

## TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	2
1.1.1. Objetivo general: .....	2
1.1.2. Objetivos secundarios: .....	2
1.2. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.3. ESTRUCTURA DE LA TESIS .....	2
2. ESTADO DEL ARTE.....	4
2.1. Long Hole Stoping .....	4
2.2. Cut and Fill.....	6
2.3. Cierre de Minas .....	7
2.4. Procesos de obtención del oro .....	7
2.4.1. Chancado .....	7
2.4.2. Lixiviación Agitada.....	8
2.4.3. Cianuración .....	9
2.4.4. Flotación Iónica.....	9
2.5. Consideración del Cierre en la Etapa de Evaluación del Impacto Ambiental de un Proyecto Minero. ....	10
2.6. Evaluación de impacto ambiental .....	11
2.7. Pasivo Ambiental .....	11
2.8. Legislación y normativa ecuatoriana.....	12
2.9. Flujo de Caja .....	13
2.9.1. Valor Presente Neto.....	14
2.10. Costos de Cierre .....	15
2.11. Posibles tecnologías a considerar: .....	16
Tratamiento de aguas ácida: .....	17
Humedales anaerobios o balsas orgánicas. ....	21
Electro remediación: .....	23
Mecanismos de remoción.....	23
2.12. Simulación Montecarlo .....	24
2.13. Modelo de Markowitz .....	26
3. Metodología .....	27
3.1. Plan de Producción.....	28
3.2. Análisis Financiero.....	29
3.2.1. Producción.....	30
3.2.2. Precio neto.....	30
3.2.3. Ingreso neto .....	31

3.2.4.	Gastos operativos .....	31
3.2.5.	Gastos de Capital.....	31
3.2.6.	Impuesto .....	31
3.3.	Determinación del Royalty e Impuestos para Ecuador .....	31
3.4.	Tasa de Interés de Ecuador.....	31
□	Tasa de interés libre de riesgo [Rf] .....	32
□	Cálculo del Riesgo Relativo.....	32
□	Rentabilidad media del mercado .....	32
3.5.	Costos de Cierre y Remediación.....	33
3.6.	Estimación del Valor Presente Neto.....	33
3.7.	Simulación Montecarlo .....	35
3.8.	Modelo de Markowitz.....	35
4.1.	Análisis de la Simulación de Montecarlo frente a una variación económica de los procesos de remediación ambiental (aguas acidas, biorremediación, humedales anaerobios, electro remediación) .....	37
4.2.	Análisis del Portafolio de Markowitz frente a la comparación del método (más barato) con el del método (más caro).....	38
4.	Conclusiones .....	44
5.	Bibliografía .....	45
6.	Anexo .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1.</b>	<i>Long Hole Stopping</i> .....	4
<b>Figura 2.</b>	<i>Método de cámaras con relleno</i> .....	6
<b>Figura 3.</b>	<i>Esquema del proceso de Lixiviación Agitada.</i> .....	8
<b>Figura 4.</b>	Diagrama de flujo de los pasos previos necesarios para la implementación de la biorremediación de un suelo contaminado.....	17
<b>Figura 5.</b>	Proceso por Sedimentación. ....	19
<b>Figura 6.</b>	Proceso por coagulación. ....	20
<b>Figura 7.</b>	Proceso por espesamiento .....	21
<b>Figura 8.</b>	Proceso por Filtración. ....	21
<b>Figura 9 .</b>	Disposición de las capas en un humedal anaerobio. ....	22
<b>Figura 10.</b>	Proceso de Electrorremediación.....	23
<b>Figura 11.</b>	Esquema básico del fenómeno de electroósmosis.....	24
<b>Figura 12.</b>	Simulación de Montecarlo frente a una variación económica de los procesos de remediación ambiental ...	37
<b>Figura 13.</b>	Portafolio de Markowitz con un incremento de precios.....	39
<b>Figura 14.</b>	Portafolio de Markowitz con una reducción de precios .....	40
<b>Figura 15.</b>	Portafolio de Markowitz con un incremento de precios.....	40
<b>Figura 16.</b>	Portafolio de Markowitz con una reducción de precios .....	41
<b>Figura 17.</b>	<i>Portafolio de Markowitz con un incremento de precios</i> .....	42
<b>Figura 18.</b>	Portafolio de Markowitz con una reducción de precios .....	42
<b>Figura 19.</b>	Resultados alcanzados en el Portafolio de Markowitz.....	43

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1.</b> Plan de producción anual.....	28
<b>Tabla 2.</b> Proceso de Planta.....	29
<b>Tabla 3.</b> Estructura del modelo técnico financiero.....	29
<b>Tabla 4.</b> <i>Tasa de Riesgo de Ecuador</i> .....	33
<b>Tabla 5.</b> <i>Tecnologías a considerar para el cierre y remediación ambiental</i> .....	34
<b>Tabla 6.</b> <i>Escenarios que generan una sensibilidad de precio de tecnologías de remediación</i> .....	35
<b>Tabla 7.</b> <i>Proceso Markowitz</i> .....	36
<b>Tabla 8.</b> Matriz Covarianza asignación más barata.....	36
<b>Tabla 9.</b> Matriz Covarianza asignación más cara.....	36
<b>Tabla 10.</b> Estimación de riesgo asociado.....	38

## ÍNDICE DE ECUACIONES.

<b>Ecuación 1.</b> Valor Presente Neto.....	14
<b>Ecuación 2.</b> Modelo de Markowitz.....	26
<b>Ecuación 3.</b> Tasa de Interés.....	32
<b>Ecuación 4.</b> <i>Riesgo Relativo</i> .....	32
<b>Ecuación 5.</b> Porcentaje de retorno.....	32
<b>Ecuación 6.</b> Porcentaje de rentabilidad media.....	33
<b>Ecuación 7.</b> Valor Presente Neto.....	33