$1.300/Onza-troy y una TRM de \$2000, se tendría una pérdida de producción de COP\$531'317.942,12 por año y por draga, debido a dicho riesgo.

Tabla 4: tiempos de paro debidos a atentados y a problemas de orden público

Tiempos de paro	Minutos	años (ajustado)	Promedio por Draga (años)
Año 2010 (atentados)	198527	0.377715	0.075542998
Año 2010 (Orden público)	64621	0.122947	0.024589422
Año 2011 (atentados)	10395	0.019777	0.003955479
Año 2012 (atentados)	19022	0.036191	0.007238204
Año 2013 (atentado) - hasta agosto	8631	0.024632	0.00492637
Año 2013 (etapa pre-huelga)	18736	0.053470	0.010694064

Al igual que con la tabla 3, estos tiempos de paro deben ser considerados a la hora del cálculo de los flujos de caja del proyecto. La mayoría de los atentados terroristas que realizan a Mineros S.A. en los últimos años son voladuras de torres eléctricas para cortar el flujo de energía y parar la producción. Los tiempos de paro debido a huelga o “pre-huelga” también deben ser sensibilizados en la evaluación financiera teniendo en cuenta datos históricos de otras compañías para los inversionistas que no dispongan de los datos históricos. Anterior a la “pre-huelga” del 2013 en la cual Mineros S.A. paró por 18.736 minutos, se presentó una huelga en 2007 con una duración de aproximadamente 2 meses y medio. Los períodos de huelga en el flujo de caja presentan una disminución en los gastos operativos de la empresa, sin embargo la empresa sigue incurriendo en otros gastos que deben seguir siendo incluidos.

Podría concluirse que, por terrorismo y huelgas, se tiene un promedio anual de paros de draga de 0.03235 años o 17.004,4 minutos, lo cual equivale a 455,64 Onzas troy/año por draga o \$1.184,6 millones de pesos por draga (para una TRM de COP\$2000 y un precio del oro de \$1300 USD/Onza-troy).

2.2.6 Costos de Exploración

Las multinacionales mineras tienen generalmente presupuestos para exploración que son considerados como gastos. Estos gastos los presupuestan anualmente dentro de sus operaciones normales de minería ya existente.

Se considera gasto debido a que en la exploración no hay ninguna garantía de que la potencial mina resulte en producción de mineral. Así pues, el proyecto comenzará a avanzar de etapa en etapa, reduciendo cada vez más el riesgo. En caso de que se realicen todos los estudios y se llegue a estimación de reservas, así como a determinación por parte de ingeniería del tipo de explotación, maquinaria necesaria, producción anual, gastos operativos, etc., puede procederse a la evaluación financiera del proyecto, teniendo en cuenta que hasta este punto ya se ha gastado bastante dinero a un riesgo muy elevado.

Intuitivamente, cuando se realiza la evaluación de un proyecto de minería de oro, se parte de datos conocidos y que sirven como punto de partida de la evaluación financiera como son: reservas de oro para estimación del horizonte del proyecto, inversión inicial (que dependerá de la capacidad de la planta), gastos operativos, ingresos (según capacidad de planta), entre otros; pero se olvida que para la adquisición de toda la pre-ingeniería fue necesario una alta inversión en exploración y estudios detallados (ver numeral 2.1). A pesar que las empresas tienen los presupuestos de exploración, estos gastos deben ser sensibilizados en el flujo de caja inicial del proyecto. Lo anterior debido a que el proyecto debería estar en capacidad de pagar también lo invertido por la empresa en exploración. En algunos casos sin embargo, al eliminar los gastos de exploración, el proyecto puede resultar con VPN positivo al plazo estipulado, indicando que cumple con las expectativas de la empresa en cuanto a su costo de capital; en estos casos debe analizarse detenidamente el proyecto puesto que el gasto en exploración ya fue desembolsado y es preferible la recuperación de parte de la inversión.

En resumen, la evaluación financiera debe realizarse con y sin los gastos en exploración con el objetivo de revisar si el proyecto está en capacidad de cubrir los gastos que ya fueron realizados, y en caso contrario, analizar si como mínimo el proyecto a futuro genera la rentabilidad deseada por la empresa pensando en que en sus estados financieros ya están incluidos los gastos en exploración.

La evaluación financiera puede realizarse en todas las etapas de los proyectos, teniendo en cuenta que a medida que se avanza en ellos se van refinando los datos de reservas e ingeniería de planta. Las evaluaciones financieras en etapas tempranas permitirían determinar si continuar avanzando entre las diferentes etapas de los proyectos, o si suspender algún proyecto que muestre inviabilidad. Estas evaluaciones previas se realizan suponiendo que el proyecto es exitoso y por lo tanto asumiendo que el riesgo ya se ha minimizado al máximo pues se tiene certeza de los depósitos. Esto con el fin de no afectar

la tasa de descuento y poder observar realmente si en ese instante del proyecto el terreno se ve prometedor para el inversionista con los datos obtenidos.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que los inversionistas independientes (personas o fondos) que buscan oportunidades de inversión con rentabilidades altas, compran los títulos y permisos para minería de tierras que han sido previamente analizadas. En la mayoría de los casos, los estudios de dichas tierras no son muy detallados por lo que es de gran importancia tener presente que los riesgos en la operación son mucho más elevados y por lo tanto la evaluación financiera debe tener en cuenta dichos riesgos. En estos casos se debería incluir una prima de riesgo a la tasa de descuento según la etapa en la que se avanzó en la exploración. Más adelante en el numeral 2.3.1 pueden observarse, por ejemplo, las diferentes tasas de descuento según la etapa de exploración.

Para Mineros S.A., en su operación aluvial, los costos de exploración equivalen a aproximadamente \$250.000 por metro explorado. Esto se mide en profundidad, es decir: el aluvión del bajo cauca tiene un promedio de profundidad de 25m, de tal forma que cada pozo explorado tendrá un costo de \$6'250.000. Ahora, para conocer el costo de exploración de un proyecto se requiere saber cuántos pozos se realizarían en un terreno determinado. La metodología de exploración de Mineros S.A. para su aluvión es realizar pozos cada 122 metros formando una retícula como se muestra en Figura 12.

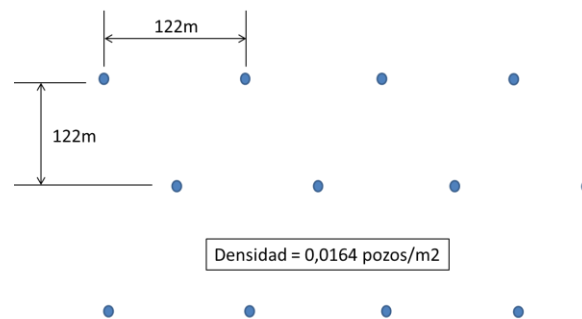


Figura 12: Distribución de pozos de exploración aluvial de Mineros S.A.

Así, a manera de ejemplo, para una producción de 10 años con una draga que extrae 10.000 m³ de material al día, lo que equivale a 36,5 millones de m³ durante la duración del proyecto y considerando una profundidad de dragado de 25m, se tiene un área de 1'460.000 m² de terreno a dragar. Ahora bien, según lo observado en la Figura 12, se necesitarían 23.944 pozos para cubrir el área de explotación con una inversión de \$149,65 Mil Millones.

2.3 Tasa de descuento

En minería es muy común observar a algunos inversionistas analizar sus proyectos con tasas de descuento aproximadas sin base teórica para dicho valor. Se observa con frecuencia valores de tasa de descuento de alrededor del 10% (Smith, 2002) que comparan contra la tasa interna de retorno (TIR), sin verificar si dicho 10% cumple con sus expectativas de costo de la deuda y costo de capital propio. Lawrence D. Smith en su artículo “Discounted Cash Flow Analysis Methodology and Discount Rates” explica en general como se afecta la tasa de descuento directamente con las etapas de los proyectos de

minería de oro y los diferentes componentes que se deben tener en cuenta. El presente artículo se enfoca en el cálculo de la tasa de descuento para proyectos de minería de oro en Colombia incluyendo un riesgo específico relevante a cada proyecto por su ubicación geográfica y los efectos que esto pueda tener en la tasa de descuento. Adicionalmente se plantea una metodología para cuantificar los riesgos en términos de porcentajes para poder ser añadidos a la tasa de descuento del proyecto (cuando dichos riesgos no sean incluidos en los flujos de caja como costos adicionales).

La tasa de descuento es uno de los temas más importantes de las finanzas y quizás el más importante en una evaluación financiera de un proyecto. El modelo planteado para el cálculo de dicha tasa es el CAPM (Capital Assets Pricing Model o Modelo de Valoración de Activos de Capital).

Por su concepto, el CAPM es el modelo más adecuado y además más utilizado a nivel mundial para el cálculo de la tasa de descuento. Con este modelo los inversionistas deben exigir por la inversión de su dinero una tasa que sea como mínimo una tasa libre de riesgo, más una prima adicional por el riesgo en el que se está incurriendo al invertir su dinero en el proyecto o actividad en estudio; lo anterior ponderado con el costo de la deuda o la tasa a la cual se prestó dinero para el desarrollo del proyecto en cuestión (en caso de que exista). La tasa adicional por riesgo se conoce como “prima de riesgo” y tiene relación a la actividad que se va a desarrollar, así como el lugar en el que se desarrollará dicha actividad (proyecto).

La tasa de descuento, conocida como WACC por su sigla en inglés de Weighted Average Cost of Capital o Costo Promedio Ponderado de Capital, se calcula con la siguiente ecuación, que en síntesis es la ponderación entre el costo de capital propio (K_e) y el costo de la deuda (K_d).

Ecuación 2: Cálculo del WACC

$$WACC = \%Deuda * K_d * (1 - T) + \%Capital\ propio * K_e \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde,

%Deuda: Cantidad en porcentaje de deuda del proyecto

%Capital propio: Cantidad en porcentaje de capital del inversionista

K_d : Costo de la deuda

T: Tasa de impuestos

K_e : Costo del capital propio (del inversionista)

El costo de capital propio (K_e) es el valor del dinero para el inversionista. Es lo que éste debe exigir por su dinero al ser invertido en el proyecto específico. Esta es la tasa en la que se enfoca el análisis del presente artículo.

El costo de la deuda (K_d) puede ser conocido de antemano debido a que se conoce el valor con el cual le financian a la empresa los proyectos de inversión, pero también puede ser estimado según la calificación de riesgo de la empresa y el spread entre los bonos corporativos que cobraría un agente de mercado y la tasa libre de riesgo. El profesor Aswath Damodaran explica cómo valorar dicho costo de la deuda en su página web (Damodaran, 2014).

Se debe tener en cuenta que la tasa de descuento, al depender de los riesgos en los que se está incurriendo en el proyecto, es diferente según el nivel de detalle con que se hayan realizado los estudios de exploración y caracterización de la mina, así como el diseño de la planta. Mientras mayor la inversión previa en exploración y detalles de ingeniería, menor será el riesgo para la evaluación financiera del proyecto y por lo tanto la tasa de descuento debe ser menor (Smith, 2002).

Mineros S.A. calcula el WACC utilizando el método CAPM y actualizan el cálculo dos veces en el año.

2.3.1 Ubicación temporal de la Tasa de Descuento

El cálculo de la tasa de descuento debería incluir los riesgos específicos del proyecto (riesgos debidos a la actividad que se va a realizar o la Prima de Riesgo de Mercado) como se verá más adelante, y debe ser efectuado para la fase o fases en las que se encuentre el proyecto (ver numeral 2.1). Esto es muy importante en los proyectos de minería de oro ya que la tasa de “deserción” de los proyectos de minería de oro desde su fase inicial (cuando se tiene un prospecto de mina) es muy elevada y se reduce exponencialmente a medida que se avanza entre las diferentes fases (ver Tabla 1). Algunos inversionistas no pasan por todas las etapas de exploración por lo que se tiene cierta incertidumbre de que durante la producción, al no tener perfectamente definidos los depósitos, se presenten ingresos inferiores a los esperados. La tasa de descuento debe reflejar entonces todos esos factores de riesgo.

Teniendo en cuenta que al realizar la evaluación ya se tienen datos detallados o aproximados de la mina, reservas, planta, y demás, se parte de la premisa que los estimados son reales y que el riesgo es únicamente el relacionado al mercado en sí y operacional. No se tendría riesgo de que, por ejemplo, no se encuentre una veta en minería subterránea o zonas sin oro libre en minería de aluvión, pues los estudios realizados eliminan (idealmente) dicho riesgo.

La tasa de descuento para un proyecto que ha pasado por todas las etapas de exploración no debe incluir entonces los riesgos previos a la ejecución del proyecto como es el riesgo de exploración.

Lawrence Devon Smith en su artículo “Discounted Cash Flow Analysis Methodology and Discount Rates” (Smith, 2002) muestra cómo según su experiencia del mercado de minería de metales preciosos y del mercado del oro, varían las tasas de descuento según la etapa del proyecto en la que se realice la evaluación financiera.

La Figura 13 concuerda con los resultados de la Tabla 1 respecto al éxito de los proyectos de minería de oro según la etapa en la que se encuentre. Es entendible que mientras menos información se tenga de los depósitos, mayor será el riesgo en el que se incurre si se realizara el proyecto. Sin embargo, se debe apreciar particularmente la tendencia de la tasa de descuento más que los valores mostrados en el gráfico por parte de Smith, ya que la tasa depende de cada proyecto en particular, las condiciones del inversionista, la financiación del proyecto, sus riesgos directos de operación, los riesgos sociales y en general todos los riesgos geopolíticos.

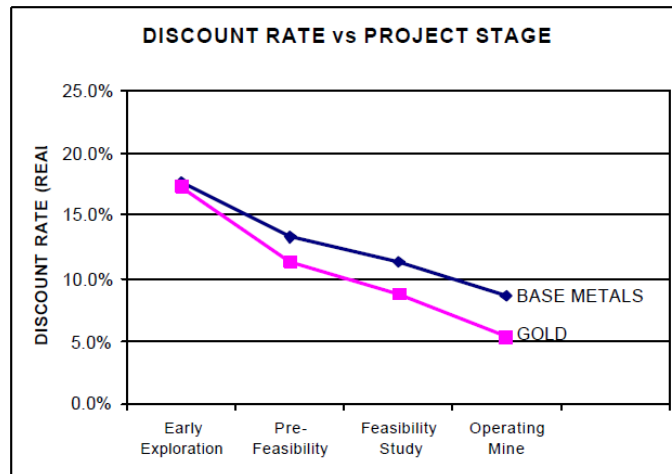


Figura 13: Tasa de descuento vs Etapa del proyecto minero

En este caso, utilizando la experiencia de Smith y basados en la Figura 13, podría deducirse que un proyecto de minería de oro en la etapa de “exploración temprana” tiene una tasa de descuento un 218% más alta que en la etapa operativa, un 118% en la etapa de prefactibilidad y un 55% más en la etapa de factibilidad. Así pues, para un proyecto que se desee comenzar en etapas previas, debería incluirse una prima similar a la analizada y en concordancia con el decrecimiento exponencial del riesgo mostrado en la tabla 1. El evaluador debería revisar entonces qué tanto se avanzó en las fases de la exploración y multiplicar por un factor que incremente la tasa, por ejemplo, en máximo un 218% y ajustar exponencialmente hasta un valor mínimo (WACC sin riesgo) dependiendo de qué tanta incertidumbre quede sobre la mina en las etapas de exploración.

2.3.2 Costo de Capital Propio (Ke)

Como se pudo observar en el numeral anterior, la tasa de descuento se calcula para el momento de ejecución del proyecto y para sus flujos futuros, por lo tanto la prima de riesgo deberá incluir los riesgos relativos al mercado y al país.

Según la metodología CAPM, el Ke se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Ecuación 3: Cálculo del Costo de capital propio}$$

$$Ke = Rf + Rc + \beta * (Rm + Rf) \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde,

Rf: tasa libre de riesgo

Rc: riesgo país (económico)

β : Beta

Rm: rentabilidad del mercado

Otra variante de la Ecuación 3, que es la más utilizada para la inclusión del riesgo país en el costo de capital (Ke), suma directamente dicho riesgo dentro del paréntesis que equivale a

la prima de riesgo del mercado ($PRM = Rm + Rf$) antes de multiplicarlo por el Beta como se observa en la Ecuación 9 más adelante; se propone sin embargo la actual variación (Ecuación 3) para países emergentes teniendo en cuenta la metodología para el cálculo del WACC que utiliza Mineros S.A. y que matemáticamente excluye al riesgo país del portafolio de mercado y la afectación por el Beta. Por otro lado, se incluye un riesgo específico (R_s), en el presente artículo se presenta una propuesta para incluir y cuantificar el riesgo específico en la minería de oro en Colombia según información conocida:

$$Ke = Rf + Rc + \beta * (Rm - Rf) + Rs \quad (\text{Ecuación 4})$$

A continuación se detalla cómo debería un inversionista calcular cada una de las variables para la tasa de descuento en Colombia.

2.3.2.1 Tasa libre de riesgo

Como su nombre lo indica, la tasa libre de riesgo es aquella tasa en la cual un inversionista puede invertir su dinero sin riesgo alguno de perder dicha inversión. En realidad, no existe una tasa completamente libre de riesgo, sin embargo, se ha considerado tradicionalmente la rentabilidad de los bonos del tesoro de Estados Unidos como la tasa libre de riesgo a nivel internacional. Se debe ser muy cuidadoso con la selección de dicha tasa, ya que no todos los inversionistas tienen la facilidad de invertir su dinero en los bonos del tesoro de los Estados Unidos. Para un inversionista Colombiano, cuya operación sea únicamente local, la tasa libre de riesgo debería enfocarse en la rentabilidad de los bonos soberanos de Colombia (TES). Hoy en día, con la globalización, se argumenta que todo inversionista tiene acceso a los bonos del tesoro de los Estados Unidos y por lo tanto esta debería ser su tasa libre de riesgo.

2.3.2.2 Betas

Como puede observarse en la Ecuación 4, el Beta relaciona la prima de riesgo de mercado ($Rm - Rf$) con el Ke . El Beta mide el riesgo sistemático, es decir el que es común para toda la economía y representa la correlación entre el riesgo del mercado y la rentabilidad de una determinada acción en dicho mercado. Su valor se puede obtener mediante una regresión lineal de los rendimientos de una acción en la bolsa, contra la rentabilidad del mercado, en Colombia por ejemplo basándose en el IGBC (Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia), el Beta será la pendiente de la recta obtenida en dicha regresión. De esta manera se relaciona cómo se comporta la acción respecto a las variaciones del mercado.

Mineros S.A., debido a que transa en la Bolsa de Valores de Colombia, calcula su Beta mediante la metodología explicada y con este valor recalcula el WACC periódicamente.

La Superintendencia Financiera de Colombia en su página web muestra los Betas de las empresas que cotizan en bolsa.

Para empresas que no transan en bolsa, se recomienda calcular el Beta basados en empresas similares que sí estén en bolsa. El procedimiento sería entonces calcular el Beta de una o

varias empresas similares teniendo en cuenta que cada uno de estos Betas son propios de las empresas calculadas y reflejan no solo el riesgo del sector de dicha empresa, sino la estructura de capital de cada una de las empresas (su relación deuda/patrimonio), por tal motivo se debería obtener un Beta que no esté “contaminado” por la cantidad de deuda de cada empresa, lo que se conoce como el Beta desapalancado y se calcula con la Ecuación 6. Una vez calculado el Beta desapalancado de cada una de las empresas del sector que sirven como referencia para la empresa que no transa en bolsa, se promedian los valores y se obtiene un Beta del sector. La empresa debe entonces utilizar el Beta del sector y apalancarlo nuevamente con su estructura de capital o en el caso de un proyecto con la relación D/E (Deuda sobre capital propio) del proyecto.

El Beta Apalancado (B_L) puede entenderse como la ponderación del Beta del capital propio (B_E) y el Beta de la deuda (B_D):

Ecuación 5: Beta apalancado

$$B_L = \frac{D}{D+E} \cdot B_D + \frac{E}{D+E} \cdot B_E \quad (\text{Ecuación 5})$$

Para evaluación de un proyecto que no tiene deuda se debería utilizar el Beta desapalancado (B_U) para el cálculo del costo del capital. En caso de que sí se tenga deuda es importante apalancar nuevamente el Beta con la nueva relación D/E (Deuda/capital propio) como se explica en el párrafo anterior.

Ecuación 6: Cálculo del Beta desapalancado

$$B_U = \frac{B_L}{\left(1 + (1-T)\frac{D}{E}\right)} \quad (\text{Ecuación 6})$$

El Beta de la Deuda (B_D) Se asume igual a cero, debido a que la empresa o el inversionista está obligado a pagarle tanto a los “tenedores de bonos” como a los prestamistas la deuda y sus intereses, así que estos, en teoría, no corren ningún riesgo.

En la página del profesor Aswath Damodaran (Damodaran, 2014), se pueden encontrar valores actualizados para el cálculo de los betas apalancados y desapalancados por sector. El ministerio de Minas y Energía con la empresa consultora ITANSUCA en el informe 4, anexo 5. “Metodología y cálculo de los WACC para la actividad mayorista y minorista” plantea la misma metodología para el cálculo del WACC y de los Betas de las empresas de mercados emergentes (ITANSUCA & Ministerio de Minas y Energía, 2010). Allí se recomienda también, como fuente confiable, los datos obtenidos de la página web del profesor Damodaran.

2.3.2.3 Prima de riesgo de mercado (PRM)

La PRM es, cómo se observa en la ecuación 3 y 4, la diferencia entre la rentabilidad del mercado y la tasa libre de riesgo. Puede ser estimada comparando el rendimiento histórico del índice de la bolsa en un período contra el período anterior y promediando.

Ecuación 7: Cálculo de rendimiento del mercado para el período t

$$Rm_t = \frac{IGBC_t}{IGBC_{t-1}} - 1 \quad (\text{Ecuación 7})$$

Sin embargo, como lo muestra Pareja en su libro Decisiones de Inversión (Vélez Pareja, Decisiones de Inversión, 2006), con esta aproximación se podría obtener un resultado negativo en la PRM, ya sea porque el valor del rendimiento de mercado es menor a la tasa libre de riesgo o porque los rendimientos del mercado fueron negativos durante un período de tiempo determinado. Algunos autores entonces prefieren tomar la prima de riesgo de un mercado desarrollado como el de Estados Unidos y este dato ajustarlo a la inflación local.

Ecuación 8: Alternativa estimación PRM

$$PRM_{Local} = \frac{PRM_{S\&P500}(1+inf_{Local})}{(1+inf_{USA})} \quad (\text{Ecuación 8})$$

El profesor Damodaran también publica en su página web la información para obtener la PRM para Colombia, el valor lo obtiene al comparar los rendimientos del portafolio del mercado Colombiano contra los bonos del tesoro (tbonds).

En el Informe 4 (ITANSUCA & Ministerio de Minas y Energía, 2010), también se observa que el valor para la prima de riesgo del mercado lo obtienen de la información suministrada por el profesor Aswath Damodaran en su página web.

Existen otros métodos para el cálculo de la prima de riesgo de mercado como se observa en el numeral 2.3.2.4 referente al cálculo del riesgo país.

2.3.2.4 Riesgo país (Rc)

Este riesgo representa la prima que exige el inversionista al invertir su dinero en el país del proyecto y mide el riesgo de la economía en general. Su cálculo y valor será el mismo tanto para un proyecto de minería de oro, como para un proyecto de siembra y procesamiento de palma africana para extracción de Biodiesel o un proyecto para montaje de una planta ensambladora de bicicletas en Bogotá. Como puede notarse, los tres proyectos son muy diferentes en su operación y están sujetos a su vez a riesgos operativos distintos, sin embargo comparten algunos riesgos asociados a la economía del país. El riesgo país recoge estos riesgos y los refleja en las variables macroeconómicas de la economía del país en estudio y sus instrumentos financieros. Así pues, su cálculo se basa en la comparación de instrumentos económicos como los bonos soberanos y sus rendimientos, con los de países considerados de bajo riesgo, o inferido a partir de los CDS (Credit Default Swaps), entre otros. El Ministerio de Minas y Energía a través del “Informe 4” presentado por ITANSUCA (ITANSUCA & Ministerio de Minas y Energía, 2010) recomienda el cálculo a través de la serie EMBI (Emerging Market Bond Index).

Con lo anterior se podría estimar el riesgo país si se asume que los mercados son infinitamente eficientes y como tal recogen toda la información real de la economía y todos los riesgos reales del país. Por tal motivo, al comparar los rendimientos de los bonos del tesoro, se deduce el riesgo adicional que se corre al invertir en un país emergente asociado a la posibilidad de que dicho país incumpla el pago de su obligación. Como argumenta Ades en su tesis de maestría (Ades, 2003), se puede esperar, gracias a investigaciones

previas, que si un país “puede” pagar sus obligaciones, lo hará. Esto depende entonces de los fundamentales de su economía como el tamaño de su deuda, los retornos esperados a futuro, la inflación, las tasas de cambio, entre otros.

En (Damodaran, Country Risk and Company Exposure: Theory and Practice, 2003), el profesor Damodaran presenta las alternativas para el cálculo del riesgo país. Esta aproximación sin embargo debe ser incluida en el cálculo del costo de capital a través de la prima de riesgo de mercado como se muestra en la Ecuación 9

Ecuación 9: Alternativa para cálculo del Ke

$$Ke = Rf + Be \cdot (Rm - Rf + Rc) \quad \text{(Ecuación 9)}$$

En dicho artículo se argumenta que la volatilidad de los mercados debería estar reflejada en el riesgo país (PRM + Rc) y dicha volatilidad debería ser comparada contra la de un mercado desarrollado:

Ecuación 10: Cálculo alternativo de la PRM con Riesgo País

$$PRM_{País X} = PRM_{USA} \left(\frac{Desviación\ Estandar_{País X}}{Desviación\ Estandar_{USA}} \right) \quad \text{(Ecuación 10)}$$

La desviación estándar es la de los índices de mercado. Con lo anterior podría obtenerse que:

Ecuación 11: Alternativa para cálculo del riesgo país

$$Rm + Rc = PRM_{País X} - PRM_{USA} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

El problema de la alternativa anterior es que existen mercados muy riesgosos pero con desviaciones estándar muy bajas debido a iliquidez del mercado.

Otra alternativa compara la diferencia entre los rendimientos de los bonos soberanos del país emergente con los de Estados Unidos y afectando este Spread (PRM) con la relación entre la desviación estándar del mercado y la desviación estándar del bono del mismo país:

Ecuación 12: Cálculo alternativo para el cálculo de la PRM con Riesgo País

$$PRM + Rc = PRM_{Spread} \left(\frac{Desviación\ Estandar_{Indice\ Mercado}}{Desviación\ Estandar_{Bono\ soberano}} \right) \quad \text{(Ecuación 12)}$$

Donde,

$$PRM_{Spread} = Rendimiento_{Bonos\ país X} - Rf$$

2.3.2.5 Riesgo específico

Cada proyecto tiene un riesgo específico asociado al mismo. Esto puede entenderse como aquella prima de riesgo que diferencia este proyecto de minería de oro de los demás proyectos de minería, debido a que el cálculo del WACC incluye variables económicas generales, que según la teoría financiera tienen implícitas todas las variables del mercado que es considerado como “altamente eficiente”, sin embargo, el cálculo de la tasa de descuento para un proyecto de minería de oro en Chocó estaría calculándose igual a un proyecto de minería de oro en Bajo Cauca lo cual se sabe que no es necesariamente cierto

ya que hay riesgos asociados a las regiones que deben ser tenidos en cuenta ya sea en la tasa de descuento o en los flujos de caja.

Se presenta una metodología que sirva para cuantificar el riesgo específico de un proyecto de minería de oro que incluya factores de riesgo conocidos, y que puedan ser sumados para el cálculo del Ke. Como puede observarse más didácticamente en el siguiente ejemplo, la metodología descrita se basa en cuantificar las variaciones en la tasa interna de retorno (TIR) al añadir costos debidos a riesgos y compararlos con el período de recuperación de la inversión (PRI) del proyecto. En otras palabras, es ingresar los costos por riesgo país en los flujos y cuantificar qué tanto varía la TIR con cada nuevo riesgo que se añade. Se comparan las variaciones de la TIR contra el PRI, ya que el PRI implícitamente está explicando las condiciones del proyecto en cuanto a inversión y magnitud de los flujos de caja del proyecto en cada período; para un proyecto con flujos de caja altos el PRI será menor y viceversa. Ahora bien, es importante no comparar contra el PRI en sí, sino contra el %PRI o el porcentaje de tiempo que se demora el proyecto en recuperar su inversión respecto a la duración total del proyecto.

En palabras más simples, lo que se pretende es poder tener una base para incluir riesgos específicos a la tasa de descuento conociendo los factores de riesgo que puedan llegar a afectar la operación sin importar el tamaño del proyecto.

Con la información de Mineros S.A. expuesta en la Tabla 3 y en la Tabla 4, puede simularse un proyecto de minería de oro con las siguientes condiciones/suposiciones:

- ✓ Se tiene un terreno en el que se identifica plenamente que existen suficientes reservas para poner a trabajar una nueva draga durante 10 años.
- ✓ Se asume que no hay gastos en exploración. Esto, como se señaló anteriormente, no es cierto ya que se requiere de inversiones muy altas para tener determinado con tanta precisión los datos del terreno.
- ✓ La draga tiene una capacidad de dragado de 10.000 m³ cúbicos por día en promedio.
- ✓ El terreno tiene un tenor de 0,12 gr/m³, lo cual equivale a que la draga puede obtener una producción de oro de 1.200 gr/día (38,58 Onzas-Troy/día).
- ✓ Los costos de producción son de USD\$ 3 por m³ de material dragado.
- ✓ Los gastos administrativos son de aproximadamente MCop \$200 al año.
- ✓ Se pagan regalías del 6% debido a tratarse de un proyecto de concesión aluvial.
- ✓ Las inversiones son de MCop\$ 35.900 (\$34.900 CAPEX) distribuidas así:
 - Draga: MCop \$19.000
 - Planta de beneficio: MCop \$14.400
 - Equipos de apoyo dragado: MCop \$1.500
 - Estudios de ingeniería: MCop \$1.000

La proyección de las variables macroeconómicas es la siguiente:

Tabla 5: Proyección de variables macroeconómicas Ev. financiera proyecto de ejemplo

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inflación estimada	-	3.00%	3.00%	3.00%	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%
Precio del oro	USD \$1,299	USD \$1,302	USD \$1,314	USD \$1,344	USD \$1,382	USD \$1,430	USD \$1,430	USD \$1,430	USD \$1,430	USD \$1,430	USD \$1,430

Los flujos de caja del proyecto quedan de la siguiente manera:

Tabla 6: Proyección de los flujos de caja del proyecto ejemplo

PERÍODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción en gramos	0	432,000	432,000	432,000	432,000	432,000	432,000	432,000	432,000	432,000	432,000
Producción en Onzas Troy	0	13,889	13,889	13,889	13,889	13,889	13,889	13,889	13,889	13,889	13,889
Precio del oro en USD	\$1,299	\$1,302	\$1,314	\$1,344	\$1,382	\$1,430	\$1,430	\$1,430	\$1,430	\$1,430	\$1,430
Ingresos en Mill USD	\$0	\$18	\$18	\$18	\$18	\$18	\$18	\$18	\$18	\$18	\$18
Ingresos en MCOP	\$0	\$36,070	\$36,070	\$36,070	\$36,070	\$36,070	\$36,070	\$36,070	\$36,070	\$36,070	\$36,070
Costos de producción Mcop	\$0	\$21,600	\$21,600	\$21,600	\$21,600	\$21,600	\$21,600	\$21,600	\$21,600	\$21,600	\$21,600
Regalías en Mcop	\$0	\$1,731	\$1,731	\$1,731	\$1,731	\$1,731	\$1,731	\$1,731	\$1,731	\$1,731	\$1,731
Utilidad Bruta	\$0	\$12,739	\$12,739	\$12,739	\$12,739	\$12,739	\$12,739	\$12,739	\$12,739	\$12,739	\$12,739
Gastos de Administración en Mcop	\$0	\$200	\$206	\$212	\$219	\$226	\$234	\$241	\$249	\$257	\$265
EBITDA	\$0	\$12,539	\$12,533	\$12,527	\$12,520	\$12,512	\$12,505	\$12,498	\$12,490	\$12,482	\$12,473
% EBITDA	0%	34.76%	34.75%	34.73%	34.71%	34.69%	34.67%	34.65%	34.63%	34.60%	34.58%
Amortizaciones	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Depreciaciones	\$0	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490
Utilidad Operativa	\$0	\$9,049	\$9,043	\$9,037	\$9,030	\$9,022	\$9,015	\$9,008	\$9,000	\$8,992	\$8,983
Otros ingresos no operacionales	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Paros debidos a problemas de energía	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Paros debidos a terrorismo,	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Paros por posible huelga	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad antes de impuestos	\$0	\$9,049	\$9,043	\$9,037	\$9,030	\$9,022	\$9,015	\$9,008	\$9,000	\$8,992	\$8,983
Impuestos (33%)	\$0	\$2,986	\$2,984	\$2,982	\$2,980	\$2,977	\$2,975	\$2,972	\$2,970	\$2,967	\$2,964
Utilidad Neta	\$0	\$6,063	\$6,059	\$6,054	\$6,050	\$6,045	\$6,040	\$6,035	\$6,030	\$6,024	\$6,019
Amortizaciones	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Depreciaciones	\$0	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490	\$3,490
FLUJO DE	\$0	\$9,553	\$9,549	\$9,544	\$9,540	\$9,535	\$9,530	\$9,525	\$9,520	\$9,514	\$9,509

BRUTO											
INVERSIONES	\$35,900	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
FLUJO DE CAJA LIBRE	(\$35,900)	\$9,553	\$9,549	\$9,544	\$9,540	\$9,535	\$9,530	\$9,525	\$9,520	\$9,514	\$9,509

Como puede observarse, no se incluyen costos debidos a riesgo país en el cálculo de los flujos de caja. Con estos valores se obtiene:

TIR	23.30%
PRI - Sin riesgos	3.76
PRI - % Duración proyecto	37.60%

El %PRI indica que el presente proyecto, en las condiciones descritas, recuperaría la inversión al estar en el 37.60% de su ejecución total, es decir en 3.76 años sobre los 10 años de duración total del proyecto.

Los anteriores resultados serán los valores de referencia para el cálculo del resto de variables. Ingresando entonces uno a uno los costos observados en la Tabla 3 y la Tabla 4 de riesgo país, se obtienen los siguientes resultados de variaciones en la TIR:

Tabla 7: variaciones en la TIR debido a factores de riesgo para proyecto ejemplo

		OBSERVACIONES
TIR sin riesgo país	23.30%	
TIR con problemas de energía	22.14%	
TIR con problemas debidos a terrorismo	21.34%	
TIR con posibles huelgas	22.68%	Se estima una huelga de 20 días cada 5 años (o períodos de pre-huelga con paro de operaciones)
TIR total con efectos de RIESGO PAÍS	19.39%	
Diferencia debida a riesgo falla energía	1.16%	Riesgo específico del proyecto debido a problemas de energía
Diferencia debida a problemas de terrorismo	1.96%	riesgo específico del proyecto debido a problemas de terrorismo
Diferencia debida a posibles huelgas o pre-huelgas	0.62%	riesgo específico por posibles huelgas.
Diferencia debida a todos los riesgos evaluados	3.91%	Riesgo específico del presente proyecto con todas los factores de riesgo evaluados

La variación en la TIR, al haber sido causada por la inclusión de cada riesgo en el flujo de caja, puede considerarse como Riesgo Específico (Rs). Esto se explica porque al ingresar dicho riesgo, se evidencia un decrecimiento en la tasa de retorno del proyecto y por lo tanto se está destruyendo valor al inversionista. La variación en la TIR está ligada directamente a las condiciones del proyecto tales como inversión, ingresos, costos, etc., y dado que estas variables están directamente relacionadas con el período de recuperación de la inversión, se puede entonces relacionar los factores de riesgo y el Rs con el PRI. La Tabla 8 muestra la variación en el Rs con variaciones del %PRI.

Tabla 8: variación del Riesgo Específico según variación del PRI

Producción m3/día	3500	5000	10000¹	15000	20000	47731
PRI - sin riesgo	9.00	6.81	3.76	2.89	1.99	1
PRI - % Duración del proyecto	90.05%	68.09%	37.60%	28.86%	19.85%	10.00%
TIR sin riesgo país	1.94%	7.66%	23.30%	36.79%	49.46%	111.48%
TIR con problemas de energía	1.31%	6.87%	22.14%	35.12%	47.33%	106.92%
TIR con problemas debidos a terrorismo	0.93%	6.41%	21.34%	34.14%	46.10%	104.28%
TIR con posibles huelga	1.47%	7.12%	22.68%	36.14%	48.80%	110.98%
TIR total con efectos de RIESGO PAÍS	-0.24%	5.01%	19.39%	31.71%	43.21%	99.09%
Dif debida a riesgo falla energía	0.63%	0.79%	1.16%	1.67%	2.13%	4.56%
Dif debida a problemas de terrorismo	1.01%	1.25%	1.96%	2.65%	3.36%	7.20%
Dif debida a posibles huelgas o pre-huelgas	0.47%	0.54%	0.62%	0.65%	0.66%	0.50%
Dif debida a todos los riesgos evaluados	2.18%	2.65%	3.91%	5.08%	6.25%	12.39%

Puede observarse en la Tabla 8, que el riesgo específico varía según varían las condiciones de los flujos de caja del proyecto. Se observa que a medida que el PRI disminuye, el riesgo específico aumenta; esto se debe a que a medida que el proyecto depende de flujos de caja iniciales muy altos, los costos por factores de riesgo impactan más en los flujos de caja y por lo tanto en la TIR. La Figura 14 muestra las variaciones en las tasas respecto al %PRI.

El %PRI en este caso cumple la función de determinar qué tan cargados son los flujos de caja iniciales en el proyecto y qué tanto peso ejercen sobre el VPN. Así pues, es lógico que aquellos proyectos que dependan de los flujos de caja iniciales estén sometidos a riesgos mayores ya que cualquier variación en los costos o problemas de producción que disminuyan los ingresos afecta considerablemente el valor presente neto (VPN) del proyecto.

Puede observarse adicionalmente en la Figura 14 que todos los riesgos que se consideren como periódicos tienen un comportamiento similar con disminución exponencial a medida que avanza el proyecto. Aquellos riesgos que tienen otro rango de periodicidad como es el caso de las huelgas y pre-huelgas que no se repiten año a año en cada flujo de caja, afectan de diferente manera el riesgo total.

¹ Producción estimada en el proyecto-ejemplo

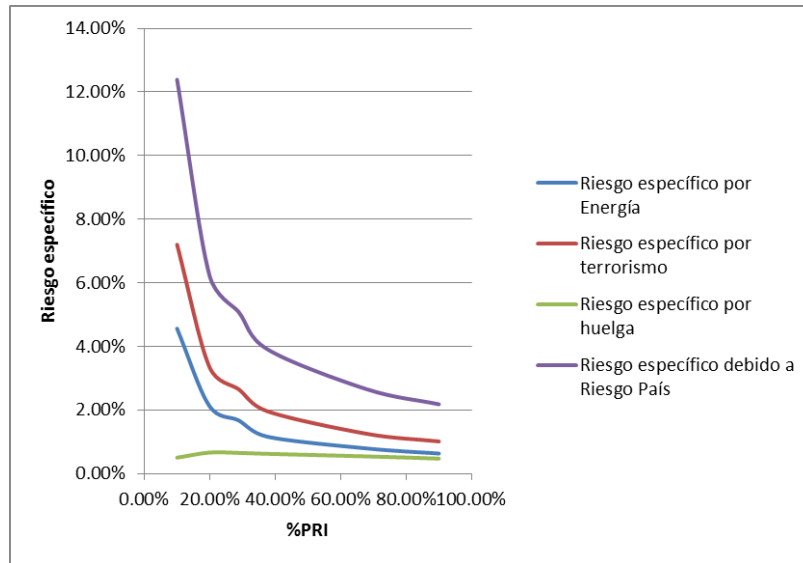


Figura 14: comportamiento de la TIR respecto al %PRI del proyecto

Ahora bien, debido a que este proyecto en particular presenta unas condiciones iniciales de TIR, la variación que se observa tiene una magnitud relacionada a la TIR inicial. No puede esperarse que un proyecto con una TIR de 10% siga teniendo variaciones igual de altas a un proyecto con una TIR del 23%, sino en proporción a la TIR inicial, es decir como un factor de riesgo específico (FRs). Basados en los datos evaluados en el proyecto-ejemplo, podría estimarse una variación respecto a la TIR inicial para los diferentes factores de riesgo; esta variación puede ser aplicable a cualquier proyecto siempre y cuando se consideren los mismos riesgos analizados en la misma zona geográfica o similar. En la Tabla 9 se observan las variaciones respecto a la TIR para el cálculo del riesgo específico:

Tabla 9: Cálculo de FRs (Rs como porcentaje de la TIR) para cada %PRI

% cumplimiento del proyecto (%PRI)	90%	68%	38%	29%	20%	10%
Rs Problemas de energía - % de la TIR	32.47%	10.31%	4.98%	4.54%	4.31%	4.09%
Rs problemas de terrorismo - % de la TIR	52.06%	16.32%	8.41%	7.20%	6.79%	6.46%
Rs huelgas o pre-huelgas - % de la TIR	24.23%	7.05%	2.66%	1.77%	1.33%	0.45%
Rs todos los riesgos evaluados - % de la TIR	112.37%	34.60%	16.78%	13.81%	12.64%	11.11%

Podría entonces asumirse, a manera de ejemplo, que para un proyecto cuya TIR sea del 10% (sin incluir ningún factor de riesgo país) y que tenga un %PRI del 50%, que además se desarrolle en una región con condiciones similares a las de Mineros S.A. en el Bajo Cauca antioqueño y esté sometido a riesgo por problemas de energía, que su riesgo específico será entre un 10,31% y un 4,98% de la TIR (ver tabla 9); interpolando se obtiene para un %PRI del 50% un Rs del 7% de la TIR, es decir de 0,7%. Así pues, puede añadirse un riesgo específico de 0,7% al Ke debido a problemas de energía en la zona. Esta metodología plantea entonces que el riesgo específico sea añadido al costo de capital como un factor adicional (FRs) al Ke.

Ecuación 13: Cálculo del Ke con riesgo específico del proyecto

$$K_{e_{con\ riesgo}} = K_{e_{sin\ riesgo}} \cdot (1 + FRs) \quad (\text{Ecuación 13})$$

Con esta metodología pueden estimarse los riesgos específicos siempre y cuando se tenga información previa de la zona y datos históricos de posibles pérdidas de producción o costos adicionales por riesgo. Posteriormente pueden escalarse estos valores a cualquier otro proyecto que se desee realizar en la zona o en zonas similares.

2.4 Conclusiones

Este artículo revisa las variables a tener en cuenta para la evaluación de proyectos de minería de oro en Colombia mediante el método de flujos de caja descontados a valor presente, enfocándose especialmente en la inclusión del riesgo país. Se revisaron las variables a ser incluidas tanto en los flujos de caja como en el cálculo de la tasa de descuento. Se realizó un análisis para la estimación de los precios del oro y cómo cubrirse ante su variación, así como el riesgo de moneda para Colombia y las coberturas que existen. Se incluyen los costos asociados a Colombia por sus políticas de regalías, los riesgos geopolíticos, por terrorismo y sociales (utilizando la información de Mineros S.A.) y se plantea una metodología para la cuantificación de dichos riesgos en la tasa de descuento, así como una breve explicación para el cálculo de las variables del costo de capital. Las conclusiones y resultados obtenidos son:

- ✓ La observación demuestra que la predicción de los precios del oro es prácticamente imposible. Durante la realización del presente artículo el oro sufrió una caída que no estaba dentro de las predicciones de ningún agente estudiado. En promedio, revisando la proyección para el precio del oro de varios expertos del mercado a principios de 2013 se tendría un valor de USD\$ 1754 para finales del 2013, sin embargo, el valor del oro el 31 de Diciembre del 2013 estaba en USD\$ 1205. Se recomienda que las evaluaciones financieras sensibilicen el precio del oro y determinen los valores críticos a los cuales la evaluación no es positiva. Mineros S.A. estudia todas las proyecciones esperadas del mercado para los precios del oro y el mercado de Futuros y con base en eso y a sus políticas de coberturas realiza contratos Fordwars y Opciones para cubrir su producción. De igual forma se cubren contra la variación de la TRM.
- ✓ Con la información recopilada de tiempos de paro no programados de Mineros S.A., se identifican algunos riesgos asociados a riesgo país como son las fallas de energía, los atentados terroristas, y las huelgas y pre-huelgas de la empresa. Estos riesgos pueden ser identificados en las etapas de exploración para luego cuantificarlos como posibles paros de producción. Mineros S.A. tiene aproximadamente pérdidas de \$531,3 millones de pesos por draga debidos a problemas de energía, lo que equivale a \$2.656,5 millones de pesos al año para las 5 dragas. Sumando los otros riesgos (atentados terroristas, huelgas y pre-huelgas, y problemas de orden público) se obtienen unas pérdidas anuales totales por riesgo país de \$8.576,5 millones de pesos. Adicionalmente se explica el cálculo para el pago de regalías que depende del precio del oro y el tipo de minería.

- ✓ Para el cálculo de la tasa de descuento se analizan una a una las variables a utilizar en Colombia para la determinación del costo de capital. Se presentan las diferentes alternativas que tiene el inversionista para la obtención de la tasa libre de riesgo, el cálculo del beta, la estimación de la prima de riesgo de mercado, el riesgo país, y el riesgo específico del proyecto. Debido a la premisa que el cálculo tradicional del WACC incluye el riesgo país desde la perspectiva de la economía del país, se identifica la necesidad de incluir un riesgo específico que permita diferenciar un proyecto de minería en una zona del país de otro proyecto en una zona diferente. Se plantea entonces una metodología basada en el cálculo de las variaciones en la TIR como consecuencia de la inclusión de los riesgos en los flujos de caja. Estas variaciones son comparadas contra el período de recuperación de la inversión (PRI) como porcentaje de la duración total del proyecto (%PRI). De tal forma que se puede obtener una matriz como la mostrada en la Tabla 9 que permite para un valor de %PRI, obtener un factor de riesgo específico que al ser multiplicado por la tasa de descuento sin riesgo, permita incorporar dicho riesgo a la tasa como se muestra en la ecuación: $Ke_{Con\ riesgo} = Ke_{Sin\ riesgo} \cdot (1 + FR_S)$.

Se concluye entonces que los riesgos en los proyectos de minería de oro pueden ser incluidos efectivamente en las evaluaciones financieras siempre y cuando se tenga buen conocimiento de los terrenos a explotar, las condiciones geográficas y las condiciones sociales. Este conocimiento se puede obtener en las etapas tempranas de exploración. El precio del oro y la variación de la TRM pueden ser estimados y sensibilizados de acuerdo en la evaluación financiera y existen coberturas para minimizar el riesgo en la operación contra la volatilidad de estas variables. Los riesgos específicos del proyecto, se pueden ingresar en los flujos de caja en cuyo caso se utilizaría una tasa de descuento sin riesgo específico, es decir una tasa únicamente afectada por los riesgos de la economía nacional (Riesgo País – Rc). Sin embargo, la metodología planteada al final del presente artículo permite al inversionista incluir los riesgos específicos en la tasa de descuento como alternativa a no incluirlos en los flujos de caja. De tal forma que para un proyecto sometido a determinados riesgos se pueda saber de antemano en qué porcentaje se debe incrementar el valor del WACC para el cálculo del VPN del proyecto.

3 Referencias

- ✓ Ades, D. (2003). *Determining Country Risk Premiums for Emerging Market Countries*. The Fetcher School.
- ✓ Agencia Nacional de Minería. (2013). *TÉRMINOS DE REFERENCIA: Trabajos De Exploración, Programa Mínimo exploratorio Y Programa De Trabajos Y Obras (Pto) Para Materiales Y Minerales Distintos Del Espacio Y Fondo Marino*. Bogotá.
- ✓ Banco de la República. (2013). *Objetivo de la Política Cambiaria*. Recuperado el 17 de 03 de 2014, de <http://www.banrep.gov.co/es/contenidos/page/objetivo-politica-cambiaria>
- ✓ Banco de la República. (17 de 03 de 2014). *Tasa de cambio del Peso Colombiano (TRM)*. Recuperado el 17 de 03 de 2014, de <http://www.banrep.gov.co/es/trm>
- ✓ Bolsa de Valores de Colombia. (2014). *Mercado de Derivados Estandarizados*. Recuperado el 14 de 05 de 2014, de <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/descripciongeneral/derivados>
- ✓ Constitución Política de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*.
- ✓ Damodaran, A. (2003). Country Risk and Company Exposure: Theory and Practice. *Journal of Applied Finance*, 63-76.
- ✓ Damodaran, A. (enero de 2014). *Ratings, Interest Coverage Ratios and Default Spread*. Recuperado el 05 de 04 de 2014, de <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>
- ✓ Departamento Nacional de Planeación. (2007). *Actualización de la cartilla: "Las Regalías en Colombia"*. Bogotá.
- ✓ Hank, K. (14 de 05 de 2011). *Trading Gold And Silver Futures Contracts*. Recuperado el febrero de 2014, de INVESTOPEDIA: <http://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/06/goldsilverfutures.asp>
- ✓ INO. (13 de 03 de 2014). *INO*. Recuperado el 13 de 03 de 2014, de http://quotes.ino.com/exchanges/contracts.html?r=NYMEX_GC
- ✓ ITANSUCA & Ministerio de Minas y Energía. (08 de 2010). Recuperado el 15 de 12 de 2013, de <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosEventos/6754.pdf>
- ✓ KITCO. (2014). *KITCO LIVE GOLD CHART*. Recuperado el 26 de 02 de 2014, de <http://www.kitco.com/charts/livegold.html>
- ✓ Lessard, D. (1996). Incorporation of Country Risk in the valuation of Offshore Projects. *Journal of Applied Corporate Finance*, 9(3), 52-63.
- ✓ Ministerio de Hacienda de Colombia. (2008). *Minutas de Contratos*. Recuperado el 22 de 04 de 2014, de <http://www.minhacienda.gov.co/irc/es/idpfinanciamiento otras entidades/minutas de contratos/>
- ✓ Ministerio de Minas y Energía. (2012). *ABC Minero*. Bogotá.
- ✓ Shafiee, S., & Topal, E. (2010). An overview of global gold market and gold price forecasting. *Resources Policy*, 178-189.
- ✓ Smith, L. D. (2002). Discounted Cash Flow Analysis Methodology and Discount Rates. *CIM Bulletin*.
- ✓ The London Gold Fixing Market Ltd. (2013). *Introduction*. Recuperado el 12 de Marzo de 2013, de <http://www.goldfixing.com/>

- ✓ The Option Guide. (2014). *Gold Futures Trading Basics*. Recuperado el Febrero de 2014, de <http://www.theoptionsguide.com/gold-futures.aspx>
- ✓ The Option Guide. (s.f.). *Gold Options Explained*. Obtenido de <http://www.theoptionsguide.com/gold-options.aspx>
- ✓ Vélez Pareja, I. (2003). Costo de capital para empresas no transadas en bolsa. *Social Science Research Network*.
- ✓ Vélez Pareja, I. (2006). *Decisiones de Inversión*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- ✓ Zhang, Y.-J., & Wei, Y.-M. (2010). The crude oil market and the gold market: Evidence for cointegration, causality and price discovery. *Resources Policy*, 168–177.