



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN MINAS

“Análisis de costos y gastos en la explotación de minerales no metálicos: arcilla, feldspatos y caolín, en la industria cerámica de la provincia del Azuay”

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN MINAS

Nombre del Autor:

ANTHONY PAÚL VÁSCONES TELLO

Nombre del Director:

ING. CARLOS FEDERICO AUQUILLA TERÁN

CUENCA, ECUADOR

2020

DEDICATORIA

A mis padres Mariela Tello y Rafael Váscones, quienes con amor, paciencia y sacrificio han sabido forjar mi camino por la senda del bien, por el apoyo incondicional y por su orientación espiritual y en valores hacia mi persona.

A mis hermanos Juan y Victoria Váscones, por ser una razón más de ser una mejor persona cada día y poder ser el mejor ejemplo para ellos.

A mis abuelos maternos Fausto Tello y Yolanda Vásconez; mis abuelos paternos Rafael Váscones y Zaida Argudo, por sus consejos y su sabiduría, que con sus experiencias han sembrado en mí muchos valores.

A mi gran amigo Paúl Poma, quien aparte de ser un compañero de Carrera, que se ha convertido en un hermano.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Federico Auquilla Terán, por su calidad como persona, su experiencia y conocimiento en minería y su apoyo en el desarrollo de la presente tesis.

A los ingenieros Leonardo Núñez Rodas y Patricio Feijoo Calle, por su calidad humana, sus valiosos conocimientos en la minería y por su excelente manera de transmisión de conocimientos a sus estudiantes.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	3
1.1 Minería de No Metálicos	3
1.2 Minería a Cielo Abierto.....	3
1.3 Clasificación de los métodos de explotación de minería a cielo abierto	4
1.3.1 Bancos individuales.....	4
1.3.2 Bancos Múltiples	5
1.3.3 Descapote de Mantos.....	6
1.3.4 Canteras	7
1.4 Marco legal.....	9
1.4.1 Constitución de la República del Ecuador.....	9
1.4.2 Ley de Minería en Ecuador	9
1.4.3 Ley de Minería (Régimen de Pequeña Minería)	11
1.5 Importancia de los minerales No Metálicos	12
1.5.1 Descripción y definición de la arcilla	12
1.5.2 Descripción y definición del caolín	16

1.5.3	Descripción y definición de los feldespatos	21
1.6	Procesos productivos en la minería a cielo abierto.....	24
1.6.1	Destape o desmonte	24
1.6.2	Arranque	25
1.6.3	Carguío y Transporte	26
1.6.4	Clasificación	26
1.6.5	Comercialización	26
1.7	Aspectos económicos en la minería de No Metálicos	27
1.7.1	Negocio Minero	28
1.7.2	Costo	28
1.7.3	Costos Directos.....	28
1.7.4	Costos Variables	28
1.7.5	Costos Fijos	29
1.7.6	Costos Unitarios	29
1.7.7	Costos de producción.....	29
1.7.8	Gasto	30
1.7.9	Costo de administración	30
1.7.10	Costos financieros.....	30
1.7.11	Costos de ventas	30
1.7.12	Costos Indirectos	31
1.7.13	Costos de Ingeniería	32
1.7.14	Costos Ambientales y Sociales.....	33
1.7.15	Costo Total	33
1.7.16	Costos de Distribución.....	34
1.7.17	Costo de Producción.....	34
1.7.18	Costo por consumo de combustible.....	35
1.7.19	Costo de Producción Unitario.....	35
1.7.20	Costo de Total Unitario	35
 CAPÍTULO II PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA MINERÍA DE NO METÁLICOS.....		37
2.1	Descripción de los procesos productivos en minería No Metálica	37

2.1.1 Descripción de los procesos productivos en minas de arcilla	37
2.1.1.1 Apertura o destape	37
2.1.1.2 Sistema de arranque y carguío	38
2.1.1.3 Transporte	38
2.1.1.4 Clasificación	38
2.1.2 Descripción de los procesos productivos en minas de caolín.....	39
2.1.2.1 Apertura	39
2.1.2.2 Sistema de arranque y carguío	39
2.1.2.3 Transporte	39
2.1.2.4 Trituración	40
2.1.2.5 Secado.....	40
2.1.2.6 Molienda.....	40
2.1.2.7 Clasificación	40
2.1.3 Descripción de los procesos productivos en minas de feldespatos.....	41
2.1.3.1 Apertura	41
2.1.3.2 Sistema de arranque y carguío	42
2.1.3.3 Transporte	42
2.1.3.4 Trituración	42
2.1.3.5 Molienda.....	42
2.1.3.6 Secado.....	43
2.2 Clasificación de costos y gastos en el proceso productivo en la minería no metálica	44
2.2.1 Clasificación de costos y gastos en el proceso productivo en minas de arcilla	45
2.2.2 Clasificación de costos y gastos en el proceso productivo en minas de caolín	63
2.2.3 Clasificación de costos y gastos en el proceso productivo en minas de feldespatos	87

CAPÍTULO III ANÁLISIS DE RESULTADOS..... 112

3.1 Análisis de la información recopilada	112
3.1.1 Análisis de sensibilidad para la explotación de arcilla	112

3.1.1.1	Primer caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de arcilla	112
3.1.1.2	Segundo caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de arcilla	114
3.1.2	Análisis de sensibilidad para la explotación de caolín	115
3.1.2.1	Primer caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de caolín	115
3.1.2.2	Segundo caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de caolín	117
3.1.3	Análisis de sensibilidad para la explotación de feldespatos	118
3.1.3.1	Primer caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de feldespatos:	118
3.1.3.2	Segundo caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de feldespatos	120
3.2	Propuesta de modelo para la obtención de los costos estándares de producción y extracción de los materiales de arcilla, caolín y feldespatos de la industria cerámica	121
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		127
BIBLIOGRAFÍA		130
ANEXOS.....		133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Representación gráfica de método de explotación por bancos individuales..	5
Figura 1.2. Representación gráfica de método de explotación por bancos múltiples.	6
Figura 1.3. Representación gráfica de método de explotación por descapote de mantos	7
Figura 1.4. Representación gráfica de una cantera.	8
Figura 1.5. Representación gráfica de arcilla para cerámica.	16
Figura 1.6. Representación gráfica de caolín para cerámica.	20
Figura 1.7. Representación gráfica de feldespato potásico para cerámica.	24
Figura 1.8. Representación gráfica de etapas productivas en minería de no metálicos.	27
Figura 1.9. Representación gráfica de procesos productivos en minería de no metálicos.	27
Figura 1.10. Representación gráfica de costos y gastos.	31
Figura 1.11. Representación gráfica de ingresos por ventas, costos y gastos.	32
Figura 2.1. Representación gráfica de proceso productivo en minas de arcilla.	38
Figura 2.2. Representación gráfica de proceso de producción en minas de caolín.	41
Figura 2.3. Representación gráfica de proceso de producción en minas de feldespatos.	43
Figura 3.1. Representación gráfica de opciones en programa de costos y gastos.	122
Figura 3.2. Representación gráfica de costos de mano de obra directa.	122
Figura 3.3. Representación gráfica de costos de maquinaria propia.	123
Figura 3.4. Representación gráfica de costos de mano de obra indirecta.	124
Figura 3.5. Representación gráfica de costos de personal de administración.	124
Figura 3.6. Representación gráfica de costo total para la explotación en minas de arcilla.	125
Figura 3.7. Representación gráfica de utilidad neta mensual para la explotación en minas de arcilla.	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Costos de producción para la explotación de arcilla, caolín y feldespatos ...	44
Tabla 2.2 Mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de arcilla	45
Tabla 2.3. Sueldo de mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de arcilla	46
Tabla 2.4. Rol de provisiones para los trabajadores en minas de arcilla	47
Tabla 2.5. Costos de equipos de protección personal para el personal operativo en minas de arcilla	47
Tabla 2.6. Resumen de costos de mano de obra directa	48
Tabla 2.7. Equipos necesarios para el proceso productivo en minas de arcilla.....	49
Tabla 2.8. Datos técnicos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de arcilla.....	50
Tabla 2.9. Costos operativos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de arcilla.....	51
Tabla 2.10. Datos técnicos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de arcilla .	51
Tabla 2.11. Costos operativos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de arcilla	52
Tabla 2.12. Datos técnicos de camión volquete Hino serie 500 para minas de arcilla...	53
Tabla 2.13. Costos operativos de camión volquete Hino serie 500 para minas de arcilla	53
Tabla 2.14. Datos técnicos para secador de tipo rotativo para minas de arcilla.....	54
Tabla 2.15. Costos operativos para secador rotativo para minas de arcilla.....	54
Tabla 2.16. Resumen de costos operativos de maquinaria propia para minas de arcilla.	55
Tabla 2.17. Resumen de costos operativos de maquinaria propia con su respectivo operador para minas de arcilla.....	55
Tabla 2.18. Mano de obra indirecta requerida para minas de arcilla.....	56
Tabla 2.19. Personal de mano de obra indirecta requerida para minas de arcilla	57

Tabla 2.20. Detalle de sueldos de mano de obra indirecta para minas de arcilla	57
Tabla 2.21. Provisiones de mano de obra indirecta para minas de arcilla.....	58
Tabla 2.22. Equipos de protección personal de mano de obra indirecta para minas de arcilla	58
Tabla 2.23. Resumen de costos de mano de obra indirecta al mes para minas de arcilla	59
Tabla 2.24. Personal del área administrativa necesaria para minas de arcilla.....	60
Tabla 2.25. Sueldos del área administrativa	60
Tabla 2.26. Provisiones del área administrativa para minas de arcilla.....	61
Tabla 2.27. Costos por servicios públicos para minas de arcilla.....	61
Tabla 2.28. Costos por insumos de oficina para minas de arcilla	65
Tabla 2.29. Resumen de costos de administración para minas de arcilla.....	62
Tabla 2. 30. Regalías en minas de arcilla	62
Tabla 2.31. Patente de conservación en minas de arcilla	63
Tabla 2.32. Costos totales en minas de arcilla.....	63
Tabla 2.33. Mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de caolín	64
Tabla 2.34. Sueldo de mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de caolín.....	65
Tabla 2.35. Rol de provisiones para los trabajadores en minas de caolín	66
Tabla 2.36. Costos de equipos de protección personal para minas de caolín.....	67
Tabla 2.37. Resumen de costos de mano de obra directa para minas de caolín	67
Tabla 2.38. Equipos necesarios para el proceso productivo en minas de caolín.....	67
Tabla 2.39. Datos técnicos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de caolín	70
Tabla 2.40. Costos operativos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de caolín.....	70
Tabla 2.41. Datos técnicos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de caolín .	71

Tabla 2.42. Costos operativos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de caolín	71
Tabla 2.43. Datos técnicos de camión volquete Hino serie 500 para minas de caolín...	72
Tabla 2.44. Costos operativos de camión volquete Hino serie 500 para minas de caolín	73
Tabla 2.45. Datos técnicos de trituradora de mandíbulas para minas de caolín.....	73
Tabla 2.46. Costos operativos para trituradora de mandíbulas para minas de caolín.....	74
Tabla 2.47. Datos técnicos para secador de tipo rotativo para minas de caolín.	74
Tabla 2.48. Costos operativos para secador rotativo para minas de caolín.	74
Tabla 2.49. Datos técnicos para molino de rodillos para minas de caolín	75
Tabla 2.50. Costos operativos para molino de rodillos para minas de caolín	76
Tabla 2.51. Datos técnicos de zaranda vibratoria para minas de caolín	76
Tabla 2.52. Costos operativos de zaranda vibratoria para minas de caolín.....	77
Tabla 2.53. Resumen de costos operativos de maquinaria propia para minas de caolín	77
Tabla 2.54. Resumen de costos operativos de maquinaria propia con su respectivo operador.....	78
Tabla 2.55. Mano de obra indirecta necesaria para minas de caolín.....	78
Tabla 2.56. Personal de mano de obra indirecta para minas de caolín.....	80
Tabla 2.57. Sueldos de mano de obra indirecta para minas de caolín.....	80
Tabla 2.58. Provisiones de mano de obra indirecta para minas de caolín.....	81
Tabla 2.59. Equipos de protección personal de mano de obra indirecta para minas de caolín	82
Tabla 2.60. Resumen de costos de mano de obra indirecta al mes para minas de caolín	82
Tabla 2.61. Personal del área administrativa necesario para minas de caolín.....	83
Tabla 2.62. Sueldos del área administrativa	84
Tabla 2.63. Provisiones del área administrativa para minas de caolín	84

Tabla 2.64. Costos por servicios públicos para minas de caolín	85
Tabla 2.65. Costos por insumos de oficina para minas de caolín.....	85
Tabla 2.66. Resumen de costos de administración para minas de caolín	86
Tabla 2.67. Regalías en minas de caolín	86
Tabla 2.68. Patente de conservación en minas de caolín.....	87
Tabla 2.69. Costos totales en minas de caolín	87
Tabla 2.70. Mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de feldespatos	88
Tabla 2.71. Sueldo de mano de obra directa para el proceso productivo en minas de feldespatos	89
Tabla 2.72. Rol de provisiones para los trabajadores de minas de feldespatos.....	90
Tabla 2.73. Costos de equipos de protección personal para minas de feldespatos.....	91
Tabla 2.74. Resumen de costos de mano de obra directa para minas de feldespatos.....	91
Tabla 2.75. Equipos necesarios para el proceso productivo en minas de feldespatos....	93
Tabla 2.76. Datos técnicos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de feldespatos... 94	
Tabla 2.77. Costos operativos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de feldespatos	94
Tabla 2.78. Datos técnicos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de feldespatos	95
Tabla 2.79. Costos operativos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de feldespatos	95
Tabla 2.80. Datos técnicos de camión volquete Hino serie 500 para minas de feldespatos	96
Tabla 2.81. Costos operativos de camión volquete Hino serie 500 para minas de feldespatos	97
Tabla 2.82. Datos técnicos para trituradora de mandíbulas para minas de feldespatos	97
Tabla 2.83. Costos operativos para trituradora de mandíbulas para minas de feldespatos	98

Tabla 2.84. Datos técnicos para trituradora de conos para minas de feldespatos.....	98
Tabla 2.85. Costos operativos para trituradora de conos para minas de feldespatos	98
Tabla 2.86. Datos técnicos para molino de rodillos para minas de feldespatos	98
Tabla 2.87. Costos operativos para molino de rodillos para minas de feldespatos	99
Tabla 2.88. Datos técnicos para secador de tipo rotativo para minas de feldespatos ...	100
Tabla 2.89. Costos operativos para secador rotativo para minas de feldespatos	100
Tabla 2.90. Resumen de costos operativos de maquinaria propia para minas de feldespatos	101
Tabla 2.91. Resumen de costos operativos de maquinaria propia con su respectivo operador para minas de feldespatos	102
Tabla 2.92. Mano de obra indirecta necesaria para minas de feldespatos.....	102
Tabla 2.93. Personal de mano de obra indirecta para minas de feldespatos	104
Tabla 2.94. Sueldos de mano de obra indirecta para minas de feldespatos.....	104
Tabla 2.95. Sueldos de mano de obra indirecta para minas de feldespatos.....	104
Tabla 2.96. Equipos de protección personal de mano de obra indirecta para minas de feldespatos	104
Tabla 2.97. Resumen de costos de mano de obra indirecta al mes para minas de feldespatos	106
Tabla 2.98. Personal del área administrativa necesario para minas de feldespatos.....	106
Tabla 2.99. Sueldos del área administrativa para minas de feldespatos.....	107
Tabla 2.100. Provisiones del área administrativa	107
Tabla 2.101. Costos por servicios públicos	108
Tabla 2.102. Costos insumos de oficina para minas de feldespatos.....	109
Tabla 2.103. Resumen de costos de administración para minas de feldespatos.....	109
Tabla 2.104. Regalías en minas de feldespatos	110
Tabla 2.105. Patente de conservación en minas de feldespatos	110
Tabla 2.106. Costos totales en minas de feldespatos.....	111

Tabla 3.1. Ingresos por ventas en una producción de 400 t/día de arcilla.....	113
Tabla 3.2. Análisis de sensibilidad en una producción de 400 t/día de arcilla.....	114
Tabla 3.3. Ingresos por ventas en una producción de 150 t/día de arcilla.....	115
Tabla 3.4. Análisis de sensibilidad en una producción de 150 t/día de arcilla.....	115
Tabla 3.5. Ingresos por ventas en una producción de 400 t/día de caolín	116
Tabla 3.6. Análisis de sensibilidad en una producción de 400 t/día de caolín	117
Tabla 3.7. Ingresos por ventas en una producción de 150 t/día de caolín.....	118
Tabla 3.8. Análisis de sensibilidad en una producción de 150 t/día de caolín	118
Tabla 3.9. Ingresos por ventas en una producción de 400 t/día de feldespatos.....	119
Tabla 3.10. Análisis de sensibilidad en una producción de 400 t/día de feldespatos ..	119
Tabla 3.11. Ingresos por ventas en una producción de 150 t/día de feldespatos.....	120
Tabla 3.12. Análisis de sensibilidad en una producción de 150 t/día de feldespatos ..	121

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. tabla de salarios y sueldos mínimos en el sector de minas/canteras en Ecuador 2020	133
Anexo 2. tabla de especificaciones de tractor de cadenas o buldócer caterpillar d5k2	134
Anexo 3. tabla de especificaciones de retroexcavadora caterpillar 320c	135
Anexo 4. tabla de especificaciones de camión volquete hino serie 500.....	136
Anexo 5. ficha técnica de molino de martillos	137
Anexo 6. trituradora de mandíbulas	137
Anexo 7. estructura del secador rotativo	138
Anexo 8. especificaciones técnicas del secador rotativo	138
Anexo 9. datos técnicos de molino de rodillos.....	139
Anexo 10. especificaciones de tamiz vibratorio	139
Anexo 11. tarifa de consumo eléctrico en sector industrial.....	140
Anexo 12. datos técnicos de trituradora de conos	141

**“ANÁLISIS DE COSTOS Y GASTOS EN LA EXPLOTACIÓN DE MINERALES
NO METÁLICOS: ARCILLAS, FELDESPATOS Y CAOLÍN, EN LA
INDUSTRIA CERÁMICA DE LA PROVINCIA DEL AZUAY”**

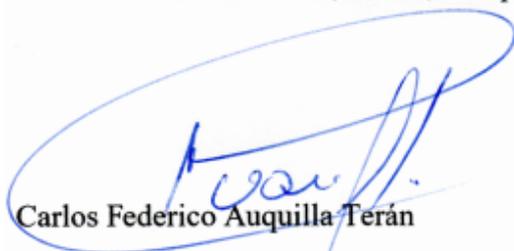
RESUMEN

El presente trabajo tuvo como fin principal el análisis de los costos y gastos en el proceso de explotación de los minerales de arcilla, caolín y feldespatos en la industria cerámica de la provincia del Azuay.

Este trabajo investigativo se basó en la recolección de información bibliográfica como de campo sobre los diferentes procesos productivos y extractivos de los materiales no metálicos de arcilla, caolín y feldespatos; detallando así el tipo de maquinaria y mano de obra necesaria en cada fase productiva, lo cual sirvió para el desarrollo del análisis y ejecución de los cálculos matemáticos de los costos y gastos de dichos procesos productivos, además de los costos administrativos y tributarios de dichos materiales.

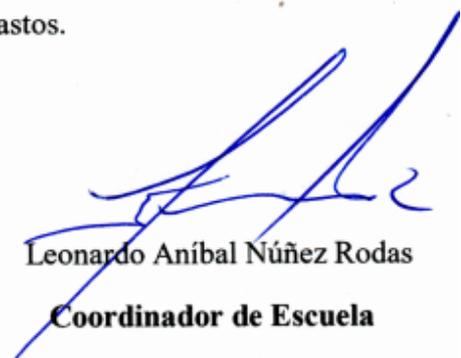
De esta manera se generó un costo final de extracción de cada uno de ellos, con la finalidad de preparar un modelo contable mediante un software, que permita estimar los costos y gastos de la fase operativa en los diferentes materiales analizados.

Palabras clave: Análisis, costos, fase productiva, gastos.



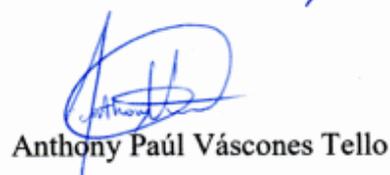
Carlos Federico Auquilla Terán

Director de Tesis



Leonardo Anibal Núñez Rodas

Coordinador de Escuela



Anthony Paúl Váscones Tello

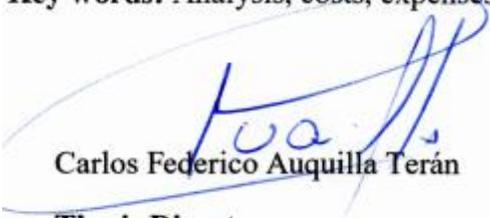
Autor

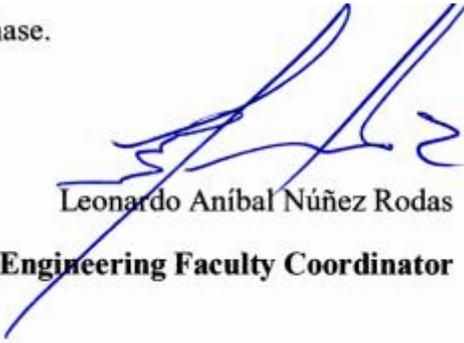
“ANALYSIS OF COSTS AND EXPENSES IN THE EXPLOITATION OF NON-METALLIC MINERALS: CLAYS, FELDSPARS AND KAOLIN, IN THE CERAMIC INDUSTRY OF THE PROVINCE OF AZUAY”

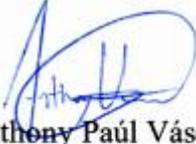
ABSTRACT

The main purpose of this work was to analyze the costs and expenses in the process of exploitation of clay, kaolin and feldspars minerals in the ceramic industry of the Azuay province. This investigation work was based on the collection of bibliographic and field information on the different productive and extractive processes of the non-metallic materials of clay, kaolin and feldspars; thus detailing the type of machinery and labor required in each production phase, which served for the development of the analysis and execution of the mathematical calculations of the costs and expenses of said production processes, in addition to the administrative and tax costs of said materials. In this way, a final cost of extraction of each of them was generated, in order to prepare an accounting model using software, which allows estimating the costs and expenses of the operational phase in the different materials analyzed.

Key words: Analysis, costs, expenses, productive phase.


Carlos Federico Auquilla Terán
Thesis Director


Leonardo Aníbal Núñez Rodas
Mining Engineering Faculty Coordinator


Anthony Paúl Váscones Tello
Author

Translated by


Hlapeli Antequera



Anthony Váscones

Váscones Tello Anthony Paúl

Trabajo de Titulación

Ing. Federico Auquilla Terán

Noviembre, 2020.

**“ANÁLISIS DE COSTOS Y GASTOS EN LA EXPLOTACIÓN DE MINERALES
NO METÁLICOS: ARCILLAS, FELDESPATOS Y CAOLÍN, EN LA
INDUSTRIA CERÁMICA DE LA PROVINCIA DEL AZUAY”**

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la minería no solo se basa en la minería metálica, sino también en la minería de no metálicos, la cual, dependiendo del uso de minerales no metálicos como: la arcilla, caolín o feldespatos destinados a la industria cerámica o el vidrio; o a su vez, minerales como la caliza, que, de igual manera, está destinada a la industria cementera, esta minería hace que dichos minerales no metálicos sean esenciales para el uso y desarrollo de la vida del ser humano.

En la minería de no metálicos no solo es importante su extracción con las mejores condiciones técnicas, sino también en las condiciones económicas del proyecto, es decir, debido a que la minería, al ser un negocio como cualquier otro, es importante una extracción o explotación adecuada en función de que dichos costos de explotación sean los óptimos, con el fin de generar mayores utilidades para el inversionista y a la empresa en general.

Por tanto, el desarrollo del proyecto se lo realiza con el fin de analizar costos y gastos de la explotación de materiales no metálicos de arcilla, caolín y feldespatos en la industria cerámica de la provincia del Azuay. Consecuentemente dicho objetivo se lo alcanza con la definición precisa de cada proceso extractivo de cada uno de los materiales no metálicos y así establecer qué tipo de mano de obra y que maquinaria pesada es necesaria para la ejecución de dichos procesos extractivos.

Por este motivo en función de recopilación bibliográfica y de experiencias de personas expertas en el tema, un factor muy importante para realizar dicho análisis, es definir los costos operativos, es decir, todos los costos aquellos que influyan en la extracción de dichos materiales de provecho y así; generar un modelo estándar donde se refleje tales costos que sean de interés para los inversionistas.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Minería de no metálicos

La minería no metálica comprende la actividad de extracción de recursos minerales que, luego de un tratamiento especial, se transforman en productos que por sus propiedades físicas y/o químicas pueden aplicarse a usos industriales y agrícolas, es por eso que el interés público y privado por su desarrollo se orienta tanto a su fase productiva como a su uso final. La minería a cielo abierto, es la que se desarrolla sobre la superficie de la tierra, de manera progresiva por capas o terrazas en terrenos previamente delimitados, dichos materiales explotados en su mayoría son No Metálicos tales como la arcilla, caolín, feldespatos, entre otros. (Bellotti, 2011)

1.2 Minería a Cielo Abierto

La minería a cielo abierto se denomina a la actividad de extracción de minerales metálicos o no metálicos que se desarrolla en la superficie del terreno, para llevar a cabo dicha actividad es necesario excavar, ya sea por medios mecánicos o mediante el uso de explosivos. El material que no es de interés es apilado en espacios denominados como escombreras y el resto del material útil es llevado para los procesos posteriores de recuperación. (Bellotti, 2011)

La minería superficial es una excavación a cielo abierto que tiene por objetivo la explotación de sus minerales, lo cual dentro de sus ventajas se encuentra, que existe una flexibilidad en producción, lo que significa que se puede minar selectivamente con un potencial de 100% de extracción, dentro de los límites de excavación. (López, 1994)

La minería a cielo abierto se caracteriza por los grandes volúmenes de materiales que se deben remover, lo cual además está condicionado por la relación existente entre el material estéril y mineral, esto determina la viabilidad económica de la explotación y consecuentemente la profundidad que es posible alcanzar por minería de superficie. (Herrera, 2006)

Se denomina minería a cielo abierto a la explotación minera que se realiza en la superficie terrestre donde no es necesario la construcción de galerías subterráneas, por tanto, es necesario emplear medios mecánicos y explosivos para realizar la remoción de grandes capas de superficie para la extracción del material de interés. (Minero, 2001)

1.3 Clasificación de los métodos de explotación de minería a cielo abierto

El método minero es un proceso iterativo en cuanto al tiempo y el espacio, lo cual permite llevar a cabo la explotación minera para la obtención del material de interés, mediante un conjunto de sistemas, procesos y maquinarias que operan de forma ordenada, repetitiva y rutinaria. (Herrera, 2006)

La clasificación de los métodos de explotación de minería a cielo abierto se divide en:

1.3.1 Bancos individuales

Este tipo de explotación a cielo abierto, está constituido por un nivel donde se encuentran las labores de extracción y explotación del material de la cara del banco, el minado de bancos individuales a cielo abierto se puede utilizar para minar cualquier tipo de depósito somero, es decir cualquier depósito que pueda ser explotado superficialmente. La altura de un banco individual varía entre los 4 y 10 metros y en otros casos puede llegar a tener una altura de unos 70 metros, lo cual esto irá en función de la calidad de la roca y dureza. Los depósitos que generalmente son minados con este método son los depósitos de arena, grava o vetas de carbón. (López, 1994).

Este método consiste en la explotación unidireccional de un solo banco, donde se realizan las labores de arranque de material estéril y del material de interés, que después será llevado a su posterior tratamiento, además se establece que la maquinaria que se utiliza va en función de la producción o del volumen de extracción. (Herrera, 2006)

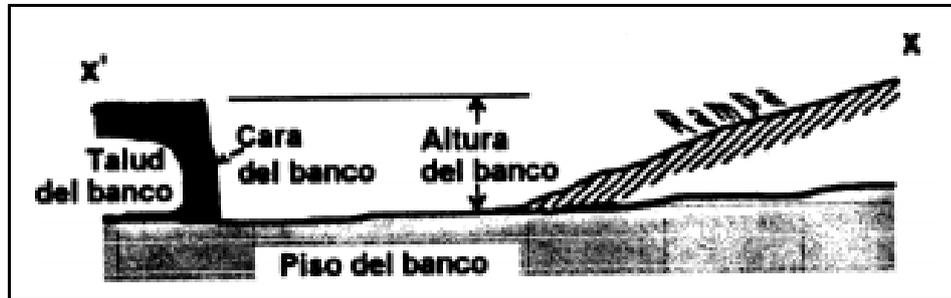


Figura 1.1 Representación gráfica de método de explotación por bancos individuales.

Fuente: (López, 1994)

1.3.2 Bancos múltiples

En lo que refiere a bancos múltiples, se utiliza este método en cualquier tipo de depósito masivo que se extienda a una profundidad suficiente; por tanto, su explotación se hará con un mayor número de bancos con respecto a un banco individual, por lo cual se requiere que la roca de caja que recubre el material de interés, sea competente; es decir, con una buena calidad de roca para que así se efectúen bancos de mayor altura y por tanto más económicos. Las características físicas y dimensionales de este tipo de explotación, el ancho de la plataforma de trabajo varía entre unos 7 y 25 metros, yendo así en función de los equipos que se utilicen para realizar la faena, los taludes finales, sus ángulos varían entre unos 20 y 70 grados. (López, 1994)

La explotación en bancos múltiples, la extracción se efectúa en un banco con uno o varios tajos, además que debe existir un desfase entre bancos, para que así exista las llamadas plataformas de trabajo donde deben operar las maquinarias y el personal en condiciones óptimas de seguridad.

La profundidad de estas explotaciones, generalmente son extensas llegando a incluso los 300 metros y con una vida útil de unos 15 o 20 años, al menos en la minería metálica. (Herrera, 2006)

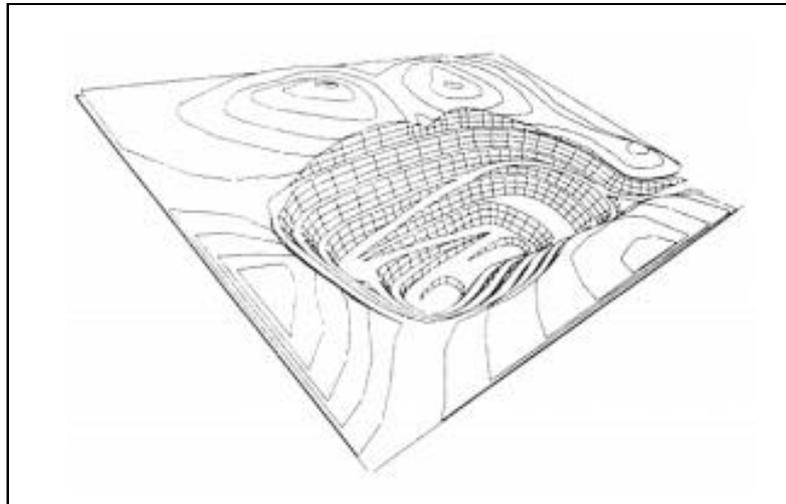


Figura 1.2 Representación gráfica de método de explotación por bancos múltiples.

Fuente: (Herrera, 2006)

1.3.3 Descapote de mantos

Este método generalmente es utilizado para la explotación de depósitos de carbón cercanos a la superficie terrestre, al igual que otros depósitos de baja resistencia cohesiva, por tanto, este método se utiliza en la mayoría de depósitos sedimentarios, donde el uso de perforación y explosivos para su arranque es casi nulo.

Este método se lo realiza creando una franja donde se realiza la remoción del encape como del material de interés, una vez excavada la primera franja, se procede a crear otra paralela a esta, pero en sentido opuesto, depositando así en el material estéril dentro del hueco que ocupó la primera franja.

De esta manera se continúa el ciclo de explotación tantas veces como el yacimiento lo permita. (López, 1994)

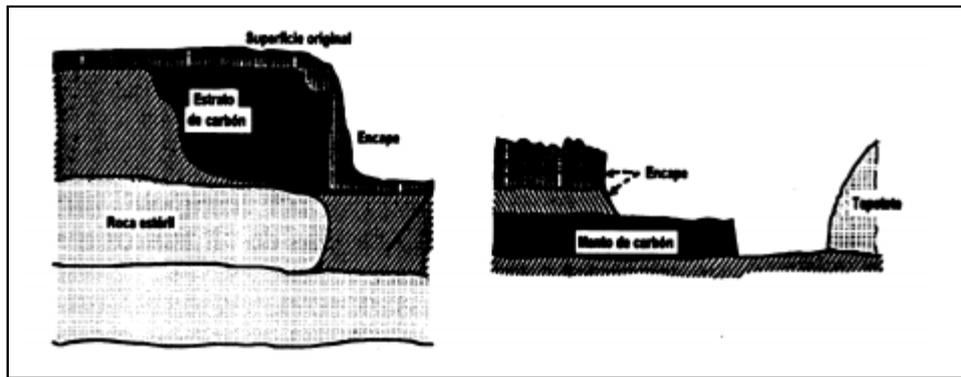


Figura 1.3 Representación gráfica de método de explotación por descapote de mantos.

Fuente: (López, 1994)

1.3.4 Canteras

El término cantera, se define como el lugar donde se extraen diferentes materiales de la corteza terrestre sin la necesidad de realizar una excavación o labores subterráneas, estos consisten en materiales de construcción tales como áridos para vías, o materiales para otras necesidades ingenieriles tales como enrocados, terraplenes y obras de contención. Excluyendo de esta clasificación la extracción de minerales propiamente dichos. (Barragán, 2007)

Este método es utilizado para la extracción o explotación de rocas tales como el granito, pizarra, caliza, entre otros. Los cuales debido a sus propiedades ya sean mecánicas o químicas poseen un valor comercial, lo que hace sustentable su explotación. El minado de las canteras por tanto se realiza de forma estratiforme, lo cual se adecua a una explotación por bancos.

Existen dos tipos de materiales que son producto de la explotación de una cantera, se trata de roca clasificada, como los agregados y roca fragmentada, como la caliza, entre otros. (López, 1994)

El término cantera es utilizado para referirse a la explotación de rocas industriales, lo cual constituye un sector importante debido que su extracción de materiales tiene un uso final en la construcción y obras de infraestructura.

En este tipo de explotación de minería a cielo abierto, el método de explotación suele ser el banqueo con uno o varios niveles. (Herrera, 2006)

En explotación a cielo abierto, las canteras se dividen en dos grupos principalmente:

El primer grupo es una explotación donde se desea obtener un llamado todo – uno fragmentado que se encuentre apto para alimentar la planta de procesamiento y así obtener un producto final, ya sea a la fabricación de productos industriales, etc. En este tipo de explotación de canteras las alturas de los taludes se dan en grandes alturas.

El segundo grupo la explotación de las canteras es una explotación cuidadosa de bloques paralelepípedicos, que posteriormente se van a un procesamiento de material. En este tipo de explotación se caracteriza por un gran número de bancos. (Herrera, 2006)

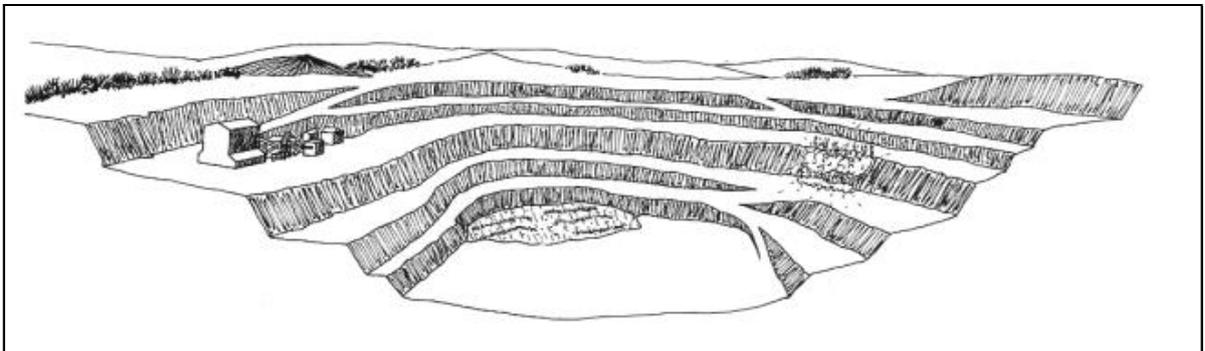


Figura 1.4 Representación gráfica de una cantera.

Fuente: (Herrera, 2006)

1.4 Marco legal

1.4.1 Constitución de la República del Ecuador

De acuerdo a lo que se dicta en el artículo 408 de la Constitución de la República del Ecuador, sección cuarta, los recursos naturales son:

Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota.

El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

En lo que respecta a los recursos económicos, los gobiernos autónomos descentralizados, en la cual cuyos recursos no renovables se encuentren en su territorio, en base a la ley y la constitución del Ecuador, tiene derecho a participar de las rentas que perciba el estado por esta actividad, de acuerdo al artículo 274 de la constitución de la República del Ecuador. (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

1.4.2 Ley de Minería en Ecuador

La Ley de minería, en el artículo primero, dicta que:

La ley de Minería norma el ejercicio de los derechos soberanos del Estado Ecuatoriano, para administrar, regular, controlar y gestionar el sector estratégico minero, de conformidad con los principios de sostenibilidad, precaución, prevención y eficiencia. (Ley de Minería del Ecuador, 2009)

En lo que respecta al dominio del Estado sobre los recursos naturales no renovables, de acuerdo a la ley de minería, artículo 16 se establece que:

Son de propiedad inalienable, imprescriptible, inembargable e irrenunciable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, los minerales y sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial. El dominio del Estado sobre el subsuelo se ejercerá con independencia del derecho de propiedad sobre los terrenos superficiales que cubren las minas y yacimientos. (Ley de Minería del Ecuador, 2009)

De acuerdo a los minerales no metálicos, la ley de minería en el artículo 145 dictamina que, la exploración y la explotación de dichos minerales no metálicos, deben cumplir con las normas vigentes aplicadas a las concesiones mineras en términos dispuestos por la presente Ley y su Reglamento general, incluyendo el pago de regalías. (Ley de Minería del Ecuador, 2009).

También se dictamina en este mismo artículo 145 de la ley de minería que:

El reglamento general de esta ley definirá cuáles son las sustancias minerales no metálicas y la forma de participación del Estado en los beneficios, de conformidad a lo previsto en el inciso segundo del artículo 408 de la Constitución de la República.

Se tendrá en cuenta el interés del Estado respecto del empleo de dichos minerales no metálicos en la construcción de obras de infraestructura de beneficio nacional. (Ley de Minería del Ecuador, 2009).

1.4.3 Ley de Minería (Régimen de Pequeña Minería)

De acuerdo a la ley de minería vigente en Ecuador, se confiere a pequeña minería a aquella minería que, en razón de las características y condiciones geológico mineras de los yacimientos de minerales metálicos, no metálicos y materiales de construcción, así como de sus parámetros técnicos y económicos, se hace viable su explotación racional en forma directa, sin perjuicio de que le precedan labores de exploración, o de que se realicen simultáneamente las labores de exploración y explotación. (Ley de Minería del Ecuador, 2009).

Las capacidades de explotación para pequeña minería en Ecuador son las siguientes. (Ley de Minería del Ecuador, 2009):

- a) Minerales metálicos hasta 300 toneladas por día en minería subterránea; en minería a cielo abierto hasta 1000 toneladas por día; y hasta 1500 metros cúbicos por día en minería aluvial.
- b) Minerales No Metálicos hasta 1000 toneladas por día.
- c) Materiales de construcción hasta 800 metros cúbicos para minería en terrazas aluviales; y, 500 toneladas métricas por día en minería a cielo abierto en roca dura (cantera).

Para el inicio con las labores mineras de exploración y explotación dentro de una concesión minera se requiere. (Ley de Minería del Ecuador, 2009):

- Manifiesto de producción que se define como una declaratoria juramentada notariada y contiene el número de hectáreas producción, explotación.

- Declaración juramentada de no afección a obras, bienes públicos, arqueológicos y culturales.

Las obligaciones en la pequeña minería con el Estado son las siguientes. (Ley de Minería del Ecuador, 2009):

- Informes de producción anual, los cuales son presentados hasta el 31 de marzo de cada año, y guías técnicas de la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM).
- Económicas:
 - Patente anual: 2.5% Salario Básico Unificado vigente por cada hectárea.
 - Regalías: 3% costos en no metálicos y materiales de construcción.
 - Utilidades: 10% trabajadores y 5% estado.
- Ambiental:
 - Monitoreos semestrales.

1.5 Importancia de los minerales no metálicos

Los minerales no metálicos son aquellos que, de acuerdo a sus propiedades físicas y minerales, son de gran uso en diferentes industrias, entre ellas para el uso agrícola, fabricación de pintura y sobre todo en la industria cerámica, tal es el caso de la arcilla para la fabricación de ladrillos, el caolín como producto de cosméticos y los feldespatos para la fabricación de porcelanato, entre otros.

1.5.1 Descripción y definición de la arcilla

La arcilla se considera como un mineral de tipo filosilicatos en su mayor parte, lo cual sus propiedades físicas como químicas depende de su estructura y de su tamaño del grano que por lo general es inferior a dos micras.

Desde el punto de vista de la industria cerámica la arcilla se establece como un material natural que cuando se realiza una mezcla con agua se transforma en una pasta de tipo plástica.

Las arcillas, por tanto, son constituyentes de gran parte del suelo y sedimentos debido a que son productos finales, fruto de procesos de meteorización de los silicatos, que, dado a condiciones idóneas, tales como una mayor presión y mayor temperatura, se hidrolizan en el medio exógeno. (García y Suárez, 2013)

Aparte de las arcillas de tipo común, se encuentran las arcillas de tipo especiales, que engloba a un conjunto de arcillas comerciales con una mineralogía concreta y con unas propiedades tanto químicas como físicas específicas.

Estas arcillas están compuestas por minerales arcillosos como el grupo de las ecméticas y el grupo de las hormitas, las propiedades físicas de estos minerales de las arcillas especiales compiten mutuamente como su superficie específica y su capacidad de adsorción. (Díaz y Torrecillas, 2002)

Propiedades

La estructura de las arcillas, al igual que otros filosilicatos, presenta una estructura basada en un apilamiento de iones de oxígeno e hidroxilos.

Por otro lado, las propiedades físicas y químicas de las arcillas, se establece que la granulometría de las arcillas es menor a dos micras, su morfología es laminar. (Suárez y García, 2013)

Superficie específica

Su superficie específica, es decir, el área de la superficie externa sumado al área de superficie interna, por unidad de masa, expresada en m²/g.

Por tanto, se define que las arcillas poseen una alta superficie específica, lo cual hace favorecedor para ciertos usos industriales en los cuales la interacción entre sólido y líquido depende estrechamente de esta propiedad de las arcillas. (García y Suárez, 2013)

Capacidad de absorción

Dentro del grupo de las arcillas, la capacidad de absorción es alto debido que pueden absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar de las mimas, por lo cual se define que la capacidad de absorción de las arcillas está directamente relacionada con la textura de estas, es decir, su superficie específica y porosidad, lo cual las arcillas poseen la capacidad de absorción y adsorción. (García y Suárez, 2013)

Plasticidad

Otra propiedad física de las arcillas se refiere a su plasticidad, es decir, el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares de las arcillas, produciendo así un efecto de tipo lubricante, facilitando el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce una fuerza sobre ellas. Finalmente, las arcillas presentan una elevada plasticidad, debido a su morfología laminar, su granulometría y la alta capacidad de hinchamiento. (García y Suárez, 2013)

Hidratación e hinchamiento

La hidratación en las arcillas se da básicamente en la absorción de agua en el espacio interlaminar de las mimas, lo que da como consecuencia la separación de las láminas para dar lugar al hinchamiento. Este proceso físico en las arcillas depende de la capacidad de atracción electrostática del catión y la lámina de la arcilla y la energía de hidratación de la lámina. (García y Suárez, 2013)

Propiedades de moldeo

Las arcillas al poseer la propiedad de ser plásticas, les convierte en un material idóneo para la fabricación de materiales cerámicos, debido a su tamaño de partícula o granulometría, su morfología laminar y las propiedades cristal químicas de su superficie, lo cual permiten que haya una interacción de estas con cualquier líquido polar, tal es el caso del agua. Otro factor importante en las arcillas es la presencia en su estructura de cationes rodeados de moléculas de agua, imprimiendo en ellas una mayor o menor plasticidad en función de su poder polarizante. (Linares, Huertas y Capel, 1983)

Usos

Actualmente, las arcillas son un material esencial en diferentes industrias, tanto por su volumen de extracción, como por su valor de producción, dedicándose así un noventa por ciento a la fabricación de materiales de construcción y agregados, y un diez por ciento dedicado a la fabricación de papel, caucho, pinturas, arenas de moldeo, productos químicos, productos farmacéuticos, entre otros.

Materiales de construcción

Las arcillas cerámicas, se denominan así a las arcillas compuestas por dos o más minerales de arcilla, esencialmente illita y esmectita, los cuales constituyen minerales importantes para la industria de materiales de construcción y agregados.

Industria cerámica

En la industria cerámica su uso da para la fabricación de tejas, ladrillos, tubos, baldosas, alfarería, lozas, azulejos, al igual que su uso en la industria cementera, como fuente de alúmina y sílice, y en la producción de áridos ligeros como las arcillas expandidas. (García y Suárez, 2013)



Figura 1.5 Representación gráfica de arcilla para cerámica.

Fuente: (Domínguez y Schifter, 1995).

1.5.2 Descripción y definición del caolín

El caolín se considera como uno de los minerales que mayor presencia tiene en la superficie terrestre en sus diez primeros metros. Su nombre de caolín hace referencia a un mineral del grupo de la arcilla, blanco, silicato aluminico hidratado. (Bartolomé, 1997)

El término caolín deriva del chino Kao-ling, que significa cerro alto, nombre que hace referencia al sitio donde fue descubierto el caolín para usos cerámicos hacia Europa. Por tanto, el caolín ($Al_2Si_2O_5(OH_4)$) se define como una arcilla donde predomina el mineral caolinita; de color blanco, aunque puede tener distintos colores debido a impurezas presentes. (Olvera y Hernández, 2012)

El caolín es la arcilla cerámica por excelencia debido a su variedad y sus amplias aplicaciones industriales, definida como una roca masiva compuesta por materiales arcillosos con bajo contenido de hierro y con un color blanco generalmente. Los minerales presentes en el caolín son silicatos hidratados de aluminio, siendo la caolinita el principal en su composición, además que para su formación debe ser en condiciones climáticas idóneas, así como la composición de las rocas primarias, estructuras geológicas, relieve

del terreno, hidrogeología del terreno y la edad geológica del mismo. (Díaz y Torrecillas, 2002)

Propiedades

Las propiedades físicas del caolín están estrechamente ligadas de su mineralogía, debido que cada componente de mineral puede contribuir de manera positiva o negativa a modificar las propiedades de este.

El caolín presenta una granulometría o tamaño de la partícula menor a 45 micras, tiene un límite líquido del 45%, el caolín presenta una menor plasticidad en relación a otro tipo de arcillas debido a los altos contenidos de mineral cristobalita de alrededor del 60% en su constitución. (Guillén, Bribiesca y Escudero, 2012)

Las características y propiedades del caolín son las siguientes (Hernández, 2017):

- Dureza entre 2 a 2.5 en la escala de Mohs.
- Presenta una capacidad muy baja para el intercambio de cationes
- Tamaño de la partícula fina y de forma plana.
- Baja capacidad de absorción.
- No presenta toxicidad.
- No presenta abrasividad.
- Es un material hidrofóbico, es decir, dispersa el agua rápidamente.

Forma y tamaño de las partículas

Tanto el color como la opacidad y brillo del caolín está ligado a la forma como a la distribución del tamaño de la partícula de este. La industria del papel divide al caolín en fino ($90\% < 2\mu\text{m}$) y grueso ($50\% < 2\mu\text{m}$). (Coordinación General de Minería, 2014)

Brillo

El brillo del caolín se encuentra en un brillo terroso, mate o nacarado cuando es cristalino. Para la determinación del brillo en el caolín se aplican técnicas tales como el Test Method 534, Brightness of Clay and Other Mineral Pigments, desarrollado en Norteamérica por la industria de la Pulpa y el Papel (TAPPI), lo cual arrojan resultados en unidades GE, estableciendo que el brillo del caolín que se encuentre en un rango de 84 GE y 88 GE, se considera en unidades estándar de brillo, mientras que, si es mayor a 89 GE, se considera como un alto grado de brillo. (Hernández, 2017)

Color

El caolín tiene una coloración generalmente blanca o casi blanca, lo cual a veces puede ser gris o amarillenta debido a impurezas presentes.

Un método para medir el color es el Hunter, el cual arroja resultados de reflectancia del pigmento y forma que es analizado, otro método para medir el color de suelos y arcillas puede ser determinado por la comparación con cartas o tablas de color como las de Munsell. (Hernández, 2017)

Reología

Las propiedades reológicas están estrechamente reguladas por la superficie específica del material y por la granulometría, lo cual estas características proporcionan la fluidez con que un porcentaje de sólido en una cantidad mínima de agua necesaria puede ser dispersado, por tanto, la viscosidad de la suspensión y la concentración de sólidos suspendidos indican el contenido de agua en suspensión con viscosidad y la cantidad de agua recomendada para hacer la suspensión de material caolín en forma líquida. Por tanto, el caolín tiene una buena reología, por lo que tiene suspensión de altas concentraciones de sólidos, baja viscosidad en altos porcentajes de sólidos. (Murray, 2007).

Plasticidad

La plasticidad del caolín está relacionada con el grado de empaquetamiento de sus partículas, por lo que será tan alta cuanto más fina sea su distribución granulométrica.

La relación entre la plasticidad y la resistencia mecánica permite la evaluación de la plasticidad a través de la determinación del módulo de rotura en seco de probetas extrusionadas. (Bartolomé, 1997)

Usos

Industria cerámica

Los usos del caolín pueden ser varios, en la industria de la cerámica se da para la fabricación de materiales cerámicos como la porcelana, gres, loza sanitaria, electrocerámico y para aislantes térmicos y en la industria cementera. (García y Suárez, 2013)

Papel

Otro uso que se le da al caolín está en la industria del papel, proporciona el estucado, facilita la impresión, produce la textura suave de los papeles fibrosos y sustituye a la pulpa como carga o relleno entre las fibras de celulosa. Dicho esto, algunas clases de papel contienen sobre el 30% en peso de pigmentos minerales de los cuales una gran proporción es el caolín. (Bartolomé, 1997)

Pintura

En las industrias de pintura, el caolín, encuentran en él un material competitivo con otros productos en cuanto a blancura, sin embargo, no llega a conseguir por sí solo el poder cubriente de otros pigmentos blancos. (Bartolomé, 1997)

Plásticos

En las industrias de plásticos, el uso del caolín está sustituir a las resinas como carga más económica, así de poder disponer de un fino y uniforme tamaño, baja absorción y buena facilidad de dispersión. (Bartolomé, 1997)

Industria química

Otros usos que se pueden dar con el caolín, como en la industria química en la fabricación de sulfatos, fosfatos y cloruros de aluminio, así como para la fabricación de ceolitas sintéticas. Otra industria que se beneficia con el caolín es la industria farmacéutica como elemento inerte en cosméticos y como elemento activo en absorbentes estomacales. (García y Suárez, 2013)



Figura 1.6 Representación gráfica de caolín para cerámica.

Fuente: Autor

1.5.3 Descripción y definición de los feldespatos

Los feldespatos se consideran como los minerales más comunes en la corteza terrestre aparte del cuarzo. Los feldespatos pertenecen a la familia de minerales silico-aluminosos potásicos, sódicos y/o cálcicos. Dentro de los feldespatos potásicos se denominan ortoclasas, tales como la ortosa y la sanidina, por otro lado, los feldespatos calco-sódicos se denominan plagioclasas, tales como la albita, andesina, labradorita y la anortita. Los feldespatos también se consideran importantes en la determinación de la acidez o basicidad de las rocas ígneas.

De acuerdo a sus propiedades, los feldespatos se alteran fácilmente por efecto de la alteración química dando como resultado arcillas de varios colores de acuerdo a factores como la presencia de óxidos y el clima donde se encuentran situados. (Dávila, 2011)

Los feldespatos son los minerales conjuntamente con el cuarzo, los más comunes en la corteza terrestre, que básicamente está compuesto por tres componentes con su fórmula ($XAlSiO_8$), donde X puede ser Sodio (Na), Potasio (K) o Calcio (Ca)

Puede existir una variación de los feldespatos cuando la relación entre el aluminio y silicio es en la misma proporción, denominándose, así como feldespatoideos, mientras que, si la proporción de silicio es mayor, se sigue manteniendo la clasificación como feldespatos. (Dirección General de Minería, 2014)

En la industria cerámica, los feldespatos más usados son los alcalinos, esto es, feldespato sódico y potásico. La estructura de los feldespatos alcalinos está en función de tres factores: a) Factor químico, b) Simetría, c) Variación entre silicio y aluminio Si/Al. (Sánchez y García, 1992)

Propiedades

Las propiedades del caolín son las siguientes (Garcés, 2014).

- Tiene una densidad entre 2.5 y 2.8 g/cm³.
- Tiene un brillo vidrioso o nacarado.
- Presenta una dureza entre 6 y 6,5 en la escala de Mohs.
- Presenta un color blanco, grisáceo, verdoso, entre otros.
- Se funde completamente a 1530 °C.

Composición química

El análisis químico de los feldespatos se lo considera de mayor importancia debido que demuestra el comportamiento del material bajo condiciones, en la composición química de los feldespatos está los contenidos de SiO₂, Al₂O₃, Na₂O y K₂O. (Kyonka y Cook, 2007)

Ortoclasa

Las ortoclasas pertenecen al grupo de los feldespatos potásicos, los cuales están definidos con propiedades físicas, tales como agente reductor de la conductividad eléctrica, proporciona una mayor resistencia, así como ajustar la resistencia a la tensión y elasticidad. Está compuesto por óxidos de silicio, aluminio y potasio principalmente. (Dirección General de Minería, 2014)

Plagioclasas

Las plagioclasas pertenecen al grupo de los feldespatos sódicos, se caracteriza por ser un fundente poderoso y altamente reactivo, mejora la resistencia a la flexión y al impacto, incrementa la resistencia a los esfuerzos, además de añadir dureza y brillo. (Dirección General de Minería, 2014)

Usos

Industria cerámica

El principal uso de los feldespatos se da en la industria cerámica, en la manufactura de vidrio, electrodomésticos y en la fabricación de porcelana. Sus características fundamentales y su comportamiento en presencia de otros constituyentes, son importantes consideraciones en la formulación de las composiciones de la cerámica. (Kyonka y Cook, 2007)

Vidrio

En la industria de la fabricación de vidrio, se usa para la fabricación de ladrillo vidriado, baldosas huecas, lana de vidrio y tubos para televisión, combinación de fibras de vidrio, tales como aniatos y plástico. (Dirección General de Minería, 2014)

Industria cerámica

En la industria cerámica, los feldespatos, se les da el uso para la fabricación de azulejos para pisos y paredes, lozas, accesorios vitrificados para plomería y vidrios cerámicos, lustres, entre otros. Dentro de la industria cerámica, también se da la formulación de los feldespatos como esmaltes vítreos, debido a que baja la temperatura de fundición e incrementa la velocidad de fundición e influencia en la viscosidad del esmalte. (Dirección General de Minería, 2014)



Figura 1.7 Representación gráfica de feldespato potásico para cerámica.

Fuente: (Esmalte y Color, 2020).

1.6 Procesos productivos en la minería a cielo abierto

Para la correcta ejecución de la explotación en la minería a cielo abierto, los procesos productivos se encuentran el destape o desmonte, en el cual se lo puede ejecutar con maquinaria pesada como un buldócer, el arranque y carguío, que de igual manera de acuerdo a las características físicas en la minería de no metálicos, se lo puede ejecutar con una excavadora; el transporte, en dicho proceso se lo realiza con camiones volquetes, con capacidades acorde a la producción en la explotación; la clasificación del material, que generalmente es usado una trituración, ya sea primaria o secundaria, y la molienda; finalmente, la comercialización del material, que de acuerdo a los precios en el mercado, el material es vendido como materia prima.

1.6.1 Destape o desmonte

En esta etapa se realiza el desmonte de todo tipo de material de sobrecarga que se encuentre sobre el material de interés que se vaya a extraer, y así dejar el material en

condiciones óptimas para su arranque, ya sea por medios mecánicos, tales como equipos como buldócer, o por la una ejecución de una voladura.

En esta etapa se lleva a cabo realizando trincheras de acceso, donde va en función de sus parámetros tales como el largo, ancho, pendiente, ángulo de talud y equipos de excavación. (Barragán, 2007)

En el desmonte se realiza la laborar de retirar la capa vegetal, para así avanzar con una vía de acceso al yacimiento o depósito mineral, dicha capa vegetal es retirada por maquinaria pesada, en la cual posteriormente dicho material deberá ser acumulado y almacenado para una posterior revegetación en el terreno donde hayan terminado las labores mineras. (Ávila y Tobo, 2014)

1.6.2 Arranque

El arranque, se define como la operación de extracción de material mineral y estéril de la zona a explotar. Esta operación se encuentra en función de la calidad de la roca, tipo de material, topografía del terreno, entre otras. Para la efectuación de dicha operación dependerá si se utilizará medios mecánicos, tales como equipos mineros o por medios explosivos, a través de la perforación y voladura. (Ávila y Tobo, 2014)

Esta etapa, en función de la calidad de la roca, se realizará perforación con ayuda de equipos de perforación y voladura con la ayuda de explosivos en caso de rocas de una dureza mayor; por otro lado, en caso de rocas con una dureza menor, el arranque se realiza a través de equipos mecánicos, tales como excavadoras, que disgregan la roca para luego ser cargados a los volquetes. (Barragán, 2007)

1.6.3 Carguío y Transporte

La etapa de carguío se efectúa mediante los equipos que realizan el arranque para así ser cargados a los equipos de transporte, los cuales estos transportan el material hacia el lugar de almacenamiento o a la planta de tratamiento.

Dichos equipos de transporte pueden ser volquetes mineros, cintas transportadoras, locomotoras, cables aéreos, entre otros. (Barragán, 2007). El material extraído de los frentes de desarrollo, preparación y explotación, es cargado por directamente a camiones volquetes de diferentes capacidades de acuerdo a la exigencia de la producción, para así ser transportados directamente al botadero, a los centros de tratamiento o a los centros de comercialización. (Ávila y Tobo, 2014)

1.6.4 Clasificación

La clasificación se ejecuta dependiendo del tipo de arranque del material, es decir, si su arranque se realizó por medio de perforación y voladura, el material es llevado a una trituradora ya sea de mandíbulas o cónica, por otro lado, si el material ha sido arrancado por medios mecánicos como excavadoras es llevado hasta zarandas para realizar su clasificación y así obtener distintos productos finales. (Barragán, 2007)

1.6.5 Comercialización

Los productos finales que son obtenidos en la faena minera, son finalmente comercializados en función de las necesidades del consumidor y así abastecer el mercado con los productos ofertantes con un precio estandarizado de acuerdo al mercado. (Barragán, 2007)

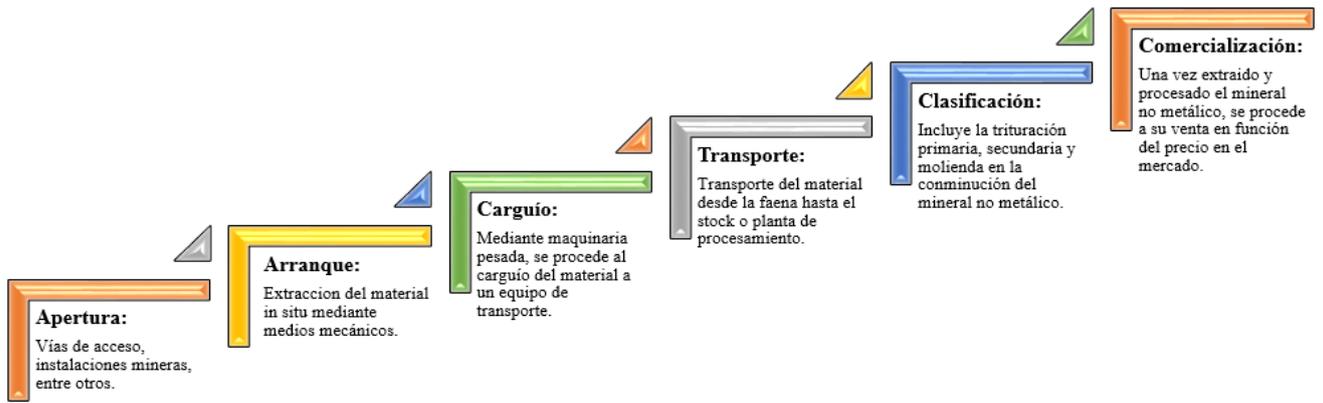


Figura 1.8 Representación gráfica de etapas productivas en minería de no metálicos.

Fuente: Autor



Figura 1.9 Representación gráfica de procesos productivos en minería de no metálicos.

Fuente: Autor

1.7 Aspectos económicos en la minería de no metálicos

La minería al igual que cualquier tipo de negocio, su finalidad es generar beneficios económicos para la empresa minera, es decir, mediante la extracción y procesamiento del mineral no metálico, definiendo sus costos operativos y de distribución quede como resultado final una utilidad en dinero a través de su venta, a continuación, se detalla cada aspecto económico que incide en la minería de no metálicos.

1.7.1 Negocio minero

Es el conjunto de actividades civiles, comerciales o de otra naturaleza que se relacionan directamente, con la adquisición, investigación, prospección, exploración y explotación de yacimientos minerales; con el beneficio de minerales y obtención, a partir de ellos de productos de fundición, entre otros. (Buscetto, 2001)

1.7.2 Costo

La definición de costo se entiende por la suma de erogaciones en que incurre una persona o empresa para la adquisición de un bien o servicio, con el objetivo de que genere un ingreso en el futuro. (Rojas, 2007)

El costo se define también como una inversión en dinero que una persona natural o una empresa realiza, con el fin de efectuar labores de producir un producto, comercializar mercancías y/o prestar servicios. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2009)

1.7.3 Costos directos

Los costos directos representan el valor de aquellos recursos que se pueden identificar y cuantificar para cada unidad de producción, tales como la materia prima directa y la mano de obra directa. Las materias primas directas la ficha técnica del producto y la mano de obra directa se refiere a los salarios de obreros u operarios que intervienen directamente en la elaboración de un producto o prestación de un servicio. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2009)

1.7.4 Costos variables

Los costos variables se definen como aquellos costos que aumentan o disminuyen en cantidad o valor según el número de unidades producidas o vendidas. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2009)

1.7.5 Costos fijos

Los costos fijos se presentan sea cual fuera el volumen de producción, ventas o servicios prestados, es decir, su valor no depende del número de unidades producidas o vendidas. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2009)

1.7.6 Costos unitarios

Se define como el costo total dividido entre la unidad de medida que se desea analizar para así obtener un costo por cada unidad de servicio, de atención, de producción, etc. (Kaplan y Cooper, 2007)

1.7.7 Costos de producción

Se definen así a los costos que se generan durante el proceso de transformar la materia prima en un producto final y elaborado. (Rojas, 2007)

Materia prima

Son aquellos todos materiales que pueden determinarse de manera cuantitativa del producto y cuyo importe es considerable. (Rojas, 2007)

Constituye el insumo esencial que es sometido a procesos de transformación con el fin de obtener un producto determinado o semielaborado. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

Mano de obra

Está definido por los honorarios o salarios, que se ofrece al personal que interviene directamente en la transformación de la materia prima en un producto elaborado final. (Rojas, 2007)

Se refiere también a la fuerza de trabajo que participa de manera directa en la transformación de la materia prima en productos elaborados, ya sea que se intervenga manualmente o con el uso de maquinaria. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

Costos generales de fabricación

A estos costos, se los denomina también como carga fabril, son aquellos costos que intervienen dentro del proceso de transformar la materia prima en un producto elaborado final, tales como, los costos de energía, combustibles para maquinaria, entre otros. No tienen ninguna relación con los costos de material directo y mano de obra. (Rojas, 2007)

1.7.8 Gasto

Se define como los valores que se utilizan para cumplir con las funciones de administrar, vender y financiar. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

1.7.9 Costo de administración

Se define como aquellos egresos incurridos en actividades de planificación, organización, dirección, control y evaluación de la empresa. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

1.7.10 Costos financieros

Denominadas también cargas financieras, se definen como pagos tales como intereses y comisiones que se realizan a instituciones bancarias y financieras. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

1.7.11 Costos de ventas

Se definen como aquellos desembolsos producidos por la ejecución de la función de ventas. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

1.7.12 Costos indirectos

Son aquellos costos que están compuestos por todos aquellos costos que no participan directamente en el proceso de la transformación de la materia prima en un producto terminado o elaborado, sino que son costos auxiliares para que se cumplan dichos procesos.

Dentro de dichos costos indirectos se puede incluir los materiales, mano de obra y gastos estructurales como alquileres, amortizaciones, impuestos, etc. (Pino, 2017).

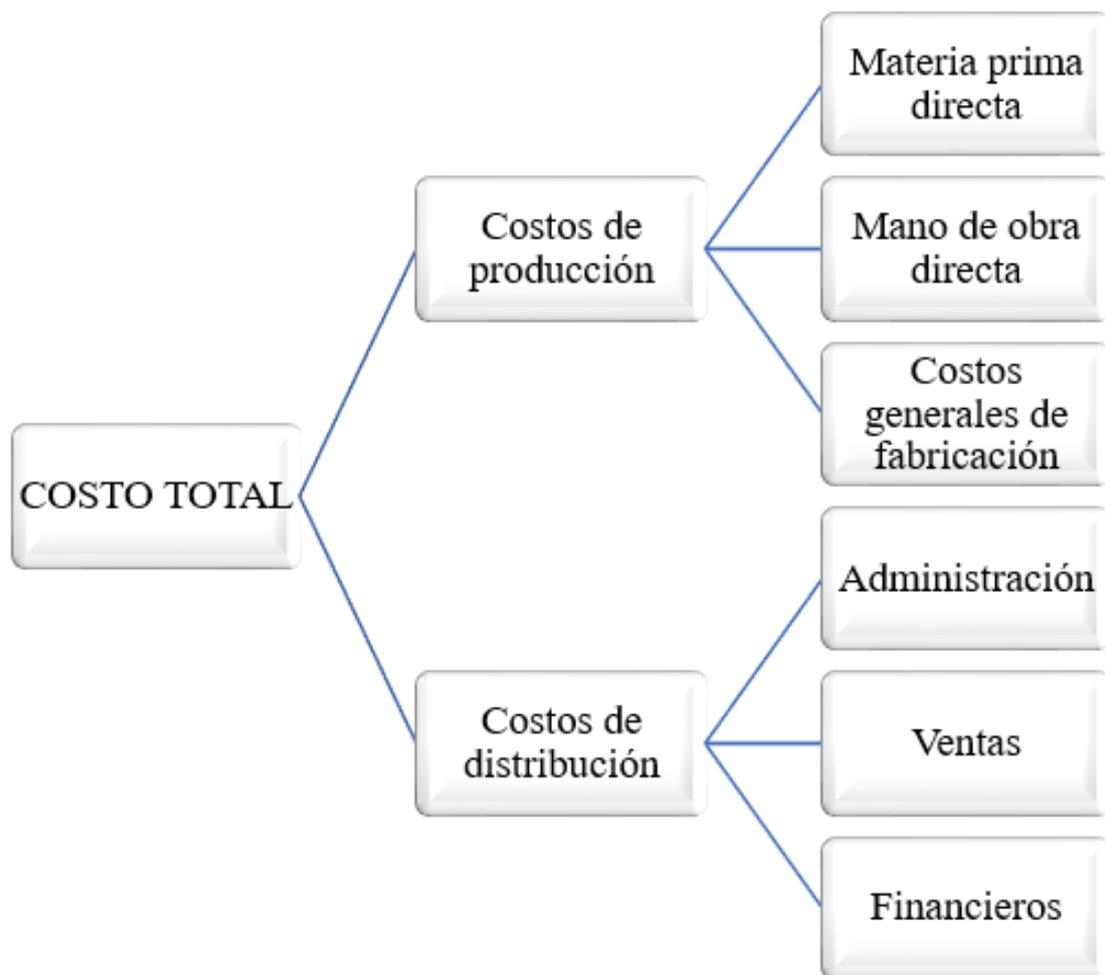


Figura 1.10 Representación gráfica de costos y gastos.

Fuente: Autor

Los parámetros de los ingresos por ventas, es la resta matemática entre los costos de producción y la utilidad bruta producto de vender dicho material no metálico, en minería como en todo negocio es importante que la utilidad bruta sea mayor que los costos de producción, para así obtener una utilidad neta de ingresos por la venta del material, en la siguiente ilustración se establece dichos parámetros:

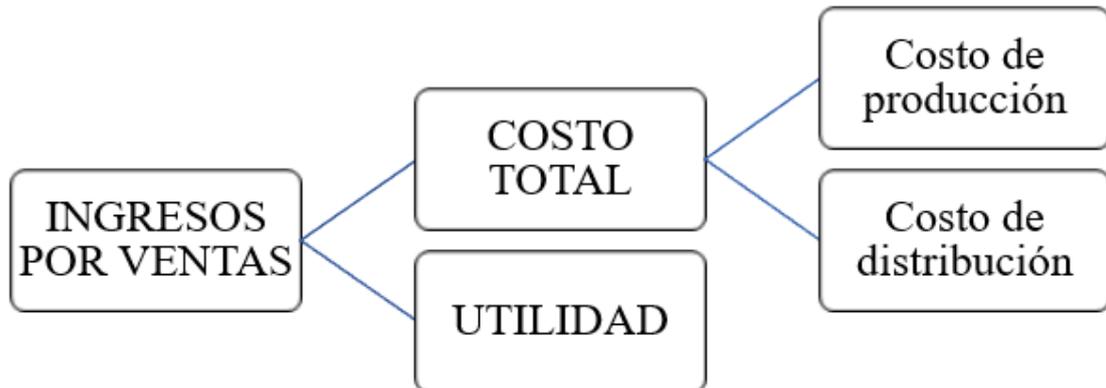


Figura 1.11 Representación gráfica de ingresos por ventas, costos y gastos.

Fuente: Autor

1.7.13 Costos de ingeniería

Se denominan costos de ingeniería a aquellos que forman parte del periodo en el caso que el proyecto sea económica y técnicamente viable. Existen tres tipos de costos de ingeniería (Cuéllar y Abarca, 2003):

Ingeniería conceptual

Se estima de manera general la inversión de la mina, de la planta de beneficio y la infraestructura a grandes rasgos.

Ingeniería básica

Se ejecuta en el momento en que se considera viable el proyecto; en esta fase se elaboran los diseños y planos donde se establecen aquellos criterios básicos de las instalaciones y construcciones.

Ingeniería de diseño

Aquí se elaboran los planos con detalles suficientes para iniciar la construcción; se hacen también las estimaciones de obra que es el presupuesto que se usará como control del proyecto durante su ejecución.

1.7.14 Costos ambientales y sociales

Los costos relacionados a asuntos ambientales y sociales son aquellos programas y acciones que la compañía minera planifica y ejecuta con la finalidad de prevenir y contribuir en el desarrollo y mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores del área donde realizan sus actividades. (Chirinos, 2011)

En los costos ambientales está asociado la evaluación de la calidad del aire y agua, inversión en infraestructura para prevenir el impacto ambiental, por otro lado, los costos sociales están vinculados a inversión en infraestructura, capacitación para empleo en minería, apoyo en educación y salud a la comunidad aledaña, entre otros. (Chirinos, 2011)

1.7.15 Costo total

Se define como la sumatoria de los costos de producción más los costos de distribución. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

$$CT = CP + CD \quad (1)$$

Donde:

$$CT = \text{Costo Total}$$

$CP = \text{Costo de Producción}$

$CD = \text{Costo de Distribución}$

1.7.16 Costos de distribución

Se define como la sumatoria de los gastos administrativos, gastos de ventas y gastos financieros. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

$$CD = GA + GV + GF \quad (2)$$

Donde:

$CD = \text{Costo de Distribución}$

$GA = \text{Gasto Administrativo}$

$GV = \text{Gasto de Ventas}$

$GF = \text{Gastos Financieros}$

1.7.17 Costo de producción

Se define como la sumatoria de los costos de la materia prima directa, mano de obra directa y gastos generales de fabricación. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

$$CP = MD + MOD + GGF \quad (3)$$

Donde:

$CP = \text{Costo de Producción}$

$MD = \text{Materia prima directa}$

$MOD = \text{Mano de Obra Directa}$

$GGF = \text{Gastos Generales de Fabricación}$

1.7.18 Costo por consumo de combustible

$$\text{Factor de ajuste mensual} = \frac{\text{Horas laboradas al mes}}{\text{Horas de cambio de combustible}} \quad (4)$$

Para la determinación del consumo mensual de combustible se resolverá mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo mensual de combustible} = Vc * Fa * Ne, \left(\frac{\text{gal}}{\text{mes}} \right) \quad (5)$$

Donde:

Vc = Volumen de consumo por horas

Fa = Factor de ajuste mensual

Ne = Número de equipos

1.7.19 Costo de producción unitario

Se define como la división del costo de producción para el número de unidades producidas. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

$$CPu = \frac{CP}{Q} \quad (6)$$

Donde:

CPu = Costo de Producción Unitario

Cp = Costo de Producción

Q = Cantidad de unidades producidas

1.7.20 Costo total unitario

Este costo se obtiene mediante la relación existente entre el costo total y el número de unidades producidas. (Vallejo y Chilquinga, 2017)

$$CTu = \frac{CT}{Q} \quad (7)$$

Donde:

CTu = Costo Total Unitario

CT = Costo Total

Q = Cantidad de unidades producidas

CAPÍTULO II

PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA MINERÍA DE NO METÁLICOS

2.1 Descripción de los procesos productivos en minería no metálica

2.1.1 Descripción de los procesos productivos en minas de arcilla

La explotación y extracción de las arcillas, generalmente se efectúa a cielo abierto, utilizando medios mecánicos conocidos dentro de la industria minera. Los yacimientos de arcilla pueden variar en diferentes sitios de emplazamiento, por tanto, la carga de estéril a remover en mayor parte de las explotaciones son inferiores a los 15 metros de altura.

El procesamiento industrial de las arcillas, producto de la extracción de la cantera, es fijado por la naturaleza y uso al que se destine el material. Generalmente, dicho procesamiento, se refiere a un machaqueo previo y eliminación de la humedad, para así pasar a una molienda hasta obtener los tamaños de partícula deseados. Finalmente, en la etapa de secado, la temperatura de secado, igualmente dependerá de la utilización posterior de la arcilla. De acuerdo a estudios previos de explotación de material de arcilla se obtiene que los procesos productivos para la extracción de este son:

2.1.1.1 Apertura o destape

Las labores mineras de apertura consisten en el laboreo del frente de trabajo y las herramientas adecuadas para ejecutarla. La apertura se realiza generalmente con buldócer para conectar a los trabajadores con el frente de trabajo, lo cual debe garantizar el funcionamiento normal de los flujos de carga en la cantera.

2.1.1.2 Sistema de arranque y carguío

El arranque de material de arcilla, se efectúa mediante forma directa con una retroexcavadora o cargadora frontal, que, de acuerdo a las características técnicas de explotación del yacimiento de arcilla, tales como la altura del banco diseñado; y a su vez, el ejercicio de carguío, se lo realiza con el mismo equipo, que cuenta con una capacidad de cucharón en función del material requerido a extraer. El sistema o secuencia de arranque, dependerá del método de explotación, ya sea por bancos descendentes o bancos ascendentes.

2.1.1.3 Transporte

Esta labor es realizada por medio mecánico, es decir, se realiza el transporte por camiones volquetes, que en este caso serán de una capacidad que dependerá de la producción necesaria a cumplir, lo cual dicho camiones seleccionados deberán cumplir con el objetivo de transportar el material desde los frentes de explotación de arcilla hasta las zonas de acopio o hacia la escombrera.

2.1.1.4 Clasificación

La clasificación de las arcillas se lo realiza con un machaqueo previo mediante un molino de martillos, y la eliminación de la humedad, por lo cual dicha temperatura de secado estará en función del uso final de la arcilla.



Figura 2.1 Representación gráfica de proceso productivo en minas de arcilla.

Fuente: Autor

2.1.2 Descripción de los procesos productivos en minas de caolín

Para la explotación de caolín, usualmente los procesos de producción van desde la apertura o destape del depósito, que conlleva la construcción de vías y accesos hacia el yacimiento, ya sea por medio mecánicos, luego se realiza el proceso de arranque, carguío y transporte del material para consecuentemente realizar el procedimiento correspondiente de tratamiento del mineral en función del producto final que se requiera del caolín, es decir, su uso final.

2.1.2.1 Apertura

El proceso operativo de apertura, hace referencia a la remoción de la capa vegetal o carga de estéril que se encuentre por encima del depósito mineral, dicho proceso se lo ejecuta mediante un buldócer.

2.1.2.2 Sistema de arranque y carguío

En la explotación de caolín, dependiendo de las características topográficas del terreno, y propiedades físicas del caolín, generalmente se realiza una excavación, mediante el uso de una retroexcavadora hidráulica, la cual cumple la función de cargar dicho material al equipo de transporte.

2.1.2.3 Transporte

Una vez hecho el proceso de carguío, los equipos de transporte, ya sean cintas transportadoras, volquetes mineros, entre otros. Cumplirán con la función de trasladar el material desde la faena o frente de explotación hasta el acopio o zona de stock, para así después realizar el tratamiento correspondiente del caolín.

En los procesos de obtención del caolín se clasifican en dos procesos básicamente de acuerdo a la calidad del caolín: El primer método, llamado el método en seco, es utilizado

en caolines con un mayor contenido de sílice y el segundo método, llamado método en húmedo es utilizado en caolines con un mayor contenido de alúmina, para el uso del caolín en la industria cerámica y demás industrias. En el método en seco solo se remueve la arena, y se clasifica el caolín por tamaño para luego pasar por el proceso de secado.

2.1.2.4 Trituración

Una vez realizada la extracción del caolín, se procede a reducir su tamaño mediante una triturada de quijada, dando por resultado un producto de menor tamaño y casi uniforme.

2.1.2.5 Secado

El material después de haber sido pasado por el proceso de trituración es transportado por cintas transportadoras para ser descargado en tolvas de alimentación de secadores de tipo rotativo y a contra corriente, con el fin de eliminar la humedad.

2.1.2.6 Molienda

El proceso continúa una vez que el caolín esté seco, es conducido por cintas transportadoras a una tolva de alimentación de un molino de rodillos para reducir su tamaño entre las mallas 200 y 325, para continuar con el proceso de clasificación.

2.1.2.7 Clasificación

En el clasificador, se cumple la función de separar el producto deseado del no deseado, lo cual el producto no deseado o de un tamaño mayor regresa nuevamente al proceso de molienda.



Figura 2.2 Representación gráfica de proceso de producción en minas de caolín.

Fuente: Autor

2.1.3 Descripción de los procesos productivos en minas de feldspatos

Los procesos productivos de los feldspatos van desde su extracción, se ejecuta las labores de apertura, arranque, carguío y transporte para luego ser llevado a un proceso de beneficio del mineral que incluye la trituración, la molienda y el secado, para así finalmente ser usado como material para la industria cerámica como en otros tipos de usos del mineral no metálico.

2.1.3.1 Apertura

Esta labor consiste en el retiro de la capa vegetal, para avanzar una vía de acceso o para realizar un corte de talud, este retiro de la capa vegetal se realiza con maquinaria pesada, generalmente un buldócer o con una retroexcavadora.

2.1.3.2 Sistema de arranque y carguío

El arranque consiste en la operación de extraer el mineral y el estéril del área de explotación, este depende de características físicas del material y de la zona de explotación como la topografía del terreno; para el arranque del material, generalmente se lo realiza mediante el uso de una retroexcavadora, el carguío se lo realiza de igual manera con la misma maquinaria una vez realizada la operación de arranque del mineral y estéril, es cargado a camiones que vayan a realizar el labor de transporte del material.

2.1.3.3 Transporte

Una vez realizada la carga del material arrancado de la zona de explotación mediante el uso de retroexcavadoras, los camiones volquetes que van a realizar el transporte con sus capacidades de carga acorde a la producción requerida, transportarán el material ya sea el mineral y/o estéril a zonas de acopio, planta de tratamiento, zonas de consumo o botaderos.

2.1.3.4 Trituración

En esta etapa corresponde al paso del mineral por la trituración primaria y secundaria; la trituración primaria se efectúa con una trituradora de quijadas ya sea en un circuito abierto y en ocasiones en un circuito cerrado. La trituración secundaria es realizada con una trituradora de cono que reduce el tamaño del grano a menos de 30 milímetros.

2.1.3.5 Molienda

Posteriormente de la trituración, por medio de bandas transportadoras se lleva el material obtenido a un circuito cerrado de molinos, obteniéndose así el primer producto comercial con una granulometría menor a 3 milímetros. El material mayor a esta media de tamaño retorna nuevamente a los molinos hasta obtener el tamaño de partícula deseado.

2.1.3.6 Secado

Como último proceso productivo de los feldespatos, se da cuando el material es pasado del proceso de molienda al proceso de secado en hornos secadores rotatorios, en esta fase se elimina la humedad del material, esta fase se considera importante para la calidad del producto final.



Figura 2.3 Representación gráfica de proceso de producción en minas de feldespatos.

Fuente: Autor

2.2 Clasificación de costos y gastos en el proceso productivo en la minería no metálica

Tabla 2.1 Costos de producción para la explotación de arcilla, caolín y feldespatos

COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA ARCILLA		COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA CAOLÍN		COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA FELDESPATOS	
COSTOS DIRECTOS		COSTOS DIRECTOS		COSTOS DIRECTOS	
MANO DE OBRA DIRECTA	EQUIPOS	MANO DE OBRA DIRECTA	EQUIPOS	MANO DE OBRA DIRECTA	EQUIPOS
Fase de apertura		Fase de apertura		Fase de apertura	
Operador buldozer	buldozer	Operador buldozer	buldozer	Operador buldozer	buldozer
Fase de arranque y carguio		Fase de arranque y carguio		Fase de arranque y carguio	
Operador retroexcavadora	retroexcavadora	Operador retroexcavadora	retroexcavadora	Operador retroexcavadora	retroexcavadora
Fase de transporte		Fase de transporte		Fase de transporte	
Operador volquete	Camión volquete	Operador volquete	Camión volquete	Operador volquete	Camión volquete
Fase de secado		Fase de trituración		Fase de trituración primaria	
Operador de secador	Secador rotativo	Operador y ayudante trituración	Trituradora de mandibulas	Operador y ayudante trituración	Trituradora de mandibulas
COSTOS INDIRECTOS		Fase de secado		Fase de trituración secundaria	
Mano de obra indirecta		Operador de secador u horno	Secador rotativo	Operador y ayudante de trituración	Trituradora de conos
Ingeniero en minas		Fase de molienda		Fase de molienda	
Inspector de mina		Operador y ayudante de molienda	Molino de martillos	Operador y ayudante de molienda	Molino de martillos
Guardia de seguridad		Fase de clasificación		Fase de secado	
Costos de administración		Operador de clasificadora	Zaranda vibratoria	Operador de secador	Secador rotativo
Personal de administración		COSTOS INDIRECTOS		COSTOS INDIRECTOS	
Contadora		Mano de obra indirecta		Mano de obra indirecta	
Secretaria		Ingeniero en minas		Ingeniero en minas	
Insumos de oficina		Inspector de mina		Inspector de mina	
Servicios públicos		Guardia de seguridad		Guardia de seguridad	
Agua		Inspector de planta		Inspector de planta	
Luz		Costos de administración		Costos de administración	
Internet		Personal de administración		Personal de administración	
Costos de venta		Contadora		Contadora	
Fletes		Secretaria		Secretaria	
Seguros de mercaderia		Insumos de oficina		Insumos de oficina	
Comisiones de ventas		Servicios públicos		Servicios públicos	
Regalias		Agua		Agua	
3% DEL COSTO DE PRODUCCIÓN (PAGO SEMESTRAL)		Luz		Luz	
Patente de conservación		Internet		Internet	
2% SBU ECUADOR * NÚMERO DE HECTÁREAS CONCESIONADAS		Costos de venta		Costos de venta	
COSTO TOTAL AL MES		Fletes		Fletes	
		Seguros de mercaderia		Seguros de mercaderia	
		Comisiones de ventas		Comisiones de ventas	
		Regalias		Regalias	
		3% DEL COSTO DE PRODUCCIÓN (PAGO SEMESTRAL)		3% DEL COSTO DE PRODUCCIÓN (PAGO SEMESTRAL)	
		Patente de conservación		Patente de conservación	
		2% SBU ECUADOR * NÚMERO DE HECTÁREAS CONCESIONADAS		2% SBU ECUADOR * NÚMERO DE HECTÁREAS CONCESIONADAS	
		COSTO TOTAL AL MES		COSTO TOTAL AL MES	

2.2.1 Clasificación de costos y gastos en el proceso productivo en minas de arcilla

Se requiere un análisis del costo total de producción para la explotación y procesamiento de material de arcilla en una mina de carácter privada en la provincia del Azuay. Para dicho cálculo se tiene un escenario de simulación, en la cual se manejará una producción diaria de 400 t/día en una concesión minera de 10 hectáreas.

Costos directos

Los costos directos o conocidos también como costos operativos o de producción, son aquellos que influyen directamente en el proceso de arranque, carguío y transporte. Para el presente análisis se tomó en cuenta, que la empresa minera cuenta con maquinaria propia y con personal contratado para cada equipo para cumplir las labores mineras, la segunda alternativa es aquella en la que la empresa cuenta con equipo alquilado en la cual el personal que trabaja en dichos equipos se encuentra en el costo de dicho alquiler.

Costos de mano de obra directa

La mano de obra directa está conformada por aquellos trabajadores que tienen una relación directa con los procesos productivos de la extracción de arcilla, tales como el proceso de apertura, arranque, carguío, transporte y molienda del material

Tabla 2.2 Mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de arcilla.

Mano de Obra Directa	
Personal Requerido	N°
Operador de retroexcavadora	1
Operador de buldócer	1
Chofer de volquete	1
Ayudante de mina	1
Operador secador	1

De acuerdo a una jornada de trabajo de 8 horas diarias de lunes a sábado, los 30 días correspondientes al mes, en la siguiente tabla se indica sus sueldos de acuerdo a la tabla de sueldos y salarios mínimos en Ecuador en el año 2020, con el costo de hora suplementaria y hora extraordinaria de acuerdo al monto de su salario, del mismo modo, de acuerdo al reglamento ecuatoriano, las horas suplementarias tienen un máximo de 48 horas al mes y las horas extraordinarias, es decir aquellas horas que se cumplen en domingos, feriados u horarios fuera de lo establecido, igualmente es de 48 horas máximo al mes.

Tabla 2.3 Sueldo de mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de arcilla.

SUELDO DEL PERSONAL OPERATIVO				
Personal Requerido	Sueldo unitario mensual	Costo Hora	Costo Hora Suplementaria	Costo Hora Extraordinaria
Operador buldócer	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Operador retroexcavadora	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Chofer volquete	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Ayudante de mina	\$436.07	\$1.82	\$0.91	\$3.63
Operador secador	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16

De acuerdo a la base de cálculo de provisiones pertenece a las cantidades que, por la ley ecuatoriana vigente, se encuentra el pago del décimo tercer sueldo, décimo cuarto sueldo, aporte patronal del 11.15% del sueldo por pagar al trabajador dirigido al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), aporte personal del 9.45% de lo percibido del sueldo por mes al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), fondos de reserva.

A continuación, se detallará los costos percibidos por mes por parte de la mano de obra directa, tomando en cuenta la sumatoria por los costos de hora suplementarias, extraordinarias, provisiones, finalmente cabe recalcar que la sumatoria de horas

suplementarias se tomará en cuenta como un 50% de las 48 horas máximas laborables al mes y el 15% en horas extraordinarias laborables de las 48 horas máximas al mes, en base a datos experimentales en diferentes minas en producción. Finalmente, lo percibido al mes por cada trabajador es sumado a las horas extras y suplementarias que se puede hacer al mes.

Tabla 2.4 Rol de provisiones para los trabajadores en minas de arcilla.

Personal Requerido	Décimo tercer Sueldo	Décimo cuarto Sueldo	Aporte IESS Personal 9.45%	Aporte IESS Patronal 11.15%	Fondo de Reserva 8.33%	Total de Ingresos Mensual
Operador buldócer	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Operador retroexcavadora	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Chofer volquete	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Ayudante de mina	\$42.06	\$33.33	\$47.70	\$56.28	\$42.04	\$574.44
Operador secador	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61

Costos de equipo protección personal para los operarios

Si bien el costo de los equipos de protección personal se considera como una inversión inicial para el proyecto, es importante el costo de dichos equipos para este análisis de costos debido que, al contar con personal contratado y maquinaria propia, los trabajadores deben contar con equipo de protección personal brindado por cada empresa minera, además tomando en cuenta que de acuerdo las leyes nacionales dichos equipos deben ser cambiados por lo menos dos veces por año.

Tabla 2.5 Costo de equipos de protección personal para el personal operativo en minas de arcilla.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL				
Descripción	N°	Precio Unitario	Precio Total	Total Año
Casco	5	\$15.00	\$75.00	\$150.00
Chaleco reflectivo	5	\$3.00	\$15.00	\$30.00

Gafas de protección	5	\$12.00	\$60.00	\$120.00
Mascarillas	5	\$1.00	\$5.00	\$10.00
Orejeras	4	\$25.00	\$100.00	\$200.00
Guantes de látex	5	\$7.00	\$35.00	\$70.00
Zapatos de seguridad	5	\$45.00	\$225.00	\$450.00
Fajas para espalda	5	\$25.00	\$125.00	\$250.00
TOTAL AÑO				\$1,280.00
TOTAL MENSUALIZADO				\$106.66

Resumen de costos de mano de obra directa

A continuación, se resume los valores analizados en los incisos 2.4 y 2.5.

Tabla 2.6 Resumen de costos de mano de obra directa.

Personal Requerido	Liquido por mes	Aporte Patronal	Costo total mes
Operador buldócer	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Operador retroexcavadora	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Chofer volquete	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Ayudante de mina	\$574.44	\$56.28	\$630.72
Operador secador	\$641.61	\$63.26	\$704.87
COSTO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL			\$106.66
COSTO TOTAL POR MES			\$3,556.86

Costos directos con maquinaria propia

Dentro de las propuestas desarrolladas para determinar los costos de maquinaria para las distintas fases de producción, se encuentra la propuesta que en una mina de explotación de arcilla se cuente con las maquinarias necesarias para realizar cada labor, por tanto, de acuerdo a las características técnicas de cada equipo se tomará en cuenta el consumo de combustible, lubricantes, mantenimiento, cambio de repuestos de las piezas que presenten un daño o desgaste, entre otros.

Tabla 2.7 Equipos necesarios para el proceso productivo en minas de arcilla.

EQUIPOS
Bulldócer
Retroexcavadora
Volquete minero
Secador rotativo

Consumo de combustible

Para el cálculo de los consumos de aceite y diésel en las maquinarias de los procesos productivos de arranque, carguío y transporte, en base a experiencia de trabajadores y operadores, en donde se ha calculado un factor de ajuste mensual de acuerdo a las 8 horas de trabajo diarias.

Por tanto, en el factor de ajuste mensual será aplicado al volumen de cambio de aceite cada 250 horas o 22 galones, de acuerdo a técnicos expertos en maquinarias pesadas.

$$\text{Factor de ajuste mensual} = \frac{208 \text{ horas}}{250 \text{ horas}} = 0.832 \quad (8)$$

En las siguientes tablas se indican las características técnicas necesarias y el costo por hora de cada equipo necesario para las labores de producción.

Diésel

De acuerdo al factor de ajuste mensual para el consumo de combustibles; el costo nacional a octubre de 2020 en Ecuador es de 1.85 \$/galón de acuerdo con los precios establecidos por parte del Ministerio de Energía del Ecuador.

Aceites

El cambio de aceite al igual que el diésel, está sujeto a la capacidad requerida por parte de cada equipo que se va a trabajar, de acuerdo a valores estándares en el mercado, el precio de mercado ronda los \$US 30.

Mantenimiento y cambio de repuestos

El mantenimiento y cambio de repuestos, su costo está sujeto al tipo de repuesto y mantenimiento requerido, por tanto, para desarrollar las etapas de producción sin ningún contratiempo, dichos mantenimientos se los debe realizar periódicamente. Debido que son costos generalmente imprevistos, en base a estudios realizados y ejercicios experimentales en desarrollos de minas a cielo abierto y canteras, sus costos irán por lo tanto en función de los requerimientos de cada equipo de trabajo.

Equipo de apertura

Para las labores de apertura, es decir, las labores de acceso, tales como vías que conectan la parte externa de la mina con el yacimiento, dicha labor será ejecutada por un buldócer de la marca Caterpillar D5K2, detallando así a continuación los datos técnicos de la maquinaria y el cálculo de sus costos operativos.

Tabla 2.8 Datos técnicos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de arcilla.

DATOS DE LA MAQUINARIA	
Modelo	Caterpillar D5K2
Potencia	97 HP
Valor más IVA	\$135,000.00
Valor residual	\$67,500.00
Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Capacidad de tanque de diésel	51.5 gal
Capacidad de aceites	21.62 gal

Valor de neumáticos	ORUGAS
Valor de tren de rodaje	\$30,000.00
Vida Útil de tren de rodaje	4000 horas

Fuente: Catálogo Caterpillar 2020.

Tabla 2.9 Costos operativos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de arcilla.

CÁLCULO DEL COSTO PARA BULDÓCER		
COSTOS OPERATIVOS		
Tanqueo de diésel	Cambio cada número de días	3
Consumo mensual de diésel	(gal/mes)	154.5
Costo por consumo mensual de diésel	(\$/mes)	285.82
Cambio de aceite	Cambio cada número de horas	250
	Factor de ajuste mensual	0.832
Consumo mensual de aceite	(gal/mes)	17.98
Costo por consumo mensual de aceite	(\$/mes)	539.4
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	650
Costo por tren de rodaje	(\$/mes)	240
Depreciación	(\$/mes)	562.50

Equipo de arranque y carguío

Para las labores mineras de arranque del material in situ, debido a las características físicas del material, que en este caso de estudio es arcilla, el arranque, por tanto, se efectuaría con una excavadora hidráulica de marca referencial Caterpillar 320c, dicha maquinaria una vez realizada la labor de extraer el material, será la misma que ejecute la labor de carguío.

Tabla 2.10 Datos técnicos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de arcilla.

DATOS DE LA MAQUINARIA	
Modelo	Caterpillar 320c
Potencia	172 HP
Valor más IVA	\$115,000.00

Valor residual	\$57,500.00
Vida Útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Capacidad de tanque de Diésel	106 gal
Capacidad de aceites	32 gal
Valor de Diésel por galón	1.85 \$/gal
Valor de neumáticos	ORUGAS
Valor de tren de rodaje	\$30,000.00
Vida Útil de tren de rodaje	4000 horas

Fuente: Catálogo Caterpillar 2020

Tabla 2.11 Costos operativos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de arcilla.

CÁLCULO DEL COSTO PARA RETROEXCAVADORA		
COSTOS OPERATIVOS		
Tanqueo de diésel	Cambio cada número de días	1
Consumo mensual de diésel	(gal/mes)	2544
Costo por consumo mensual de diésel	(\$/mes)	4706.4
Cambio de aceite	Cambio cada número de horas	250
	Factor de ajuste mensual	0.832
Consumo mensual de aceite	(gal/mes)	26.62
Costo por consumo mensual de aceite	(\$/mes)	798.72
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Costo por tren de rodaje	(\$/mes)	240
Depreciación	(\$/mes)	479.17

Equipo de transporte

Una vez ejecutada la labor de arranque, se procede al carguío del material a equipos de transporte, que en este caso será ejecutado por un camión volquete de marca referencial

Hino serie 500, el cual cumpliría la labor de transportar el material desde la faena hasta la zona de stock o de procesamiento, ya sea trituración, molienda o ambas.

Tabla 2.12 Datos técnicos de camión volquete Hino serie 500 para minas de arcilla.

DATOS DE LA MAQUINARIA	
Modelo	Hino serie 500 Modelo 1726
Potencia	247 HP
Capacidad	12 m ³
Valor más IVA	\$105,840.00
Valor residual	\$52,920.00
Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Capacidad de tanque de diésel	53 gal
Capacidad de aceites	28 gal
Valor de diésel por galón	1.85 \$/gal
Valor de neumáticos juego 6 unidades	\$3025.00
Vida útil de neumático	1000 horas

Fuente: Catálogo Hino 2020.

Tabla 2.13 Costos operativos de camión volquete Hino serie 500 para minas de arcilla.

CÁLCULO DEL COSTO PARA CAMIÓN VOLQUETE		
COSTOS OPERATIVOS		
Tanqueo de diésel	Cambio cada número de días	1
Consumo mensual de diésel	(gal/mes)	1272
Costo por consumo mensual de diésel	(\$/mes)	2353.2
Cambio de aceite	Cambio cada número de horas	250
	Factor de ajuste mensual	0.832
Consumo mensual de aceite	(gal/mes)	23.3
Costo por consumo mensual de aceite	(\$/mes)	699
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Costo por neumáticos	(\$/mes)	638.88
Depreciación	(\$/mes)	441

Equipo de secado

Con el fin de quitar la humedad de las arcillas, se procede a secar el material mediante secadores de tipo rotativo y a contra corriente, a continuación, se detalla las características técnicas del equipo y sus costos operativos. El costo de consumo de energía eléctrica, según la ley vigente en Ecuador, en el marco industrial está a 0.0678 \$/kWh.

Tabla 2.14 Datos técnicos para secador de tipo rotativo para minas de arcilla.

DATOS DE SECADOR ROTATIVO	
Modelo	Horno rotativo Baichy
Potencia	630 kW
Capacidad de trituración	50 t/hora
Temperatura	1350 °C
Valor más IVA	\$19,040.00
Valor residual	\$9,520.00
Vida útil	10 años
Consumo de energía	13 kW/t

Fuente: Catálogo Horno rotativo Baichy 2020

Tabla 2.15 Costos operativos para secador rotativo para minas de arcilla.

CÁLCULO DEL COSTO PARA SECADOR ROTATIVO		
COSTOS OPERATIVOS		
Horas de trabajo al día	(horas/día)	8
Material a secar	(t/día)	400
Consumo de energía	(kW/mes)	120960
Costo de energía	(\$/kWh)	0.0678
Costo por consumo de energía	(\$/mes)	8201.09
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	700
Depreciación	(\$/mes)	79.33

Resumen de costos operativos con maquinaria propia

A continuación, se detalla la sumatoria de los incisos de costos operativos de cada equipo a realizar las labores mineras.

Tabla 2.16 Resumen de costos operativos de maquinaria propia para minas de arcilla.

EQUIPO REQUERIDO	COSTO OPERATIVO AL MES
Buldócer Caterpillar D5K2	\$2,277.72
Excavadora hidráulica Caterpillar 320c	\$7,724.29
Camión volquete Hino serie 500	\$5,632.08
Equipo de secado	\$8,980.42

Resumen de costos operativos de maquinaria propia con los honorarios de los operadores de las maquinarias

En este resumen se muestra la sumatoria de los costos mensualizado de los incisos 2.6 y 2.16

Tabla 2.17 Resumen de costos operativos de maquinaria propia con su respectivo operador para minas de arcilla.

EQUIPO REQUERIDO CON SU RESPECTIVO OPERADOR	COSTO OPERATIVO AL MES
Buldócer Caterpillar D5K2	\$3,004.06
Excavadora hidráulica Caterpillar 320c	\$8,450.63
Camión volquete Hino serie 500	\$6,358.42
Ayudante de mina	\$652.19
Equipo de molienda	\$9,706.76
TOTAL COSTO POR MES	\$28,172.06

Costos indirectos

Los costos indirectos o también llamados costos fijos o no operativos, son aquellos que no inciden de manera directa con el volumen de producción. Para el análisis se toma en

cuenta los parámetros de mano de obra indirecta y otros requerimientos que presente la empresa.

Costos de mano de obra indirecta

Tabla 2.18 Mano de obra indirecta requerida para minas de arcilla.

Mano de Obra Indirecta
Ingeniero en Minas
Inspector de mina
Guardia de seguridad

Para el correcto desarrollo de las actividades mineras, en función de los requerimientos de producción, se ha estimado que para cumplir dichas labores, en lo que respecta a la mano de obra indirecta, se ve necesario que se cuente con un técnico minero o ingeniero en minas, que cumpla con la función de llevar un control diario, y la corroboración de la misma en la cual la explotación y las labores mineras se estén llevando adecuadamente bajo las condiciones de diseño de explotación propuestas y estándares de seguridad; un inspector de mina, cuya función sea la de llevar el control diario de volumen de material explotado y realizar las labores de coordinación con los operadores de las maquinarias; y finalmente tres guardias de seguridad que cuiden la zona de explotación las 24 horas, con la función de resguardar en las horas laborables y no laborables no haya personas que ingresen a la zona de explotación sin un permiso pertinente.

Al igual que la mano de obra directa, de acuerdo a una jornada de trabajo de 8 horas diarias de lunes a viernes para el ingeniero en minas, los 30 días correspondientes al mes, una jornada laboral de 8 horas de lunes a sábado que se establece los días de trabajo para el guardia de seguridad y el inspector de mina, en la siguiente tabla se indica sus sueldos de acuerdo a la tabla de sueldos y salarios mínimos en Ecuador en el año 2020, de acuerdo

al sector minero, con el costo de hora suplementaria y hora extraordinaria de acuerdo al monto de su salario, dichas horas, las horas suplementarias tienen un máximo de 48 horas al mes y las horas extraordinarias, es decir aquellas horas que se cumplen en domingos, feriados u horarios fuera de lo establecido, igualmente es de 48 horas máximo al mes.

Tabla 2.19 Personal de mano de obra indirecta requerida para minas de arcilla.

Personal Requerido	N°	Sueldo mes
Ingeniero en Minas	1	\$541.10
Inspector de mina	1	\$541.10
Guardia de seguridad	3	\$401.28

Tabla 2.20 Detalle de sueldos de mano de obra indirecta para minas de arcilla.

Personal Requerido	Sueldo mes	Costo Hora	Costo Hora Suplementaria	Costo Hora Extraordinaria
Ingeniero en Minas	\$541.10	\$2.25	\$1.13	\$4.51
Inspector de mina	\$541.10	\$2.25	\$1.13	\$4.51
Guardia de seguridad	\$401.28	\$1.67	\$0.84	\$3.34

A continuación se detallará los costos percibidos por mes por parte de la mano de obra indirecta, tomando en cuenta la sumatoria por los costos de hora suplementarias, extraordinarias, provisiones, finalmente cabe recalcar que la sumatoria de horas suplementarias se tomará en cuenta como un 50% de las 48 horas máximas laborables al mes establecido por parte del Ministerio de Trabajo del Ecuador y el 15% en horas extraordinarias laborables de las 48 horas máximas al mes, se toma en cuenta este porcentaje en base a datos experimentales en diferentes minas en producción.

Es necesario resaltar que lo percibido al mes por cada trabajador es la sumatoria de las horas extras y suplementarias que los trabajadores pueden realizar al mes.

De igual manera se detallará las provisiones percibidas de los trabajadores en función de lo establecido por parte del reglamento ecuatoriano, que consta de un aporte personal del 9.45% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) de lo percibido al mes, el aporte patronal del 11.15% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) por parte del empleador, los fondos de reserva del 8.33%, el pago del décimo tercero y décimo cuarto según lo que manda la ley ecuatoriana vigente en 2020. (Tabla 2.21).

Tabla 2.21 Provisiones de mano de obra indirecta para minas de arcilla.

Aporte Personal 9.45%	Aporte Patronal 11.15%	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	Fondo de Reserva 8.33%	Total Ingreso mensual
\$57.10	\$67.37	\$50.35	\$33.33	\$50.33	\$681.15
\$57.10	\$67.37	\$50.35	\$33.33	\$50.33	\$681.15
\$42.35	\$49.96	\$37.34	\$33.33	\$37.33	\$513.75

Costos de equipo protección personal para la mano de obra indirecta

El costo de equipos de protección personal para cada uno de las personas que forma la mano de obra indirecta, de acuerdo a las leyes nacionales y estándares internacionales en el uso de ellos para realizar las labores, por lo cual además dichos equipos serán sustituidos dos veces por año, constando así un costo para la empresa minera.

Tabla 2.22 Equipos de protección personal de mano de obra indirecta para minas de arcilla.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL				
Descripción	N°	Precio Unitario	Precio Total	Total Año
Casco	5	\$15.00	\$75.00	\$150.00
Chaleco reflectivo	5	\$3.00	\$15.00	\$30.00
Gafas de protección	5	\$12.00	\$60.00	\$120.00
Mascarillas	5	\$1.00	\$5.00	\$10.00
Orejas	2	\$25.00	\$50.00	\$100.00

Guantes de látex	5	\$7.00	\$35.00	\$70.00
Zapatos de seguridad	5	\$45.00	\$225.00	\$450.00
Fajas para espalda	2	\$25.00	\$50.00	\$100.00
			TOTAL	
			AÑO	\$1,030.00
TOTAL MENSUALIZADO				\$85.83

Resumen de costos de mano de obra indirecta mensualizado

A continuación, se detalla el resumen de costos de la mano de obra indirecta al mes, que consta de 1 ingeniero en minas, 1 inspector de mina y 3 guardias de seguridad.

Tabla 2.23 Resumen de costos de mano de obra indirecta al mes para minas de arcilla.

Personal Requerido	Sueldo mes	Equipo de Protección Personal	Total mes
Ingeniero en Minas	\$681.15	\$85.83	\$766.98
Inspector de Mina	\$681.15	\$85.83	\$766.98
Guardia de Seguridad	\$1,541.26	\$85.83	\$1,627.09
COSTO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL			\$85.83
COSTO TOTAL POR MES			\$3,246.88

Costos o gastos de administración

Los costos de administración, se refiere a los costos necesarios para la gestión del proyecto, es decir los costos por insumos de oficina, servicios públicos correspondientes al área administrativa y sueldos y honorarios de la misma.

Personal del área de administración

El personal del área de administración estará conformado por una secretaria, en el cual su rol será la de atención de clientes, proveedores y comunicación telefónica, también estará conformado por un profesional de la contabilidad, el cual llevará todas las cuestiones

económicas, contables y financieras de la empresa, su sueldo planteado está de acuerdo a la tabla salarial mínima del Ecuador a octubre de 2020.

Tabla 2.24 Personal del área administrativa necesaria para minas de arcilla.

Personal del área administrativa		
Personal	N°	Sueldo
Contador/a	1	\$414.11
Secretaria	1	\$407.76

Tabla 2.25 Sueldos del área administrativa.

Personal Requerido	Sueldo mes	Costo Hora	Costo Hora Suplementaria	Costo Hora Extraordinaria
Contador/a	\$414.11	\$1.73	\$0.86	\$3.45
Secretaria	\$407.76	\$1.70	\$0.85	\$3.40

De igual manera como los análisis anteriores, las horas suplementarias de las 48 horas máximas que se puede realizar al mes, de acuerdo a experiencias laborales en personal de administración en empresas mineras, se tomará el 50% de las horas promedio que este personal puede hacer al mes, y en las horas extraordinarias el 15% de las 48 horas máxima que el trabajador puede realizar al mes. A continuación, se detallará las provisiones percibidas de los trabajadores en función de lo establecido por parte del reglamento ecuatoriano, que consta de un aporte personal del 9.45% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) de lo percibido al mes, el aporte patronal del 11.15% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) por parte del empleador, los fondos de reserva del 8.33%, el pago del décimo tercero y décimo cuarto según lo que manda la ley ecuatoriana vigente en 2020.

Tabla 2.26 Provisiones del área administrativa para minas de arcilla.

Aporte Personal 9.45%	Aporte Patronal 11.15%	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	Fondo de Reserva 8.33%	Total Ingreso mensual
\$43.70	\$51.56	\$38.54	\$33.33	\$38.52	\$529.11
\$43.03	\$50.77	\$37.94	\$33.33	\$37.93	\$521.50

Servicios públicos

Dentro del costo de servicios públicos por parte de la empresa, se encuentra el costo de telefonía, costo de internet, costo de luz y costos de servicio de agua potable.

Tabla 2.27 Costos por servicios públicos para minas de arcilla.

COSTOS POR SERVICIOS PÚBLICOS	
NÓMINA	PAGO AL MES
Agua Potable	\$25.00
Luz eléctrica	\$35.00
Internet	\$50.00
Telefonía	\$20.00
TOTAL	\$130.00

Insumos de oficina

Los insumos de oficina se tienen en cuenta el costo de Bolígrafos, lápices, carpetas, clips, gomas, cinta adhesiva, grapadora, tijeras, perforadora, pegamento, organizadores de escritorio (bandejas) y agendas.

Tabla 2.28 Costos por insumos de oficina para minas de arcilla.

COSTOS DE INSUMO DE OFICINA	
NÓMINA	PAGO AL MES
Insumos de oficina	\$45.00

Resumen de costos o gastos de administración

A continuación, se detalla el resumen de costos de administración. (Tabla 2.29).

Tabla 2.29 Resumen de costos de administración para minas de arcilla.

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	
NÓMINA	PAGO AL MES
PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN	
Contadora	\$529.11
Secretaria	\$521.50
SERVICIOS PÚBLICOS	
Agua Potable	\$25.00
Luz eléctrica	\$35.00
Internet	\$50.00
Telefonía	\$20.00
INSUMOS DE OFICINA	
Insumos de oficina	\$45.00
TOTAL AL MES	\$1,225.61

Regalías

De acuerdo al Servicio de Rentas Internas (SRI) vigente en octubre de 2020, la regalía en pequeña minería de no metálicos se debe al 3% del costo de producción del mineral, dicho pago se lo efectúa de manera semestral.

Tabla 2. 30 Regalías en minas de arcilla.

REGALÍAS	
NÓMINA	PAGO AL MES
Costo de producción semestral	\$169,032.36
3% Costo de producción	\$5,070.97
TOTAL A PAGAR SEMESTRALMENTE	\$5,070.97

Patente de conservación

La patente de conservación, de acuerdo al Servicio de Rentas Internas del Ecuador (SRI), corresponde al 2% del Salario Básico Unificado vigente por cada hectárea concesionada, dicho pago se lo realiza de manera anual.

Para el presente proyecto, en base a distintas minas locales y regionales, por lo general, las hectáreas concesionadas para una explotación de no metálicos son de 10 hectáreas en promedio, por lo cual a modo de simulación se calculará en base a ese número de hectáreas.

Tabla 2.31 Patente de conservación en minas de arcilla.

Patente de Conservación	
Hectáreas Concesionadas	10
SBU	\$400.00
2% SBU	\$8.00
TOTAL	\$80.00

Costo total para la extracción de material de arcilla

Tabla 2.32 Costos totales en minas de arcilla.

COSTOS TOTALES PARA LA EXTRACCIÓN DE ARCILLA	
NÓMINA	COSTO MENSUAL
Costos directos	\$28,172.06
Costos indirectos	\$3,246.88
Costos o gastos de administración	\$1,225.61
Costo de Regalías (Pago semestral)	\$5,070.97
Costo de regalías mensualizado	\$845.17
Costo de patente de conservación (Pago anual)	\$80.00
Costo de patente de conservación mensualizado	\$6.66
COSTO TOTAL	\$33,496.38

2.2.2 Clasificación de costos y gastos en el proceso productivo en minas de caolín

Para la explotación y procesamiento de materiales de caolín en una empresa minera privada, que conforma 10 hectáreas de concesión minera y con una producción diaria de

400 t/día; se requiere realizar el análisis de costo total para dichas labores, incluyendo los costos o gastos administrativos, así como sus costos tributarios.

Costos directos

Los costos directos o conocidos también como costos operativos o de producción, en minas de caolín, se refieren a aquellos costos que influyen directamente en el proceso productivo de arranque, carguío, transporte y procesamiento del mineral. Para el presente análisis se tomará estimación de costos de producción, en la cual la empresa cuenta con maquinaria propia y con personal contratado para cada equipo para cumplir con las diferentes labores mineras de extracción y procesamiento del mineral no metálico.

Costos directos con mano de obra directa contratada

La mano de obra directa está conformada por aquellos trabajadores que tienen una relación directa en la producción y extracción del caolín desde la faena hasta su procesamiento, dichos procesos son en la extracción, la apertura, arranque, carguío y transporte; por otro lado, en el procesamiento del mineral no metálico, se encuentra la trituración, molienda y clasificación del mismo.

Tabla 2.33 Mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de caolín.

Mano de Obra Directa	
Personal Requerido	N°
Operador de retroexcavadora	1
Operador de buldócer	1
Chofer de volquete	1
Ayudante de mina	1
Operador trituradora	1
Ayudante operador trituradora	1
Operador molino	1
Ayudante molino	1
Operador secador	1
Operador clasificador	1

De acuerdo a una jornada de trabajo de 8 horas diarias de lunes a sábado, los 30 días correspondientes al mes, a continuación se detalla sus sueldos de acuerdo a la tabla de sueldos y salarios mínimos en Ecuador vigente en el año 2020, con el costo de hora suplementaria y hora extraordinaria de acuerdo al monto de su salario, en función de lo dictaminado en el reglamento ecuatoriano, las horas suplementarias tienen un máximo de 48 horas ejecutadas por el trabajador al mes y las horas extraordinarias, es decir aquellas horas que se cumplen en domingos, feriados u horarios fuera de lo establecido, igualmente es de 48 horas máximo ejecutadas por el trabajador al mes.

Tabla 2.34 Sueldo de mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de caolín

SUELDO DEL PERSONAL OPERATIVO				
Personal Requerido	Sueldo unitario mensual	Costo Hora	Costo Hora Suplementaria	Costo Hora Extraordinaria
Operador buldócer	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Operador retroexcavadora	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Chofer volquete	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Ayudante de mina	\$436.07	\$1.82	\$0.91	\$3.63
Operador trituradora	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Ayudante operador trituradora	\$436.07	\$1.82	\$0.91	\$3.63
Operador molino	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Ayudante operador molino	\$436.07	\$1.82	\$0.91	\$3.63
Operador secador	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Operador clasificador	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16

El cálculo de las provisiones de cada trabajador, pertenece a las cantidades que, por la ley ecuatoriana vigente, se encuentra el pago del décimo tercer sueldo, décimo cuarto sueldo, aporte patronal del 11.15% del sueldo por pagar al trabajador dirigido al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), aporte personal del 9.45% de lo percibido del sueldo por mes al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), fondos de reserva.

En la siguiente tabla se detallará los costos percibidos por mes por parte de cada trabajador que incide de forma directa en los procesos productivos de la extracción de caolín, tomando en cuenta la sumatoria por los costos de hora suplementarias, extraordinarias, provisiones, finalmente cabe recalcar que la sumatoria de horas suplementarias se tomará en cuenta como un 50% de las 48 horas máximas laborables al mes o lo que es lo mismo de 24 horas, y el 15% en horas extraordinarias laborables de las 48 horas máximas al mes o lo que es lo mismo de 8 horas, todo esto se lo realiza en base a datos experimentales en diferentes minas en producción de caolín.

Finalmente, lo percibido al mes por cada trabajador es sumado a las horas extras y suplementarias que se puede hacer al mes. (Tabla 2.35).

Tabla 2.35 Rol de provisiones para los trabajadores de minas de caolín

Personal Requerido	Décimo tercer Sueldo	Décimo cuarto Sueldo	Aporte IESS Personal 9.45%	Aporte IESS Patronal 11.15%	Fondo de Reserva 8.33%	Total de Ingresos Mensual
Operador buldócer	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Operador retroexcavadora	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Chofer volquete	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Ayudante de mina	\$42.06	\$33.33	\$47.70	\$56.28	\$42.04	\$574.44
Operador trituradora	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Ayudante operador trituradora	\$42.06	\$33.33	\$47.70	\$56.28	\$42.04	\$574.44
Operador molino	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Ayudante operador molino	\$42.06	\$33.33	\$47.70	\$56.28	\$42.04	\$574.44
Operador secador	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Operador clasificador	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61

Costos de equipo protección personal para los operarios

El costo de equipos de protección personal para los trabajadores, si bien el mismo se considera como una inversión inicial para el proyecto, de igual manera, es importante el costo de dichos equipos para este análisis de costos debido que al contar con personal

contratado y maquinaria propia, los trabajadores deben contar con equipo de protección personal brindado por cada empresa minera, además tomando en cuenta que de acuerdo las leyes nacionales dichos equipos deben ser cambiados por lo menos dos veces por año.

Tabla 2.36 Costo de equipos de protección personal para minas de caolín.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL				
Descripción	N°	Precio Unitario	Precio Total	Total Año
Casco	10	\$15.00	\$150.00	\$300.00
Chaleco reflectivo	10	\$3.00	\$30.00	\$60.00
Gafas de protección	10	\$12.00	\$120.00	\$240.00
Mascarillas	10	\$1.00	\$10.00	\$20.00
Orejeras	9	\$25.00	\$225.00	\$450.00
Guantes de látex	10	\$7.00	\$70.00	\$140.00
Zapatos de seguridad	10	\$45.00	\$450.00	\$900.00
Fajas para espalda	10	\$25.00	\$250.00	\$500.00
			TOTAL AÑO	\$2,610.00
			TOTAL MENSUALIZADO	\$217.50

Resumen de costos de mano de obra directa

A continuación, se resume los valores analizados en los incisos 2.35 y 2.36

Tabla 2.37 Resumen de costos de mano de obra directa para minas de caolín.

Personal Requerido	Líquido por mes	Aporte Patronal	Costo total mes
Operador buldócer	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Operador retroexcavadora	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Chofer volquete	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Ayudante de mina	\$574.44	\$56.28	\$630.72
Operador trituradora	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Ayudante operador trituradora	\$574.44	\$56.28	\$630.72
Operador molino	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Ayudante molino	\$574.44	\$56.28	\$630.72
Operador secador	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Operador clasificador	\$641.61	\$63.26	\$704.87
COSTO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL			\$217.50
COSTO TOTAL POR MES			\$7,043.75

Costos directos con maquinaria propia

En la propuesta de desarrollar el análisis y determinación de costos en la explotación de caolín, se da la propuesta de contar con maquinaria propia para desarrollar dichas labores, tales como el apertura, arranque, carguío, transporte, trituración, molienda y clasificación.

Tabla 2.38 Equipos necesarios para el proceso productivo en minas de caolín.

EQUIPOS
Bulldócer
Retroexcavadora
Volquete minero
Trituradora de mandíbulas
Secador rotativo
Molino de rodillos
Clasificador

Consumo de combustible

Para el cálculo de los consumos de aceite y diésel en las maquinarias de los procesos productivos de arranque, carguío y transporte, en base a experiencia de trabajadores y operadores, en donde se ha calculado un factor de ajuste mensual de acuerdo a las 8 horas de trabajo diarias durante el mes de trabajo; por tanto, en el factor de ajuste mensual será aplicado al volumen de cambio de aceite cada 250 horas o 22 galones, de acuerdo a técnicos expertos, por lo cual se permite el cálculo de consumo real de aceite de alrededor 18,30 galones por equipo necesario.

$$\text{Factor de ajuste mensual} = \frac{208 \text{ horas}}{250 \text{ horas}} = 0,832 \quad (9)$$

En las siguientes tablas se indican las características técnicas necesarias y el costo por hora de cada equipo necesario para las labores de producción.

Diésel

De acuerdo al factor de ajuste mensual para el consumo de combustibles; el costo nacional a octubre de 2020 en Ecuador es de 1.85 \$/galón de acuerdo con los precios establecidos por parte del Ministerio de Energía del Ecuador.

Aceites

El cambio de aceite al igual que el diésel, está sujeto a la capacidad requerida por parte de cada equipo que se va a trabajar, de acuerdo a valores estándares en el mercado, el precio de mercado ronda los \$US 30.

Mantenimiento y cambio de repuestos

El mantenimiento y cambio de repuestos, su costo está sujeto al tipo de repuesto y mantenimiento requerido, por tanto, para desarrollar las etapas de producción sin ningún contratiempo, dichos mantenimientos se los debe realizar periódicamente. Debido que son costos generalmente imprevistos, en base a estudios realizados y ejercicios experimentales en desarrollos de minas a cielo abierto y canteras, sus costos irán por lo tanto en función de los requerimientos de cada equipo de trabajo.

Equipo de apertura

Para efectuar la labor de apertura, es decir, aquellas labores de acceso al yacimiento de caolín, tales como vías que conectan la parte externa de la mina con el yacimiento, dicha labor será ejecutada por un buldócer de la marca Caterpillar D5K2, detallando así a continuación los datos técnicos de la maquinaria y el cálculo de sus costos operativos.

Tabla 2.39 Datos técnicos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de caolín.

DATOS DE LA MAQUINARIA	
Modelo	Caterpillar D5K2
Potencia	97 HP
Valor más IVA	\$135,000.00
Valor residual	\$67,500.00
Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Capacidad de tanque de diésel	51.5 gal
Capacidad de aceites	21.62 gal
Valor de neumáticos	ORUGAS
Valor de tren de rodaje	\$30,000.00
Vida útil de tren de rodaje	4000 horas

Fuente: Catálogo Caterpillar 2020

Tabla 2.40 Costos operativos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de caolín.

CÁLCULO DEL COSTO PARA BULDÓCER		
COSTOS OPERATIVOS		
Tanqueo de diésel	Cambio cada número de días	3
Consumo mensual de diésel	(gal/mes)	154.5
Costo por consumo mensual de diésel	(\$/mes)	285.82
Cambio de aceite	Cambio cada número de horas	250
	Factor de ajuste mensual	0.832
Consumo mensual de aceite	(gal/mes)	17.98
Costo por consumo mensual de aceite	(\$/mes)	539.4
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	650
Costo por tren de rodaje	(\$/mes)	240
Depreciación	(\$/mes)	562.50

Equipo de arranque y carguío

Para las labores mineras de arranque del material in situ, debido a las características físicas del material, que en este caso de estudio es caolín, la labor de arranque, por tanto,

se efectuaría con una excavadora hidráulica de marca referencial Caterpillar 320c, dicha maquinaria una vez realizada la labor de extraer el material, será la misma que ejecute la labor de carguío.

Tabla 2.41 Datos técnicos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de caolín.

DATOS DE LA MAQUINARIA	
Modelo	Caterpillar 320c
Potencia	172 HP
Valor más IVA	\$115,000.00
Valor residual	\$57,500.00
Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Capacidad de tanque de diésel	106 gal
Capacidad de aceites	32 gal
Valor de diésel por galón	1.85 \$/gal
Valor de neumáticos	ORUGAS
Valor de tren de rodaje	\$30,000.00
Vida útil de tren de rodaje	4000 horas

Fuente: Catálogo Caterpillar 2020

Tabla 2.42 Costos operativos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de caolín.

CÁLCULO DEL COSTO PARA RETROEXCAVADORA		
COSTOS OPERATIVOS		
Tanqueo de diésel	Cambio cada número de días	1
Consumo mensual de diésel	(gal/mes)	2544
Costo por consumo mensual de diésel	(\$/mes)	4706.4
Cambio de aceite	Cambio cada número de horas	250
	Factor de ajuste mensual	0.832
Consumo mensual de aceite	(gal/mes)	26.62

Costo por consumo mensual de aceite	(\$/mes)	798.72
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Costo por tren de rodaje	(\$/mes)	240
Depreciación	(\$/mes)	479.17

Equipo de transporte

Una vez ejecutada la labor de arranque, se procede al carguío del material caolín a equipos de transporte, que para el presente análisis será ejecutado por un camión volquete de marca referencial Hino serie 500, el cual cumpliría la labor de transportar el material desde la faena hasta la zona de stock o de procesamiento, ya sea trituración, molienda o ambas.

Tabla 2.43 Datos técnicos de camión volquete Hino serie 500 para minas de caolín.

DATOS DE LA MAQUINARIA	
Modelo	Hino serie 500 Modelo 1726
Potencia	247 HP
Capacidad	12 m ³
Valor más IVA	\$105,840.00
Valor residual	\$52,920.00
Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Capacidad de tanque de diésel	53 gal
Capacidad de aceites	28 gal
Valor de diésel por galón	1.85 \$/gal
Valor de neumáticos juego 6 unidades	\$3025.00
Vida útil de neumático	1000 horas

Fuente: Catálogo Hino 2020.

Tabla 2.44 Costos operativos de camión volquete Hino serie 500 para minas de caolín.

CÁLCULO DEL COSTO PARA CAMIÓN VOLQUETE		
COSTOS OPERATIVOS		
Tanqueo de diésel	Cambio cada número de días	1
Consumo mensual de diésel	(gal/mes)	1272
Costo por consumo mensual de diésel	(\$/mes)	2353.2
Cambio de aceite	Cambio cada número de horas	250
	Factor de ajuste mensual	0.832
Consumo mensual de aceite	(gal/mes)	23.3
Costo por consumo mensual de aceite	(\$/mes)	699
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Costo por neumáticos	(\$/mes)	638.88
Depreciación	(\$/mes)	441

Equipo de trituración

Para la trituración de material de caolín para la industria cerámica, es necesario una trituradora de mandíbulas, lo cual, por sus características técnicas, es ideal para la trituración para este tipo de material. Los costos de consumo de energía de este equipo, se tomará en cuenta el valor actual del precio de consumo de kW por hora, que, según la ley vigente ecuatoriana en octubre de 2020, para el sector industrial es de \$0.0678 por kWh.

Tabla 2.45 Datos técnicos para trituradora de mandíbulas para minas de caolín.

DATOS DE TRITURADORA DE MANDÍBULAS	
Modelo	Trituradora de mandíbulas PE 600 x 900
Potencia	56 kW
Capacidad de trituración	50 t/hora
Valor más IVA	\$35,840.00
Valor residual	\$17,920.00

Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Consumo de energía	1.2 kW/t

Fuente: Catálogo Trituradora de mandíbulas Chaeng 2020

Tabla 2.46 Costos operativos para trituradora de mandíbulas para minas de caolín.

CÁLCULO DEL COSTO PARA TRITURADORA DE MANDÍBULAS		
COSTOS OPERATIVOS		
Horas de trabajo al día	(horas/día)	8
Material a triturar	(t/día)	400
Consumo de energía	(kW/mes)	11520
Costo de energía	\$/kWhora	0.0678
Costo por consumo de energía	\$/mes)	781.05
Mantenimiento y cambio de repuestos	\$/mes)	1500
Depreciación	\$/mes)	149.33

Equipo de secado

Una vez realizado el proceso de trituración primaria con la trituradora de mandíbulas, se procede a secar el material mediante secadores de tipo rotativo y a contra corriente, a continuación, se detalla las características técnicas del equipo y sus costos operativos. El costo de consumo de energía eléctrica, según la ley vigente en Ecuador, en el marco industrial está a 0.0678 \$/kWh. (Tabla 2.47)

Tabla 2.47 Datos técnicos para secador de tipo rotativo para minas de caolín.

DATOS DE SECADOR ROTATIVO	
Modelo	Horno rotativo Baichy
Potencia	630 kW
Capacidad de trituración	50 t/hora
Temperatura	1350 °C

Valor más IVA	\$19,040.00
Valor residual	\$9,520.00
Vida útil	10 años
Consumo de energía	13 kW/t

Fuente: Catálogo Horno rotativo Baichy 2020

Tabla 2.48 Costos operativos para secador rotativo para minas de caolín.

CÁLCULO DEL COSTO PARA SECADOR ROTATIVO		
COSTOS OPERATIVOS		
Horas de trabajo al día	(horas/día)	8
Material a secar	(t/día)	400
Consumo de energía	(kWh/mes)	120960
Costo de energía	(\$/kWh)	0.0678
Costo por consumo de energía	(\$/mes)	8201.09
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Depreciación	(\$/mes)	79.33

Equipo de molienda

Para efectuar el proceso de molienda, se lo realiza mediante un equipo de molienda de rodillos, puesto a sus condiciones físicas del material y una vez haber pasado los procedimientos anteriores a la molienda, cumple con las características idóneas para realizar la labor, a continuación, se detalla las características técnicas del molino, así como sus costos operativos. (Tabla 2.49).

Tabla 2.49 Datos técnicos para molino de rodillos para minas de caolín.

DATOS DE MOLINO DE RODILLOS	
Modelo	Molino de rodillos GRMK30.31
Potencia	1250 kW

Capacidad de trituración	50 t/hora
Valor más IVA	\$32,928.00
Valor residual	\$16,464.00
Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Consumo de energía	25 kW/t

Fuente: Catálogo Molino de rodillos Chaeng 2020.

Tabla 2.50 Costos operativos para molino de rodillos para minas de caolín.

CÁLCULO DEL COSTO PARA MOLINO DE RODILLOS		
COSTOS OPERATIVOS		
Horas de trabajo al día	(horas/día)	8
Material a secar	(t/día)	400
Consumo de energía	(kWh/mes)	240000
Costo de energía	(\$/kWh)	0.0678
Costo por consumo de energía	(\$/mes)	16278
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Depreciación	(\$/mes)	137.20

Equipo de clasificación

Para la clasificación del material de caolinita, se utiliza una zaranda vibratoria, separando así el material útil a ser utilizado y el material que no es útil regresa al proceso de molienda para así cumplir con el tamaño adecuado y estándares de la producción del mismo, a continuación, se detalla los datos técnicos y los costos operativos del mismo. (Tabla 2.51).

Tabla 2.51 Datos técnicos de zaranda vibratoria para minas de caolín.

DATOS DE ZARANDA VIBRATORIA	
Modelo	Tamiz vibratorio 2YK1224
Potencia	5,5 kW
Capacidad de clasificación	50 t/hora
Valor más IVA	\$8,960.00
Valor residual	\$4,480.00

Vida Útil	4 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Consumo de energía	0.11 kW/t

Fuente: Catálogo tamiz vibratorio SANIME 2020.

Tabla 2.52 Costos operativos de zaranda vibratoria para minas de caolín.

CÁLCULO DEL COSTO PARA ZARANDA VIBRATORIA		
COSTOS OPERATIVOS		
Horas de trabajo al día	(horas/día)	8
Material a clasificar	(t/día)	400
Consumo de energía	(kW/mes)	1056
Costo de energía	(\$/kWh)	0.0678
Costo por consumo de energía	(\$/mes)	71.59
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	500
Depreciación	(\$/mes)	93.33

Resumen de costos operativos con maquinaria propia

A continuación, se detalla la sumatoria de los incisos de costos operativos de cada equipo a realizar las labores mineras.

Tabla 2.53 Resumen de costos operativos de maquinaria propia para minas de caolín.

EQUIPO REQUERIDO	COSTO OPERATIVO AL MES
Bulldócer Caterpillar D5K2	\$2,277.72
Excavadora hidráulica Caterpillar 320c	\$7,724.29
Camión volquete Hino serie 500	\$5,632.08
Equipo de trituración	\$2,430.38
Equipo de secado	\$9,780.42
Equipo de molienda	\$17,915.20
Equipo de clasificación	\$664.92

Resumen de costos operativos de maquinaria propia con los honorarios de los operadores de las maquinarias

A continuación, se detalla la sumatoria de los costos mensualizado de la maquinaria utilizada con su respectivo operador

Tabla 2.54 Resumen de costos operativos de maquinaria propia con su respectivo operador.

EQUIPO REQUERIDO	COSTO OPERATIVO AL MES
Bulldócer Caterpillar D5K2	\$3,004.34
Excavadora hidráulica Caterpillar 320c	\$8,455.91
Camión volquete Hino serie 500	\$6,358.70
Equipo de trituración	\$3,809.09
Equipo de secado	\$10,507.04
Equipo de molienda	\$19,294.09
Equipo de clasificación	\$1,391.54
TOTAL COSTO POR MES	\$52,820.71

Costos indirectos

Para la extracción de caolín, los costos indirectos o también llamados costos fijos o no operativos, se definen como aquellos costos que no inciden de manera directa con el volumen de producción. Para el análisis se toma en cuenta los parámetros de mano de obra indirecta y otros requerimientos que presente la empresa.

Costos de mano de obra indirecta

Tabla 2.55 Mano de obra indirecta necesaria para minas de caolín.

Mano de Obra Indirecta	
Personal	N°
Ingeniero en Minas	1
Inspector de mina	1
Inspector de planta	1
Guardia de seguridad	3

Para el correcto desarrollo de las actividades mineras, en función de los requerimientos de producción, se ha estimado que, para cumplir dichas labores, en lo que respecta a la mano de obra indirecta, se ve necesario que se cuente con:

Técnico minero o ingeniero en minas

Cumple con la función de llevar un control diario, y la corroboración de la misma en la cual la explotación y las labores mineras se estén llevando adecuadamente bajo las condiciones de diseño de explotación propuestas y estándares de seguridad.

Inspector de mina

Su función es llevar el control diario de volumen de material explotado y realizar las labores de coordinación con los operadores de las maquinarias.

Guardias de seguridad

Su función es cuidar la zona de explotación las 24 horas, con la función de resguardar en las horas laborables y no laborables no haya personas que ingresen a la zona de explotación sin un permiso pertinente.

Inspector de planta

Tiene por función llevar el control diario de la producción dentro de la planta de procesamiento del mineral no metálico, en sus fases de trituración, secado, molienda y clasificación.

Al igual que la mano de obra directa en la extracción de caolín, de acuerdo a una jornada de trabajo de 8 horas diarias de lunes a viernes para el ingeniero en minas, los 30 días correspondientes al mes, una jornada laboral de 8 horas de lunes a sábado que se establece los días de trabajo para el guardia de seguridad, inspector de mina e inspector de planta; en la siguiente tabla se indica sus sueldos de acuerdo a la tabla de sueldos y salarios

mínimos en Ecuador en el año 2020, de acuerdo al sector minero, con el costo de hora suplementaria y hora extraordinaria de acuerdo al monto de su salario, dichas horas , las horas suplementarias tienen un máximo de 48 horas al mes y las horas extraordinarias, es decir aquellas horas que se cumplen en domingos, feriados u horarios fuera de lo establecido, igualmente es de 48 horas máximo al mes.

Tabla 2.56 Personal de mano de obra indirecta para minas de caolín.

Personal Requerido	N°	Sueldo mes
Ingeniero en Minas	1	\$541.10
Inspector de mina	1	\$541.10
Inspector de planta	1	\$541.10
Guardia de seguridad	3	\$401.28

Tabla 2.57 Sueldos de mano de obra indirecta para minas de caolín.

Personal Requerido	Sueldo mes	Costo Hora	Costo Hora Suplementaria	Costo Hora Extraordinaria
Ingeniero en Minas	\$541.10	\$2.25	\$1.13	\$4.51
Inspector de mina	\$541.10	\$2.25	\$1.13	\$4.51
Inspector de planta	\$541.10	\$2.25	\$1.13	\$4.51
Guardia de seguridad	\$401.28	\$1.67	\$0.84	\$3.34

De igual manera, a continuación se detallará los costos percibidos por mes por parte de la mano de obra indirecta, tomando en cuenta la sumatoria por los costos de hora suplementarias, extraordinarias, provisiones, finalmente cabe recalcar que la sumatoria de horas suplementarias se tomará en cuenta como un 50% de las 48 horas máximas laborables al mes establecido por parte del Ministerio de Trabajo del Ecuador y el 15% en horas extraordinarias laborables de las 48 horas máximas al mes, se toma en cuenta

este porcentaje en base a datos experimentales en diferentes minas en producción. Es necesario resaltar que lo percibido al mes por cada trabajador es la sumatoria de las horas extras y suplementarias que los trabajadores pueden realizar al mes.

Finalmente, se detallará las provisiones percibidas de los trabajadores en función de lo establecido por parte del reglamento ecuatoriano, que consta de un aporte personal del 9.45% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) de lo percibido al mes, el aporte patronal del 11.15% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) por parte del empleador, los fondos de reserva del 8.33%, el pago del décimo tercero y décimo cuarto según lo que manda la ley ecuatoriana vigente en 2020.

Tabla 2.58 Provisiones de mano de obra indirecta para minas de caolín.

Aporte Personal 9,45%	Aporte Patronal 11,15%	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	Fondo de Reserva 8,33%	Total Ingreso mensual
\$57.10	\$67.37	\$50.35	\$33.33	\$50.33	\$681.15
\$57.10	\$67.37	\$50.35	\$33.33	\$50.33	\$681.15
\$57.10	\$67.37	\$50.35	\$33.33	\$50.33	\$681.15
\$42.35	\$49.96	\$37.34	\$33.33	\$37.33	\$513.75

Costos de equipo protección personal para la mano de obra indirecta

El costo de equipos de protección personal para cada uno de las personas que forma la mano de obra indirecta, de acuerdo a las leyes nacionales y estándares internacionales en el uso de ellos para realizar las labores, por lo cual además dichos equipos serán sustituidos dos veces por año, constanding así un costo para la empresa minera.

Tabla 2.59 Equipos de protección personal de mano de obra indirecta para minas de caolín.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL				
Descripción	N°	Precio Unitario	Precio Total	Total Año
Casco	6	\$15.00	\$90.00	\$180.00
Chaleco reflectivo	6	\$3.00	\$18.00	\$36.00
Gafas de protección	3	\$12.00	\$36.00	\$72.00
Mascarillas	6	\$1.00	\$6.00	\$12.00
Orejeras	3	\$25.00	\$75.00	\$150.00
Guantes de látex	3	\$7.00	\$21.00	\$42.00
Zapatos de seguridad	6	\$45.00	\$270.00	\$540.00
Fajas para espalda	3	\$25.00	\$75.00	\$150.00
TOTAL AÑO				\$1,182.00
TOTAL MENSUALIZADO				\$98.50

Resumen de costos de mano de obra indirecta mensualizado

A continuación, se detalla el resumen de costos de la mano de obra indirecta al mes, que consta de 1 ingeniero en minas, 1 inspector de mina, 1 inspector de planta y 3 guardias de seguridad.

Tabla 2.60 Resumen de costos de mano de obra indirecta al mes para minas de caolín.

Personal Requerido	Sueldo mes	Equipo de Protección Personal	Total mes
Ingeniero en Minas	\$681.15	\$85.83	\$766.98
Inspector de mina	\$681.15	\$85.83	\$766.98
Inspector de planta	\$681.15	\$85.83	\$766.98
Guardia de seguridad	\$1,541.26	\$85.83	\$1,627.09
COSTO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL			\$85.83
COSTO TOTAL POR MES			\$4,013.86

Costos o gastos de administración

Los costos de administración en la extracción de caolín, se refiere a los costos necesarios para la gestión del proyecto, es decir los costos por insumos de oficina, servicios públicos correspondientes al área administrativa y sueldos y honorarios de la misma.

Personal del área de administración

El personal del área de administración estará conformado por:

Secretaria

Cumple con un rol de la atención de clientes, proveedores y comunicación telefónica, entre otras actividades, su sueldo planteado está de acuerdo a la tabla salarial mínima del Ecuador a octubre de 2020.

Profesional de la contabilidad

Tiene por función de llevar todas las cuestiones económicas, contables y financieras de la empresa, su sueldo planteado está de acuerdo a la tabla salarial mínima del Ecuador a octubre de 2020.

Tabla 2.61 Personal del área administrativa necesario para minas de caolín.

Personal del área administrativa		
Personal	N°	Sueldo
Contador/a	1	\$414.11
Secretaria	1	\$407.76

Tabla 2.62 Sueldos del área administrativa.

Personal Requerido	Sueldo mes	Costo Hora	Costo Hora Suplementaria	Costo Hora Extraordinaria
Contador/a	\$414.11	\$1.73	\$0.86	\$3.45
Secretaria	\$407.76	\$1.70	\$0.85	\$3.40

De igual manera como los análisis anteriores, las horas suplementarias de las 48 horas máximas que se puede realizar al mes, de acuerdo a experiencias laborales en personal de administración en empresas mineras, se tomará el 50% de las horas promedio que este personal puede hacer al mes, y en las horas extraordinarias el 15% de las 48 horas máxima que el trabajador puede realizar al mes. A continuación, se detallará las provisiones percibidas de los trabajadores en función de lo establecido por parte del reglamento ecuatoriano, que consta de un aporte personal del 9.45% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) de lo percibido al mes, el aporte patronal del 11.15% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) por parte del empleador, los fondos de reserva del 8.33%, el pago del décimo tercero y décimo cuarto según lo que manda la ley ecuatoriana vigente en 2020.

Tabla 2.63 Provisiones del área administrativa para minas de caolín.

Aporte Personal 9.45%	Aporte Patronal 11.15%	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	Fondo de Reserva 8.33%	Total Ingreso mensual
\$43.70	\$51.56	\$38.54	\$33.33	\$38.52	\$529.11
\$43.03	\$50.77	\$37.94	\$33.33	\$37.93	\$521.50

Servicios públicos

Dentro del costo de servicios públicos por parte de la empresa, en la explotación de caolín, se encuentra el costo de telefonía, costo de internet, costo de luz y costos de servicio de agua potable.

Tabla 2.64 Costos por servicios públicos para minas de caolín.

COSTOS POR SERVICIOS PÚBLICOS	
NÓMINA	PAGO AL MES
Agua Potable	\$25.00
Luz eléctrica	\$35.00
Internet	\$50.00
Telefonía	\$20.00
TOTAL	\$130.00

Insumos de oficina

Los insumos de oficina se tienen en cuenta el costo de Bolígrafos, lápices, carpetas, clips, gomas, cinta adhesiva, grapadora, tijeras, perforadora, pegamento, organizadores de escritorio (bandejas) y agendas.

Tabla 2.65 Costos por insumos de oficina para minas de caolín.

COSTOS DE INSUMO DE OFICINA	
NÓMINA	PAGO AL MES
Insumos de oficina	\$45.00

Resumen de costos o gastos de administración

A continuación, se detalla el resumen de costos de administración. (Tabla 2.66).

Tabla 2.66 Resumen de costos de administración para minas de caolín.

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	
NÓMINA	PAGO AL MES
PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN	
Contadora	\$529.11
Secretaria	\$521.50
SERVICIOS PÚBLICOS	
Agua Potable	\$25.00
Luz eléctrica	\$35.00
Internet	\$50.00
Telefonía	\$20.00
INSUMOS DE OFICINA	
Insumos de oficina	\$45.00
TOTAL AL MES	\$1,225.61

Regalías

De acuerdo al Servicio de Rentas Internas (SRI) vigente en octubre de 2020, las regalías en pequeña minería de no metálicos se deben al 3% del costo de producción del mineral, dicho pago se lo efectúa de manera semestral.

Tabla 2.67 Regalías en minas de caolín.

REGALÍAS	
NÓMINA	PAGO AL MES
Costo de producción semestral	\$316,924.26
3% Costo de producción	\$9,507.72
TOTAL A PAGAR SEMESTRALMENTE	\$9,507.72

Patente de conservación

La patente de conservación, de acuerdo al Servicio de Rentas Internas del Ecuador (SRI), corresponde al 2% del Salario Básico Unificado vigente por cada hectárea concesionada,

dicho pago se lo realiza de manera anual. Para el presente proyecto a modo de simulación, se tomará en referencia a 10 hectáreas de concesión para la explotación de caolín.

Tabla 2.68 Patente de conservación en minas de caolín.

Patente de Conservación	
Hectáreas Concesionadas	7
SBU	\$396.00
2% SBU	\$7.92
TOTAL	\$55.44

Costos totales en la extracción de material de caolín

Tabla 2.69 Costos totales en minas de caolín.

COSTOS TOTALES PARA LA EXTRACCIÓN DE CAOLÍN	
NÓMINA	COSTO MENSUAL
Costos directos	\$52,820.71
Costos indirectos	\$4,013.86
Costos o gastos de administración	\$1,225.61
Costo de regalías (Pago semestral)	\$9,507.72
Costo de regalías mensualizado	\$1,584.62
Costo de patente de conservación (Pago anual)	\$80.00
Costo de patente de conservación (mensualizado)	\$6.66
COSTO TOTAL	\$59,651.46

2.2.3 Clasificación de costos y gastos en el proceso productivo en minas de feldespatos

Una empresa minera privada ubicada en la provincia del Azuay, dedicada a la explotación de feldespatos para uso cerámico, requiere el análisis de los costos totales de explotación y procesamiento del material, así como sus costos o gastos administrativos y costos tributarios, dicha empresa cuenta con una concesión minera de 10 hectáreas y una producción diaria de 400 t/día.

Costos directos

Los costos directos o conocidos también como costos operativos o de producción, en minas de feldespatos, se definen como aquellos costos que influyen directamente en el proceso productivo de arranque, carguío, transporte y procesamiento del mineral.

Para el presente análisis de costos y gastos en minas de feldespatos, la estimación de costos de producción, en la cual la empresa cuenta con maquinaria propia y con personal contratado para cada equipo para cumplir con las diferentes labores mineras de extracción y procesamiento del mineral no metálico.

Costos directos con mano de obra directa contratada

La mano de obra directa está conformada por aquellos trabajadores que tienen una relación directa en la producción y extracción de feldespatos desde la zona de extracción in situ hasta su procesamiento, dichos procesos son en la extracción, la apertura, arranque, carguío y transporte; por otro lado, en el procesamiento del mineral no metálico, se encuentra la trituración primaria, trituración secundaria, molienda y secado.

Tabla 2.70 Mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de feldespatos.

Mano de Obra Directa	
Personal Requerido	N°
Operador de retroexcavadora	1
Operador de buldócer	1
Chofer de volquete	1
Ayudante de mina	1
Operador trituradora	1
Ayudante operador trituradora	1
Operador molino	1
Ayudante molino	1
Operador secador	1

Para el análisis de costos y gastos para minas de feldespatos con uso final en la industria cerámica, de acuerdo a jornadas establecidas en distintas minas de no metálicos de la región, se estableció una jornada de trabajo de 8 horas diarias de lunes a sábado, los 30 días correspondientes al mes, a continuación se detalla sus sueldos de acuerdo a la tabla de sueldos y salarios mínimos en Ecuador vigente en el año 2020, con el costo de hora suplementaria y hora extraordinaria de acuerdo al monto de su salario, en función de lo dictaminado en el reglamento ecuatoriano, las horas suplementarias tienen un máximo de 48 horas ejecutadas por el trabajador al mes y las horas extraordinarias, es decir aquellas horas que se cumplen en domingos, feriados u horarios fuera de lo establecido, igualmente es de 48 horas máximo ejecutadas por el trabajador al mes.

Tabla 2.71 Sueldo de mano de obra directa necesaria para el proceso productivo en minas de feldespatos.

SUELDO DEL PERSONAL OPERATIVO				
Personal Requerido	Sueldo unitario mensual	Costo Hora	Costo Hora Suplementaria	Costo Hora Extraordinaria
Operador buldócer	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Operador retroexcavadora	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Chofer volquete	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Ayudante de mina	\$436.07	\$1.82	\$0.91	\$3.63
Operador trituradora	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Ayudante operador trituradora	\$436.07	\$1.82	\$0.91	\$3.63
Operador molino	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16
Ayudante operador molino	\$436.07	\$1.82	\$0.91	\$3.63
Operador secador	\$498.72	\$2.08	\$1.04	\$4.16

Para efectuar el cálculo de las provisiones de cada trabajador, se lo efectúa en función de lo establecido por la ley vigente en octubre de 2020 en Ecuador, por tanto, las cantidades de provisiones que por la ley ecuatoriana vigente, se encuentra el pago del décimo tercer sueldo, décimo cuarto sueldo, aporte patronal del 11.15% del sueldo por pagar al

trabajador dirigido al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), aporte personal del 9.45% de lo percibido del sueldo por mes al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), fondos de reserva.

A continuación, se detallará los costos percibidos por mes por parte de cada trabajador que incide de forma directa en los procesos productivos de la extracción de feldespatos, tomando en cuenta la sumatoria por los costos de hora suplementarias, extraordinarias, provisiones, finalmente cabe recalcar que la sumatoria de horas suplementarias se tomará en cuenta como un 50% de las 48 horas máximas laborables al mes o lo que es lo mismo de 24 horas, y el 15% en horas extraordinarias laborables de las 48 horas máximas al mes o lo que es lo mismo de 8 horas, todo esto se lo realiza en base a datos experimentales en diferentes minas en producción de caolín. Finalmente, lo percibido al mes por cada trabajador es sumado a las horas extras y suplementarias que se puede hacer al mes.

Tabla 2.72 Rol de provisiones para los trabajadores de minas de feldespatos.

Personal Requerido	Décimo tercer Sueldo	Décimo cuarto Sueldo	Aporte IESS Personal 9.45%	Aporte IESS Patronal 11.15%	Fondo de Reserva 8.33%	Total de Ingresos Mensual
Operador buldócer	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Operador retroexcavadora	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Chofer volquete	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Ayudante de mina	\$42.06	\$33.33	\$47.70	\$56.28	\$42.04	\$574.44
Operador trituradora	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Ayudante operador trituradora	\$42.06	\$33.33	\$47.70	\$56.28	\$42.04	\$574.44
Operador molino	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61
Ayudante operador molino	\$42.06	\$33.33	\$47.70	\$56.28	\$42.04	\$574.44
Operador secador	\$47.28	\$33.33	\$53.62	\$63.26	\$47.26	\$641.61

Costos de equipo protección personal para los operarios

El costo de equipos de protección personal para los trabajadores que realizan sus labores en la faena, si bien el mismo se considera como una inversión inicial para el proyecto como antes mencionado en los anteriores análisis; de este modo, es importante el costo de dichos equipos para este análisis de costos debido que al contar con personal contratado y maquinaria propia, los trabajadores deben contar con equipo de protección personal brindado por cada empresa minera, además tomando en cuenta que de acuerdo las leyes nacionales dichos equipos deben ser cambiados por lo menos dos veces por año.

Tabla 2.73 Costo de equipos de protección personal para minas de feldespatos.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL				
Descripción	N°	Precio Unitario	Precio Total	Total Año
Casco	9	\$15.00	\$135.00	\$270.00
Chaleco reflectivo	9	\$3.00	\$27.00	\$54.00
Gafas de protección	9	\$12.00	\$108.00	\$216.00
Mascarillas	9	\$1.00	\$9.00	\$18.00
Orejas	8	\$25.00	\$200.00	\$400.00
Guantes de látex	9	\$7.00	\$63.00	\$126.00
Zapatos de seguridad	9	\$45.00	\$405.00	\$810.00
Fajas para espalda	9	\$25.00	\$225.00	\$450.00
TOTAL AÑO				\$2,344.00
TOTAL MENSUALIZADO				\$195.33

Resumen de costos de mano de obra directa

A continuación, se resume los valores analizados en los incisos 2.72 y 2.73.

Tabla 2.74 Resumen de costos de mano de obra directa para minas de feldespatos.

Personal Requerido	Líquido por mes	Aporte Patronal	Costo total mes
Operador buldócer	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Operador retroexcavadora	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Chofer volquete	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Ayudante de mina	\$574.44	\$56.28	\$630.72

Operador trituradora	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Ayudante operador trituradora	\$574.44	\$56.28	\$630.72
Operador molino	\$641.61	\$63.26	\$704.87
Ayudante molino	\$574.44	\$56.28	\$630.72
Operador secador	\$641.61	\$63.26	\$704.87
COSTO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL			\$195.33
COSTO TOTAL POR MES			\$6,316.71

Costos directos con maquinaria propia

En el análisis y determinación de costos en la explotación en minas de feldespatos, se da la propuesta de contar con maquinaria propia para desarrollar dichas labores, tales como la apertura, arranque, carguío, transporte, trituración, molienda y secado.

Consumo de combustible

Para el cálculo de los consumos de aceite y diésel en las maquinarias de los procesos productivos de arranque, carguío y transporte, en base a experiencia de trabajadores y operadores, en donde se ha calculado un factor de ajuste mensual de acuerdo a las 8 horas de trabajo diarias durante el mes de trabajo.

Por tanto, en el factor de ajuste mensual será aplicado al volumen de cambio de aceite cada 250 horas o 22 galones, de acuerdo a técnicos expertos, por lo cual se permite el cálculo de consumo real de aceite de alrededor 18,30 galones por equipo necesario.

$$\text{Factor de ajuste mensual} = \frac{208 \text{ horas}}{250 \text{ horas}} = 0,832 \quad (10)$$

En las siguientes tablas se indican las características técnicas necesarias y el costo por hora de cada equipo necesario para las labores de producción.

Diésel

De acuerdo al factor de ajuste mensual para el consumo de combustibles; el costo nacional a octubre de 2020 en Ecuador es de 1.85 \$/galón de acuerdo con los precios establecidos por parte del Ministerio de Energía del Ecuador.

Aceites

El cambio de aceite al igual que el diésel, está sujeto a la capacidad requerida por parte de cada equipo que se va a trabajar, de acuerdo a valores estándares en el mercado, el precio de mercado ronda los \$US 30.

Mantenimiento y cambio de repuestos

El mantenimiento y cambio de repuestos, su costo está sujeto al tipo de repuesto y mantenimiento requerido, por tanto, para desarrollar las etapas de producción sin ningún contratiempo, dichos mantenimientos se los debe realizar periódicamente. Debido que son costos generalmente imprevistos, en base a estudios realizados y ejercicios experimentales en desarrollos de minas a cielo abierto y canteras, sus costos irán por lo tanto en función de los requerimientos de cada equipo de trabajo.

Tabla 2.75 Equipos necesarios para el proceso productivo en minas de feldespatos.

EQUIPOS
Buldócer
Retroexcavadora
Volquete minero
Trituradora de mandíbulas
Trituradora de conos
Secador rotativo
Molino de rodillos

Equipo de apertura

Para efectuar la labor de apertura, es decir, aquellas labores de acceso al yacimiento de feldespatos, tales como aquellas vías que conectan la parte externa de la mina con el depósito mineral, dicha labor será ejecutada por un buldócer de la marca Caterpillar D5K2, detallando así a continuación los datos técnicos de la maquinaria y el cálculo de sus costos operativos.

Tabla 2.76 Datos técnicos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de feldespatos.

DATOS DE LA MAQUINARIA	
Modelo	Caterpillar D5K2
Potencia	97 HP
Valor más IVA	\$135,000.00
Valor residual	\$67,500.00
Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Capacidad de tanque de Diésel	51.5 gal
Capacidad de aceites	21.62 gal
Valor de neumáticos	ORUGAS
Valor de tren de rodaje	\$30,000.00
Vida útil de tren de rodaje	4000 horas

Fuente: Catálogo Caterpillar 2020.

Tabla 2.77 Costos operativos de buldócer Caterpillar D5K2 para minas de feldespatos.

CÁLCULO DEL COSTO PARA BULDÓCER		
COSTOS OPERATIVOS		
Tanqueo de diésel	Cambio cada número de días	3
Consumo mensual de diésel	(gal/mes)	154.5
Costo por consumo mensual de diésel	(\$/mes)	285.82
Cambio de aceite	Cambio cada número de horas	250
	Factor de ajuste mensual	0.832
Consumo mensual de aceite	(gal/mes)	17.98
Costo por consumo mensual de aceite	(\$/mes)	539.4
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	650
Costo por tren de rodaje	(\$/mes)	240
Depreciación	(\$/mes)	562.50

Equipo de arranque y carguío

Para las labores mineras de arranque del material in situ, debido a las características físicas del material, para el cual el presente análisis es feldespatos; la labor de arranque, por tanto, se efectuaría con una excavadora hidráulica de marca referencial Caterpillar 320c, dicha maquinaria una vez realizada la labor de extraer el material, será la misma que ejecute la labor de carguío.

Tabla 2.78 Datos técnicos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de feldespatos.

DATOS DE LA MAQUINARIA	
Modelo	Caterpillar 320c
Potencia	172 HP
Valor más IVA	\$115,000.00
Valor residual	\$57,500.00
Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Capacidad de tanque de Diésel	106 gal
Capacidad de aceites	32 gal
Valor de diésel por galón	1.85 \$/gal
Valor de neumáticos	ORUGAS
Valor de tren de rodaje	\$30,000.00
Vida útil de tren de rodaje	4000 horas

Fuente: Catálogo Caterpillar 2020.

Tabla 2.79 Costos operativos de retroexcavadora Caterpillar 320c para minas de feldespatos.

CÁLCULO DEL COSTO PARA RETROEXCAVADORA		
COSTOS OPERATIVOS		
Tanqueo de diésel	Cambio cada número de días	1
Consumo mensual de diésel	(gal/mes)	2544
Costo por consumo mensual de diésel	(\$/mes)	4706.4

Cambio de aceite	Cambio cada número de horas	250
	Factor de ajuste mensual	0.832
Consumo mensual de aceite	(gal/mes)	26.62
Costo por consumo mensual de aceite	(\$/mes)	798.72
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Costo por tren de rodaje	(\$/mes)	240
Depreciación	(\$/mes)	479.17

Equipo de transporte

Una vez ejecutada la labor de arranque, se procede al carguío del mineral de feldespatos a equipos de transporte; para el presente análisis dicho equipo de transporte será un camión volquete de marca referencial Hino serie 500, el cual cumpliría la labor de transportar el material desde la faena hasta la zona de stock o de procesamiento, ya sea trituración, molienda o ambas.

Tabla 2.80 Datos técnicos de camión volquete Hino serie 500 para minas de feldespatos.

DATOS DE LA MAQUINARIA	
Modelo	Hino serie 500 Modelo 1726
Potencia	247 HP
Capacidad	12 m ³
Valor más IVA	\$105,840.00
Valor residual	\$52,920.00
Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Capacidad de tanque de diésel	53 gal
Capacidad de aceites	28 gal
Valor de diésel por galón	1.85 \$/gal
Valor de neumáticos juego 6 unidades	\$3025.00
Vida útil de neumático	1000 horas

Fuente: Catálogo Hino 2020.

Tabla 2.81 Costos operativos de camión volquete Hino serie 500 para minas de feldespatos.

CÁLCULO DEL COSTO PARA CAMIÓN VOLQUETE		
COSTOS OPERATIVOS		
Tanqueo de diésel	Cambio cada número de días	1
Consumo mensual de diésel	(gal/mes)	1272
Costo por consumo mensual de diésel	(\$/mes)	2353.2
Cambio de aceite	Cambio cada número de horas	250
	Factor de ajuste mensual	0.832
Consumo mensual de aceite	(gal/mes)	23.3
Costo por consumo mensual de aceite	(\$/mes)	699
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Costo por neumáticos	(\$/mes)	638.88
Depreciación	(\$/mes)	441

Equipo de trituración

Para la trituración de minerales de feldespatos para la industria cerámica, es necesario una trituradora de mandíbulas como una trituración primaria, lo cual, por sus características técnicas, es ideal para la trituración para este tipo de material en una primera instancia. Para la segunda instancia, una vez pasado por la trituración primaria en la trituradora de mandíbulas, es necesario una trituración secundaria ejecutada por una trituradora de conos. Los costos de consumo de energía de este equipo, se tomará en cuenta el valor actual del precio de consumo de kW por hora, que, según la ley vigente ecuatoriana en octubre de 2020, para el sector industrial es de \$0.0678 por kWh.

Tabla 2.82 Datos técnicos para trituradora de mandíbulas para minas de feldespatos.

DATOS DE TRITURADORA DE MANDÍBULAS	
Modelo	Trituradora de mandíbulas PE 600 x 900
Potencia	56 HP
Capacidad de trituración	50 t/hora
Valor más IVA	\$35,840.00

Valor residual	\$17,920.00
Vida útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Consumo de energía	1.2 kW/t

Fuente: Catálogo Trituradora de mandíbulas Chaeng 2020

Tabla 2.83 Costos operativos para trituradora de mandíbulas para minas de feldespatos.

CÁLCULO DEL COSTO PARA TRITURADORA DE MANDÍBULAS		
COSTOS OPERATIVOS		
Horas de trabajo al día	(horas/día)	8
Material a triturar	(t/día)	400
Consumo de energía	(kW/mes)	11520
Costo de energía	\$/kWhora	0.0678
Costo por consumo de energía	\$/mes)	781.05
Mantenimiento y cambio de repuestos	\$/mes)	1500
Depreciación	\$/mes)	149.33

Tabla 2.84 Datos técnicos para trituradora de conos para minas de feldespatos.

DATOS DE TRITURADORA DE CONOS	
	Trituradora de conos hidráulica
Modelo	XHP200
Potencia	55 kW
Capacidad de clasificación	50 t/hora
Valor más IVA	\$31,360.00
Valor residual	\$15,680.00
Vida Útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Consumo de energía	1.1 kW/t

Tabla 2.85 Costos operativos para trituradora de conos para minas de feldespatos.

CÁLCULO DEL COSTO PARA TRITURADORA DE CONOS		
COSTOS OPERATIVOS		
Horas de trabajo al día	(horas/día)	8
Material a clasificar	(t/día)	400
Consumo de energía	(kWh/mes)	10560
Costo de energía	(\$/kWh)	0.0678
Costo por consumo de energía	(\$/mes)	715.96
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Depreciación	(\$/mes)	130.67

Equipo de molienda

Para efectuar el proceso de molienda, se lo realiza mediante un equipo de molienda de rodillos, puesto a sus condiciones físicas del material de feldespatos y una vez haber pasado los procedimientos anteriores a la molienda, cumple con las características idóneas para realizar la labor, a continuación, se detalla las características técnicas del molino, así como sus costos operativos.

Tabla 2.86 Datos técnicos para molino de rodillos para minas de feldespatos.

DATOS DE SECADOR ROTATIVO MOLINO DE RODILLOS	
Modelo	Molino de rodillos GRMK30.31
Potencia	1250 kW
Capacidad de trituración	50 t/hora
Valor más IVA	\$32,928.00
Valor residual	\$16,464.00
Vida Útil	10 años
Horas de trabajo al año	2496 horas
Consumo de energía	25 kW/t

Fuente: Catálogo Molino de rodillos Chaeng 2020.

Tabla 2.87 Costos operativos para molino de rodillos para minas de feldespatos.

CÁLCULO DEL COSTO PARA MOLINO DE RODILLOS		
COSTOS OPERATIVOS		
Horas de trabajo al día	(horas/día)	8
Material a secar	(t/día)	400
Consumo de energía	(kWh/mes)	240000
Costo de energía	(\$/kWh)	0.0678
Costo por consumo de energía	(\$/mes)	16272
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Depreciación	(\$/mes)	137.20

Equipo de secado

Una vez realizado el proceso de trituración primaria con la trituradora de mandíbulas, la trituración secundaria con la trituradora de conos y una molienda con un molino de rodillos, se procede a secar el material de feldespatos mediante secadores de tipo rotativo y a contra corriente, a continuación, se detalla las características técnicas del equipo y sus costos operativos. El costo de consumo de energía eléctrica, según la ley vigente en Ecuador, en el marco industrial está a 0.0678 \$/kWh. (Tabla 2.88)

Tabla 2.88 Datos técnicos para secador de tipo rotativo para minas de feldespatos.

DATOS DE SECADOR ROTATIVO	
Modelo	Horno rotativo Baichy
Potencia	630 kW
Capacidad de trituración	50 t/hora
Temperatura	1350 °C
Valor más IVA	\$19,040.00
Valor residual	\$9,520.00
Vida Útil	10 años
Consumo de energía	13 kWh/t

Fuente: Catálogo Horno rotativo Baichy 2020

Tabla 2.89 Costos operativos para secador rotativo para minas de feldespatos.

CÁLCULO DEL COSTO PARA SECADOR ROTATIVO		
COSTOS OPERATIVOS		
Horas de trabajo al día	(horas/día)	8
Material a secar	(t/día)	400
Consumo de energía	(kWh/mes)	120960
Costo de energía	(\$/kWh)	0.0678
Costo por consumo de energía	(\$/mes)	8201.08
Mantenimiento y cambio de repuestos	(\$/mes)	1500
Depreciación	(\$/mes)	79.33

Resumen de costos operativos con maquinaria propia

A continuación, se detalla la sumatoria de los incisos de costos operativos de cada equipo a realizar las labores mineras.

Tabla 2.90 Resumen de costos operativos de maquinaria propia para minas de feldespatos.

EQUIPO REQUERIDO	COSTO OPERATIVO AL MES
Bulldócer Caterpillar D5K2	\$2,277.72
Excavadora hidráulica Caterpillar 320c	\$7,724.29
Camión volquete Hino serie 500	\$5,632.08
Equipo de trituración primaria	\$2,430.38
Equipo de trituración secundaria	\$2,346.53
Equipo de secado	\$9,780.41
Equipo de molienda	\$17,909.20

Resumen de costos operativos de maquinaria propia con los honorarios de los operadores de las maquinarias

En la siguiente tabla se detalla la sumatoria de los costos mensualizado de la maquinaria utilizada con su respectivo operador

Tabla 2.91 Resumen de costos operativos de maquinaria propia con su respectivo operador para minas de feldespatos.

EQUIPO REQUERIDO	COSTO OPERATIVO AL MES
Bulldócer Caterpillar D5K2	\$3,004.29
Excavadora hidráulica Caterpillar 320c	\$8,450.86
Camión volquete Hino serie 500	\$6,358.65
Equipo de trituración primaria	\$3,809.37
Equipo de trituración secundaria	\$2,346.53
Equipo de secado	\$10,506.98
Equipo de molienda	\$19,288.19
TOTAL COSTO POR MES	\$53,764.87

Costos indirectos

Para la explotación en minas de feldespatos, los costos indirectos o también llamados costos fijos o no operativos, son aquellos costos que no inciden de manera directa con el volumen de producción. Para el análisis se toma en cuenta los parámetros de mano de obra indirecta y otros requerimientos que presente la empresa.

Costos de mano de obra indirecta

Tabla 2.92 Mano de obra indirecta necesaria para minas de feldespatos.

Mano de Obra Indirecta	
Personal	N°
Ingeniero en Minas	1
Inspector de mina	1
Inspector de planta	1
Guardia de seguridad	3

Para el correcto desarrollo de las actividades mineras, en función de los requerimientos de producción, se ha estimado que, para cumplir dichas labores, en lo que respecta a la mano de obra indirecta, se ve necesario que se cuente con:

Técnico minero o ingeniero en minas

Cumple con la función de llevar un control diario, y la corroboración de la misma en la cual la explotación y las labores mineras se estén llevando adecuadamente bajo las condiciones de diseño de explotación propuestas y estándares de seguridad.

Inspector de mina

Su función es llevar el control diario de volumen de material explotado y realizar las labores de coordinación con los operadores de las maquinarias.

Guardias de seguridad

Su función es cuidar la zona de explotación las 24 horas, con la función de resguardar en las horas laborables y no laborables no haya personas que ingresen a la zona de explotación sin un permiso pertinente.

Inspector de planta

Tiene por función llevar el control diario de la producción dentro de la planta de procesamiento del mineral no metálico, en sus fases de trituración, secado, molienda y clasificación.

Al igual que la mano de obra directa en la extracción de caolín, de acuerdo a una jornada de trabajo de 8 horas diarias de lunes a viernes para el ingeniero en minas, los 30 días correspondientes al mes, una jornada laboral de 8 horas de lunes a sábado que se establece los días de trabajo para el guardia de seguridad, inspector de mina e inspector de planta; en la siguiente tabla se indica sus sueldos de acuerdo a la tabla de sueldos y salarios

mínimos en Ecuador en el año 2020, de acuerdo al sector minero, con el costo de hora suplementaria y hora extraordinaria de acuerdo al monto de su salario, dichas horas, las horas suplementarias tienen un máximo de 48 horas al mes y las horas extraordinarias, es decir aquellas horas que se cumplen en domingos, feriados u horarios fuera de lo establecido, igualmente es de 48 horas máximo al mes.

Tabla 2.93 Personal de mano de obra indirecta para minas de feldespatos.

Personal Requerido	N°	Sueldo mes
Ingeniero en Minas	1	\$541.10
Inspector de mina	1	\$541.10
Inspector de planta	1	\$541.10
Guardia de seguridad	3	\$401.28

Tabla 2.94 Sueldos de mano de obra indirecta para minas de feldespatos.

Personal Requerido	Sueldo mes	Costo Hora	Costo Hora Suplementaria	Costo Hora Extraordinaria
Ingeniero en Minas	\$541.10	\$2.25	\$1.13	\$4.51
Inspector de mina	\$541.10	\$2.25	\$1.13	\$4.51
Inspector de planta	\$541.10	\$2.25	\$1.13	\$4.51
Guardia de seguridad	\$401.28	\$1.67	\$0.84	\$3.34

De igual manera, se detallará los costos percibidos por mes por parte de la mano de obra indirecta, tomando en cuenta la sumatoria por los costos de hora suplementarias, extraordinarias, provisiones, finalmente cabe recalcar que la sumatoria de horas suplementarias se tomará en cuenta como un 50% de las 48 horas máximas laborables al mes establecido por parte del Ministerio de Trabajo del Ecuador y el 15% en horas extraordinarias laborables de las 48 horas máximas al mes, se toma en cuenta este porcentaje en base a datos experimentales en diferentes minas en producción.

Es necesario resaltar que lo percibido al mes por cada trabajador es la sumatoria de las horas extras y suplementarias que los trabajadores pueden realizar al mes.

Finalmente, se detallará las provisiones percibidas de los trabajadores en función de lo establecido por parte del reglamento ecuatoriano, que consta de un aporte personal del 9.45% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) de lo percibido al mes, el aporte patronal del 11.15% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) por parte del empleador, los fondos de reserva del 8.33%, el pago del décimo tercero y décimo cuarto según lo que manda la ley ecuatoriana vigente en 2020. (Tabla 2.95).

Tabla 2.95 Provisiones de mano de obra indirecta para minas de feldespatos.

Aporte Personal 9.45%	Aporte Patronal 11.15%	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	Fondo de Reserva 8.33%	Total Ingreso mensual
\$57.10	\$67.37	\$50.35	\$33.33	\$50.33	\$681.15
\$57.10	\$67.37	\$50.35	\$33.33	\$50.33	\$681.15
\$57.10	\$67.37	\$50.35	\$33.33	\$50.33	\$681.15
\$42.35	\$49.96	\$37.34	\$33.33	\$37.33	\$513.75

Costos de equipo protección personal para la mano de obra indirecta

El costo de equipos de protección personal para cada uno de las personas que forma la mano de obra indirecta, de acuerdo a las leyes nacionales y estándares internacionales en el uso de ellos para realizar las labores, por lo cual además dichos equipos serán sustituidos dos veces por año, constando así un costo para la empresa minera.

Tabla 2.96 Equipos de protección personal de mano de obra indirecta para minas de feldespatos.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL				
Descripción	N°	Precio Unitario	Precio Total	Total Año
Casco	6	\$15.00	\$90.00	\$180.00
Chaleco reflectivo	6	\$3.00	\$18.00	\$36.00
Gafas de protección	3	\$12.00	\$36.00	\$72.00
Mascarillas	6	\$1.00	\$6.00	\$12.00
Orejeras	3	\$25.00	\$75.00	\$150.00
Guantes de látex	3	\$7.00	\$21.00	\$42.00
Zapatos de seguridad	6	\$45.00	\$270.00	\$540.00
Fajas para espalda	3	\$25.00	\$75.00	\$150.00
TOTAL AÑO				\$1,182.00
TOTAL MENSUALIZADO				\$98.50

Resumen de costos de mano de obra indirecta mensualizado

En la siguiente tabla se detalla el resumen de costos de la mano de obra indirecta al mes, que consta de 1 ingeniero en minas, 1 inspector de mina, 1 inspector de planta y 3 guardias de seguridad.

Tabla 2.97 Resumen de costos de mano de obra indirecta al mes para minas de feldespatos.

Personal Requerido	Sueldo mes	Equipo de Protección Personal	Total mes
Ingeniero en Minas	\$681.15	\$85.83	\$766.98
Inspector de mina	\$681.15	\$85.83	\$766.98
Inspector de planta	\$681.15	\$85.83	\$766.98
Guardia de seguridad	\$1,541.26	\$85.83	\$1,627.09
COSTO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL			\$85.83
COSTO TOTAL POR MES			\$4,013.86

Costos o gastos de administración

Los costos de administración en la extracción de caolín, se refiere a los costos necesarios para la gestión del proyecto, es decir los costos por insumos de oficina, servicios públicos correspondientes al área administrativa y sueldos y honorarios de la misma.

Personal del área de administración

El personal del área de administración estará conformado por:

Secretaria

Cumple con un rol de la atención de clientes, proveedores y comunicación telefónica, entre otras actividades, su sueldo planteado está de acuerdo a la tabla salarial mínima del Ecuador a octubre de 2020.

Profesional de la contabilidad

Tiene por función de llevar todas las cuestiones económicas, contables y financieras de la empresa, su sueldo planteado está de acuerdo a la tabla salarial mínima del Ecuador a octubre de 2020.

Tabla 2.98 Personal del área administrativa necesario para minas de feldespatos.

Personal del área administrativa		
Personal	N°	Sueldo
Contador/a	1	\$414.11
Secretaria	1	\$407.76

Tabla 2.99 Sueldos del área administrativa para minas de feldespatos.

Personal Requerido	Sueldo mes	Costo Hora	Costo Hora Suplementaria	Costo Hora Extraordinaria
Contador/a	\$414.11	\$1.73	\$0.86	\$3.45
Secretaria	\$407.76	\$1.70	\$0.85	\$3.40

De igual manera como los análisis anteriores, las horas suplementarias de las 48 horas máximas que se puede realizar al mes, de acuerdo a experiencias laborales en personal de administración en empresas mineras, se tomará el 50% de las horas promedio que este personal puede hacer al mes, y en las horas extraordinarias el 15% de las 48 horas máxima que el trabajador puede realizar al mes. A continuación, se detallará las provisiones percibidas de los trabajadores en función de lo establecido por parte del reglamento ecuatoriano, que consta de un aporte personal del 9.45% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) de lo percibido al mes, el aporte patronal del 11.15% al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) por parte del empleador, los fondos de reserva del 8.33%, el pago del décimo tercero y décimo cuarto según lo que manda la ley ecuatoriana vigente en 2020.

Tabla 2.100 Provisiones del área administrativa.

Aporte Personal 9.45%	Aporte Patronal 11.15%	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	Fondo de Reserva 8.33%	Total Ingreso mensual
\$43.70	\$51.56	\$38.54	\$33.33	\$38.52	\$529.11
\$43.03	\$50.77	\$37.94	\$33.33	\$37.93	\$521.50

Servicios públicos

Dentro del costo de servicios públicos por parte de la empresa, en la explotación de caolín, se encuentra el costo de telefonía, costo de internet, costo de luz y costos de servicio de agua potable.

Tabla 2.101 Costos por servicios públicos.

COSTOS POR SERVICIOS PÚBLICOS	
NÓMINA	PAGO AL MES
Agua Potable	\$25.00
Luz eléctrica	\$35.00
Internet	\$50.00
Telefonía	\$20.00
TOTAL	\$130.00

Insumos de oficina

Los insumos de oficina en los costos administrativos para la explotación de minas de feldespatos, se tienen en cuenta el costo de bolígrafos, lápices, carpetas, clips, gomas, cinta adhesiva, grapadora, tijeras, perforadora, pegamento, organizadores de escritorio (bandejas) y agendas.

Tabla 2.102 Costos insumos de oficina para minas de feldespatos.

COSTOS DE INSUMO DE OFICINA	
NÓMINA	PAGO AL MES
Insumos de oficina	\$45.00

Resumen de costos o gastos de administración

A continuación, se detalla el resumen de costos de administración. (Tabla 2.103).

Tabla 2.103 Resumen de costos de administración para minas de feldespatos.

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	
NÓMINA	PAGO AL MES
PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN	
Contadora	\$529.11
Secretaria	\$521.50
SERVICIOS PÚBLICOS	
Agua Potable	\$25.00
Luz eléctrica	\$35.00
Internet	\$50.00
Telefonía	\$20.00
INSUMOS DE OFICINA	
Insumos de oficina	\$45.00
TOTAL AL MES	\$1,225.61

Regalías

De acuerdo al Servicio de Rentas Internas (SRI) vigente en octubre de 2020, las regalías en pequeña minería de no metálicos se deben al 3% del costo de producción del mineral, dicho pago se lo efectúa de manera semestral.

Tabla 2.104 Regalías en minas de feldespatos.

REGALÍAS	
NÓMINA	PAGO AL MES
Costo de producción semestral	\$322,589.22
3% Costo de producción	\$9,677.67
TOTAL A PAGAR SEMESTRALMENTE	\$9,677.67

Patente de conservación

La patente de conservación, de acuerdo al Servicio de Rentas Internas del Ecuador (SRI), corresponde al 2% del Salario Básico Unificado vigente por cada hectárea concesionada,

dicho pago se lo realiza de manera anual. Para el presente proyecto en minería de feldespatos, la concesión minera será a modo de simulación considerada en 10 hectáreas.

Tabla 2.105 Patente de conservación en minas de feldespatos.

Patente de Conservación	
Hectáreas Concesionadas	10
SBU	\$400.00
2% SBU	\$8.00
TOTAL	\$80.00

Costos totales en la extracción de material de feldespatos

Tabla 2.106 Costos totales en minas de feldespatos.

COSTOS TOTALES PARA LA EXTRACCIÓN DE FELDESPATOS	
NÓMINA	COSTO MENSUAL
Costos directos	\$53,764.87
Costos indirectos	\$4,013.86
Costos o gastos de administración	\$1,225.61
Costos de venta	\$680.00
Costo de regalías (Pago semestral)	\$9,677.67
Costo de regalías mensualizado	\$1,612.95
Patente de conservación (Pago anual)	\$80.00
Patente de conservación (mensualizado)	\$6.66
COSTO TOTAL	\$61,303.95

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Análisis de la información recopilada

Para el análisis de la información desarrollada en el capítulo anterior en lo que respecta a la descripción de los procesos productivos de cada material analizado y la descripción de los costos y gastos de los mismos, por tanto, se pretende realizar en un análisis de sensibilidad económica basada en dos escenarios de simulación en función del aumento y decremento de la producción.

Las variables de costos que están sujetas a cambios pueden ser:

- Aumento o decremento del precio del material en el mercado.
- Aumento o decremento de la producción.
- Aumento o decremento de precios de repuestos para la maquinaria.

3.1.1 Análisis de sensibilidad para la explotación de arcilla

Para el análisis de sensibilidad en la explotación de arcilla, se tomará en cuenta los ingresos por ventas, costos de producción por tonelada, y una inversión inicial a modo de simulación, por tanto, se cuenta con dos casos de análisis, el primero, con una producción establecida en los análisis anteriores de 400 t/día y un segundo caso, con una producción de 150 ton/día.

3.1.1.1 Primer caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de arcilla

Para la ejecución del análisis de sensibilidad en la explotación de arcilla, se tomará en cuenta un escenario de simulación, con una inversión inicial de \$374,880.00 por parte de los socios y accionistas de la empresa, una vida de proyecto de 4 años de explotación,

para el análisis es necesario conocer también el costo unitario de producción del material, por tanto, el costo de producción del material de arcilla para los 4 años de explotación de la mina y con una producción de 400 t/día. Se consideró un Costo de oportunidad de capital o tasa de descuento del 15% para el análisis.

Costo de producción o extracción

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\text{Costos totales de extracción (\$)}}{\text{total de material a remover (t)}}$$

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\$1,661,716.32}{460800 \text{ t}} \quad (11)$$

$$\text{Costo de extracción} = 3.61\$/t$$

Ingresos por ventas

Para el cálculo de los ingresos por ventas del material, se lo realiza con la multiplicación del precio en el mercado de la arcilla, el mismo que consta de un valor de 5,50 \$/t multiplicado por la producción anual de arcilla.

Tabla 3.1 Ingresos por ventas en una producción de 400 t/día de arcilla.

INGRESOS POR VENTAS			
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
\$633,600.00	\$633,600.00	\$633,600.00	\$633,600.00

Análisis de sensibilidad

Tabla 3.2 Análisis de sensibilidad en una producción de 400 t/día de arcilla.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD			
Producción	COK	VAN	TIR
400 t/día	15%	\$121,106.12	31.34%

3.1.1.2 Segundo caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de arcilla

En el segundo escenario de simulación, en la simulación se establece una inversión inicial de \$374,880.00 por parte de los socios y accionistas de la empresa, una vida de proyecto de 4 años de explotación, para el análisis es necesario conocer también el costo unitario de producción del material, por tanto, el costo de producción del material de arcilla para los 4 años de explotación de la mina y con una producción de 150 t/día. Se consideró un Costo de oportunidad de capital o tasa de descuento del 15% para el análisis.

Costo de producción o extracción

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\text{Costos totales de extracción (\$)}}{\text{total de material a remover (t)}}$$

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\$1,469,716.32}{172800 \text{ t}} \quad (12)$$

$$\text{Costo de extracción} = 8.50 \text{ \$/t}$$

Ingresos por ventas

Para el cálculo de los ingresos por ventas del material, se lo realiza con la multiplicación del precio en el mercado de la arcilla, en un valor de 5,50 \$/t multiplicado por la producción anual de arcilla.

Tabla 3.3 Ingresos por ventas en una producción de 150 t/día de arcilla.

INGRESOS POR VENTAS			
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
\$237,600.00	\$237,600.00	\$237,600.00	\$237,600.00

Análisis de sensibilidad

Tabla 3.4 Análisis de sensibilidad en una producción de 150 t/día de arcilla.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD			
Producción	COK	VAN	TIR
150 t/día	15%	\$-342,408.28	-70%

3.1.2 Análisis de sensibilidad para la explotación de caolín

Para el análisis de sensibilidad en la extracción y explotación de caolín, se tomará en cuenta los ingresos por ventas, costos de producción por tonelada, y una inversión inicial a modo de simulación, por tanto, se cuenta con dos casos de análisis, el primero, con una producción establecida en los análisis anteriores de 400 t/día y un segundo caso, con una producción de 150 t/día.

3.1.2.1 Primer caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de caolín

En el primer caso en la explotación y extracción de caolín, se tomará en el escenario de simulación una inversión inicial de \$452,608.00 por parte de los socios y accionistas de la empresa, que comprende en la inversión de la maquinaria para el proyecto; una vida de proyecto de 4 años de explotación; para el análisis es necesario conocer también el costo unitario de producción del material, por tanto el costo de producción del material de arcilla para los 4 años de explotación de la mina y con una producción de 400 t/día. Se consideró un Costo de oportunidad de capital o tasa de descuento del 15% para el análisis.

Costo de producción o extracción

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\text{Costos totales de extracción (\$)}}{\text{total de material a remover (t)}}$$

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\$2,900,710.08}{460800 \text{ t}} \quad (13)$$

$$\text{Costo de extracción} = 6.29 \$/t$$

Ingresos por ventas

El cálculo de los ingresos por ventas del material de caolín, se lo realiza con la multiplicación del precio en el mercado del caolín, el mismo que se encuentra en un valor de 15,20 \$/t.

Tabla 3.5 Ingresos por ventas en una producción de 400 t/día de caolín.

INGRESOS POR VENTAS			
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
\$1,751,040.00	\$1,751,040.00	\$1,751,040.00	\$1,751,040.00

Análisis de sensibilidad

Tabla 3.6 Análisis de sensibilidad en una producción de 400 t/día de caolín.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD			
Producción	COK	VAN	TIR
400 t/día	15%	\$1,069,523.12	125%

3.1.2.2 Segundo caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de caolín

En el segundo caso de simulación en la explotación de caolín, del mismo modo se toma en cuenta una inversión inicial de \$452,608.00 por parte de los socios y accionistas de la empresa, que comprende en la inversión de la maquinaria para el proyecto; una vida de proyecto de 4 años de explotación; para el análisis es necesario conocer también el costo unitario de producción del material, por tanto el costo de producción del material de arcilla para los 4 años de explotación de la mina y con una producción de 150 t/día. Se consideró un Costo de oportunidad de capital o tasa de descuento del 15% para el análisis.

Costo de producción o extracción

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\text{Costos totales de extracción (\$)}}{\text{total de material a remover (t)}}$$

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\$2,391,394.08}{172800 \text{ t}} \quad (14)$$

$$\text{Costo de extracción} = 13.84 \text{ \$/t}$$

Ingresos por ventas

Para el cálculo de los ingresos por ventas del material, se lo realiza con la multiplicación del precio en el mercado de la arcilla, en un valor de 15,20 \$/t por la producción anual.

Tabla 3.7 Ingresos por ventas en una producción de 150 t/día de caolín.

INGRESOS POR VENTAS			
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
\$656,640.00	\$656,640.00	\$656,640.00	\$656,640.00

Análisis de sensibilidad

Tabla 3.8 Análisis de sensibilidad en una producción de 150 t/día de caolín.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD			
Producción	COK	VAN	TIR
150 t/día	15%	\$-294,944.58	-22%

3.1.3 Análisis de sensibilidad para la explotación de feldespatos

El análisis de sensibilidad en la extracción y explotación de feldespatos, se tomará en cuenta los ingresos por ventas, costos de producción por tonelada, y una inversión inicial a modo de simulación, por tanto, se cuenta con dos casos de análisis de sensibilidad, el primero, con una producción establecida en los análisis anteriores de 400 t/día y un segundo caso, con una producción de 150 t/día.

3.1.3.1 Primer caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de feldespatos

Para el primer caso de simulación en el análisis de sensibilidad en la explotación y extracción de feldespatos, se tomará una inversión inicial de \$475,000.00 por parte de los socios y accionistas de la empresa, que comprende en la inversión de la maquinaria para el proyecto; una vida de proyecto de 4 años de explotación; para el análisis es necesario conocer también el costo unitario de producción del material, por tanto el costo de producción del material de arcilla para los 4 años de explotación de la mina y con una

producción de 400 t/día. Se consideró un Costo de oportunidad de capital o tasa de descuento del 15% para el análisis.

Costo de producción o extracción

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\text{Costos totales de extracción (\$)}}{\text{total de material a remover (t)}}$$

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\$2,942,589.60}{460800 \text{ t}} \quad (15)$$

$$\text{Costo de extracción} = 6.40 \text{ \$/t}$$

Ingresos por ventas

El cálculo de los ingresos por ventas del material de caolín, se lo realiza con la multiplicación del precio en el mercado del caolín, el mismo que se encuentra en un valor de 10,00 \$/t.

Tabla 3.9 Ingresos por ventas en una producción de 400 t/día de feldespatos.

INGRESOS POR VENTAS			
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
\$1,152,000.00	\$1,152,000.00	\$1,152,000.00	\$1,152,000.00

Análisis de sensibilidad

Tabla 3.10 Análisis de sensibilidad en una producción de 400 t/día de feldespatos.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD			
Producción	COK	VAN	TIR
400 t/día	15%	\$293,802.81	40%

3.1.3.2 Segundo caso de simulación de análisis de sensibilidad para la explotación de feldespatos

Para el escenario de simulación en la explotación de caolín, se tomará en cuenta de mismo modo una inversión inicial de \$475,000.00 por parte de los socios y accionistas de la empresa, que comprende en la inversión de la maquinaria para el proyecto; una vida de proyecto de 4 años de explotación; para el análisis es necesario conocer también el costo unitario de producción del material, por tanto el costo de producción del material de arcilla para los 4 años de explotación de la mina y con una producción de 150 t/día. Se consideró un Costo de oportunidad de capital o tasa de descuento del 15% para el análisis.

Costo de producción o extracción

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\text{Costos totales de extracción (\$)}}{\text{total de material a remover (t)}}$$

$$\text{Costo de extracción} = \frac{\$2,750,589.60}{172800 \text{ t}} \quad (16)$$

$$\text{Costo de extracción} = 15.91 \text{ \$/t}$$

Ingresos por ventas

Para el cálculo de los ingresos por ventas del material, se lo realiza con la multiplicación del precio en el mercado de la arcilla, en un valor de 10,00 \$/t por la producción anual.

Tabla 3.11 Ingresos por ventas en una producción de 150 t/día de feldespatos.

INGRESOS POR VENTAS			
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
\$432,000.00	\$432,000.00	\$432,000.00	\$432,000.00

Análisis de sensibilidad

Tabla 3.12 Análisis de sensibilidad en una producción de 150 t/día de feldespatos.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD			
Producción	COK	VAN	TIR
150 t/día	15%	\$-554,755.81	-55%

3.2 Propuesta de modelo para la obtención de los costos estándares de producción y extracción de los materiales de arcilla, caolín y feldespatos de la industria cerámica

La propuesta de modelo de obtención de los costos de producción para los materiales a ser analizados, en función de un estudio previo de definir los procesos productivos de cada material y que tipo de maquinaria y de mano de obra necesaria, dicho programa elaborado en un lenguaje C++, permite que el usuario ingrese a detalle los costos de mano de obra directa, maquinaria, mano de obra indirecta, costos de administración, regalías y patente de conservación, definiendo así un resultado de un costo total de extracción para el usuario en función del tipo del material a realizar el cálculo.

A continuación, se detalla mediante fotografías del programa, su uso y resultados que va arrojando una vez poner los datos necesarios.



Figura 3.1 Representación gráfica de opciones en programa de costos y gastos.

Fuente: Autor

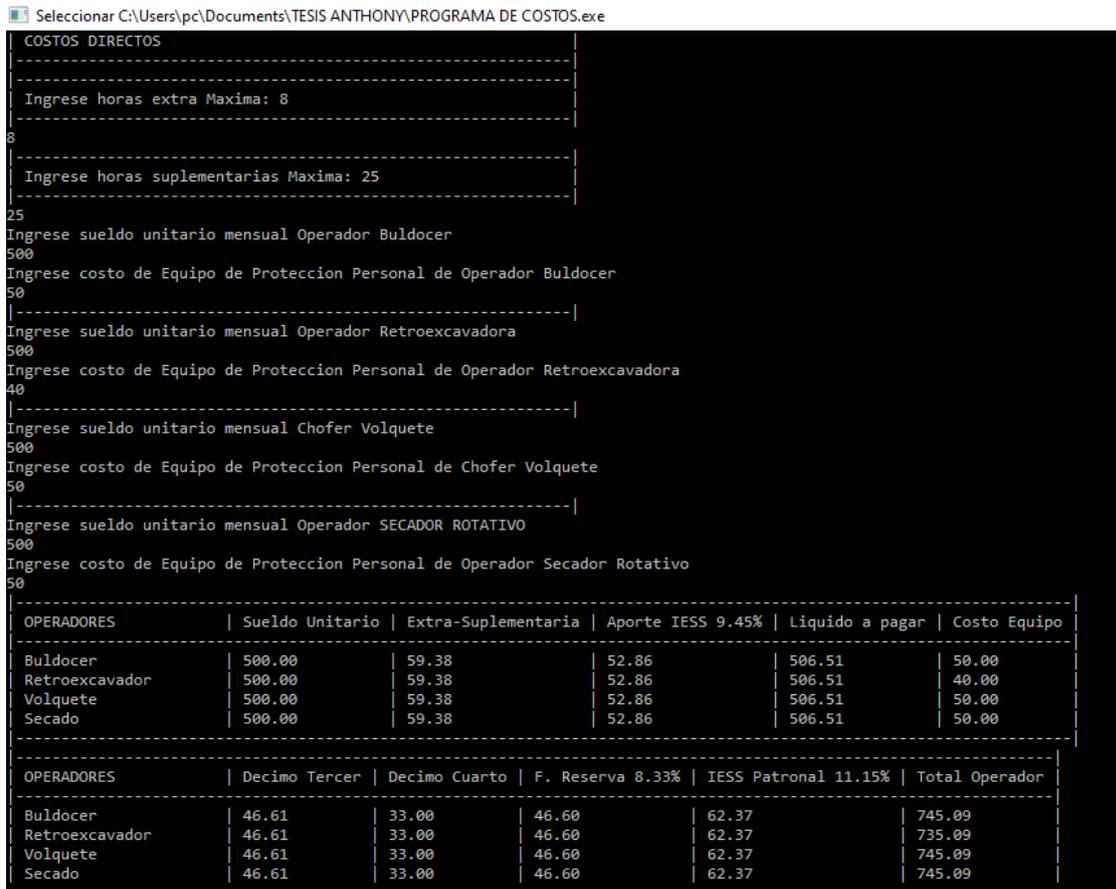


Figura 3.2 Representación gráfica de costos de mano de obra directa.

Fuente: Autor

```

Seleccionar C:\Users\pc\Documents\TESIS ANTHONY\PROGRAMA DE COSTOS.exe
1300
Ingrese valor del equipo BULDOCER mas iva
135000
Ingrese costo de mantenimiento y cambio de respuesto del equipo BULDOCER
1500
|-----|
Ingrese vida util del equipo RETROEXCAVADORA en atos
10
Ingrese costo de consumo de energia al mes del equipo RETROEXCAVADORA
4000
Ingrese valor del equipo RETROEXCAVADORA mas iva
115000
Ingrese costo de mantenimiento y cambio de respuesto del equipo RETROEXCAVADORA
1700
|-----|
Ingrese vida util del equipo CAMION VOLQUETE en atos
10
Ingrese costo de consumo de energia al mes del equipo CAMION VOLQUETE
3000
Ingrese valor del equipo CAMION VOLQUETE mas iva
105040
Ingrese costo de mantenimiento y cambio de respuesto del equipo CAMION VOLQUETE
2500
|-----|
Ingrese vida util del equipo SECADOR ROTATIVO en atos
10
Ingrese costo de consumo de energia al mes del equipo SECADOR ROTATIVO
8000
Ingrese valor del equipo SECADOR ROTATIVO mas iva
20000
Ingrese costo de mantenimiento y cambio de respuesto del equipo SECADOR ROTATIVO
1500
|-----|
| EQUIPOS          | Consumo de energia | Mantenimiento | Depreciacion | Total Equipo |
|-----|
| Buldocer         | 1300.00            | 1500.00       | 562.50       | 3362.50      |
| Retroexcavadora  | 4000.00            | 1700.00       | 479.17       | 6179.17      |
| Camion Volquete  | 3000.00            | 2500.00       | 437.67       | 5937.67      |
| Secador Rotativo | 8000.00            | 1500.00       | 83.33        | 9583.33      |
|-----|

```

Figura 3.3 Representación gráfica de costos de maquinaria propia.

Fuente: Autor

C:\Users\pc\Documents\TESIS ANTHONY\PROGRAMA DE COSTOS.exe

EQUIPOS	Consumo de energia	Mantenimiento	Depreciacion	Total Equipo
Buldozer	1300.00	1500.00	562.50	3362.50
Retroexcavadora	4000.00	1700.00	479.17	6179.17
Camion Volquete	3000.00	2500.00	437.67	5937.67
Secador Rotativo	8000.00	1500.00	83.33	9583.33

COSTOS INDIRECTOS

MANO DE OBRA INDIRECTA

Ingrese sueldo unitario mensual INGENIERO EN MINAS
600

Ingrese costo de Equipo de Proteccion Personal de INGENIERO EN MINAS
70

Ingrese cuantos INGENIERO EN MINAS necesita
1

Ingrese sueldo unitario mensual INSPECTOR DE MINAS
500

Ingrese costo de Equipo de Proteccion Personal de INSPECTOR DE MINAS
50

Ingrese cuantos INSPECTOR DE MINAS
1

Ingrese sueldo unitario mensual GUARDIA DE SEGURIDAD
400

Ingrese costo de Equipo de Proteccion Personal de GUARDIAS DE SEGURIDAD
40

Ingrese cuantos GUARDIAS DE SEGURIDAD necesita
3

Personal Requerido	Numero	Sueldo Unitario	Aporte IESS 9.45%	Liquidado a pagar	Costo Equipo
Ingeniero en Minas	1.00	600.00	56.70	537.69	70.00
Inspector de Minas	1.00	500.00	47.25	447.14	50.00
Guardia de seguridad	3.00	400.00	37.80	356.59	40.00

Personal Requerido	Decimo Tercer	Decimo Cuarto	F. Reserva 8.33%	IESS Patronal 11.15%	Total Personal
Ingeniero en Minas	50.00	33.00	49.98	66.90	813.18
Inspector de Minas	41.67	33.00	41.65	55.75	674.82
Guardia de seguridad	33.33	33.00	33.32	44.60	1639.36

Figura 3.4 Representación gráfica de costos de mano de obra indirecta.

Fuente: Autor

C:\Users\pc\Documents\TESIS ANTHONY\PROGRAMA DE COSTOS.exe

Personal Requerido	Numero	Sueldo Unitario	Aporte IESS 9.45%	Liquidado a pagar	Costo Equipo
Ingeniero en Minas	1.00	600.00	56.70	537.69	70.00
Inspector de Minas	1.00	500.00	47.25	447.14	50.00
Guardia de seguridad	3.00	400.00	37.80	356.59	40.00

Personal Requerido	Decimo Tercer	Decimo Cuarto	F. Reserva 8.33%	IESS Patronal 11.15%	Total Personal
Ingeniero en Minas	50.00	33.00	49.98	66.90	813.18
Inspector de Minas	41.67	33.00	41.65	55.75	674.82
Guardia de seguridad	33.33	33.00	33.32	44.60	1639.36

COSTOS ADMINISTRACION

PERSONAL DE ADMINISTRACION

Ingrese sueldo unitario mensual CONTADORA
400

Ingrese costo de equipo CONTADORA
0

Ingrese cuantas CONTADORAS necesita
1

Ingrese sueldo unitario mensual SECRETARIA
400

Ingrese costo de equipo SECRETARIA
0

Ingrese cuantas SECRETARIAS necesita
1

Personal Requerido	Numero	Sueldo Unitario	Aporte IESS 9.45%	Liquidado a pagar	Costo Equipo
Contadora	1.00	400.00	37.80	356.59	0.00
Secretaria	1.00	400.00	37.80	356.59	0.00

Personal Requerido	Decimo Tercer	Decimo Cuarto	F. Reserva 8.33%	IESS Patronal 11.15%	Total Personal
Contadora	33.33	33.00	33.32	44.60	506.45
Secretaria	33.33	33.00	33.32	44.60	506.45

Figura 3.5 Representación gráfica de costos de personal de administración.

Fuente: Autor

```

C:\Users\pc\Documents\TESIS ANTHONY\PROGRAMA DE COSTOS.exe
-----
| INSUMOS DE OFICINA
|-----
Ingrese el valor de INSUMOS DE OFICINA
50
-----
| SERVICIOS PUBLICOS
|-----
Ingrese costo AGUA
40
Ingrese costo LUZ
50
Ingrese costo INTERNET
50
-----
| Servicios Publicos | VALOR TOTAL
|-----
| Agua              | 40.00
| Luz               | 50.00
| Internet          | 50.00
|-----

```

Figura 3.6 Representación gráfica de costos de administración.

Fuente: Autor

```

-----
| PATENTE DE CONSERVACION
|-----
Ingrese numero de hectareas de la concesion minera
10
-----
| COSTO TOTAL DIRECTO      :28033.05
| COSTO TOTAL INDIRECTO   :4280.26
|-----
| REGALIAS                 :140.17
| PATENTE DE CONSERVACION  :80.00
|-----
| COSTO TOTAL              :32533.47
|-----

```

Figura 3.7 Representación gráfica de costo total para la explotación en minas de arcilla.

Fuente: Autor

Ingrese la produccion diaria en toneladas
400
Ingrese precio de venta del mineral por tonelada
6
PRODUCCION MENSUAL
9600.00
COSTO UNITARIO DEL MATERIAL
3.39
INGRESOS POR VENTA MENSUAL
57600.00
UTILIDAD NETA
25066.53

Figura 3.7 Representación gráfica de la utilidad neta mensual para la explotación en minas de arcilla.

Fuente: Autor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En la explotación de arcilla, con un escenario de simulación de producción de 400 t/día, se estimó un costo total de producción de \$33,496.38, dicho costo incluye los costos o gastos administrativos y los costos tributarios.
- En la explotación en minas de caolín, el costo total de producción para un escenario de simulación de producción de 400 t/día, se determinó un valor de \$59,651.46, dicho costos incluye los costos o gastos administrativos y costos tributarios por ley.
- El costo total de producción para un escenario de producción de 400 t/día en minas de feldespatos, se calculó un valor de \$61,303.95, siendo así el costo más elevado de producción de los materiales analizados debido al tratamiento que requiere el material.
- En el costo de producción en minas de arcilla, caolín y feldespatos, alrededor del 75% de dicho costo pertenece al costo de consumo de la maquinaria para las diferentes labores extractivas, siendo así el costo de mayor relevancia en la explotación de dichos materiales.
- En la explotación de minas de caolín, arcilla y feldespatos, en un escenario de simulación de producción diaria de 400 t/día, se determinó un costo unitario por tonelada extraída de 6.29 \$/t de material de caolín, de 3,61 \$/t de material de arcilla y 6,40 \$/t de material de feldespatos.
- En el análisis de sensibilidad para los materiales de arcilla, caolín y feldespatos, en función de la variable de producción en 400 t/día y 150 t/día, arroja como resultado que, para todos estos materiales con una inversión inicial, con un tiempo de vida estimado del proyecto, ingresos y precio de cada material, a una

producción 400 t/día, evidentemente el Valor Actual Neto son valores positivos, mientras que en la Tasa de Interna de Retorno se encuentra superior al 15%, lo cual es un indicativo esencial para el proyecto y los inversores. Por otro lado, con una producción de 150 t/día, el Valor Actual Neto, se encuentra en números negativos, es decir, el proyecto a esa escala de producción no es rentable.

- El análisis de los costos y gastos de materiales usados en la industria cerámica como la arcilla, caolín y feldespatos, da una visión clara y precisa al inversor o empresa minera, el procedimiento necesario para la obtención de cada material y su procesamiento, así como los equipos necesarios, el personal operativo, la mano de obra indirecta, los gastos administrativos y los costos tributarios como regalías y patentes de conservación de la concesión, y así poder determinar o establecer dichos costos y optimizarlos con el objetivo de generar rentabilidad para la empresa.
- El software desarrollado en un lenguaje C++ en el compilador de Dev C++, permite al usuario la posibilidad del cálculo de costos y gastos para la explotación de arcilla, caolín y feldespatos, dicho cálculo, el usuario en función de qué material desea calcular el costo total de extracción, el cual incluye el costo directo de producción, es decir, la mano de obra directa y equipos necesarios; costos indirectos, tal es el caso de la mano de obra indirecta; costos o gastos administrativos, costos de venta, regalías y patentes de conservación; además permite el cálculo de la utilidad neta por mes en relación al precio del material.

Recomendaciones

- Realizar pruebas de laboratorio constantemente, con el objetivo de cumplir con los estándares establecidos y garantizar la calidad del mineral.
- En un escenario en el cual se presente una producción diaria diferente a la propuesta en esta investigación, se sugiere modificar el dimensionamiento de los equipos de arranque, carguío y transporte acorde a los requerimientos de la producción.
- Actualizar periódicamente los precios de venta de cada material en función del valor actualizado en el mercado de cada material.
- Realizar un mantenimiento periódico de las maquinarias usadas en las distintas labores de extracción y procesamiento de cada material analizado.
- Para el correcto uso del software de costos y gastos adjunto a esta investigación, se deben identificar claramente los importes relacionados a cada fase y a cada tipo de material.

BIBLIOGRAFÍA

Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.

Asamblea Constituyente del Ecuador.

Ávila, C, y Tobo, R. (2014). *Diseño del método de explotación a cielo abierto para la mina El Diamante, dentro del contrato en virtud de aporte N° 00904-15 en el municipio de Tibasosa, Vereda la Carrera, departamento de Boyacá*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Barragán, J. (2007). *Explotación a Cielo Abierto de Materiales de Construcción*.

Bartolomé, J. (1997). *El Caolín: composición, estructura, génesis y aplicaciones*.

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM).

Bermeo, E. (2017). *Planeación Minera para el Diseño de explotación de la cantera de libre aprovechamiento de <<Cochapamba >> código 10000164 del GAD Municipal del cantón Cuenca*. Universidad del Azuay.

Bellotti, M. (2011). *Minería a cielo abierto versus glaciares en alerta roja en argentina*.

Revista de Derecho de Daños.

Biscet, M. (2019). *Proyecto de explotación de la cantera N°4 La Granja de Centeno*.

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

Buscetto, E. (2001). *Conceptos generales, determinación de costos y control de gestión en un modelo de explotación minera*. Universidad Nacional de Tucumán.

Cámara de Comercio de Bogotá, (2009). *Cómo definir los costos de tu empresa*. Kimpres

Ltda.

Chirinos, J. (2011). *Normas Internacionales de Contabilidad Normas Internacionales de Información Financiera*. Grams Cor.

- Dávila, J. (2011). *Diccionario Geológico*. INGEMMET.
- Díaz, L, y Torrecillas, R. (2002). *Arcillas cerámicas: una revisión de sus distintos tipos, significados y aplicaciones*. Instituto Nacional del Carbón (CSIC).
- Esmalte y Color. (2020). *Feldespatos Potásico*. [Fotografía]. Recuperado de: http://www.esmaltycolor.com/product.php?id_product=1459
- Fuentes, E. y Bohórquez, I. (2014). *Diseño del método de explotación para la mina de arcilla Asoguayabal*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Garcés, I. (2014). *Feldespatos*. Universidad de Antofagasta.
- García, E, y Suárez, M. (2013). *Las Arcillas: Propiedades y Usos*. Universidad de Salamanca.
- Guillén, J; Bribiesca, S, y Escudero, R. (2012). *Caracterización y Evaluación de un Depósito de Caolín de “Los Azufres” Michoacán, México, para su uso Industrial*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Hernández, Y. (2017). *Caracterización mineralógica y geoquímica de caolines del área de Huayacocotla, Veracruz, (México) para uso industrial*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Herrera, J. (2006). *Métodos de minería a cielo abierto*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Hyundai. (2020). *Generador Diésel Hyundai Desarrollado por Cummins*. <https://www.emasa.cl/emasa/archivos/Documentos/HY63CH.pdf>
- Kaplan, R, y Cooper, R. (2007). *Costeo y Efecto*. Primera edición.

Kyonka, J y Cook, R. (2007). *The Properties of Feldspars and their use in whitewares*.
University of Illinois.

Linares, J; Huertas, F y Capel, J. (1983). *La arcilla como material cerámico. Características y comportamiento*. Universidad de Granada.

López, V. (1994). *Manual para la selección de métodos de explotación de minas*.
Universidad Nacional Autónoma de México.

MINERO, S.N.D.A.S.C.N. (2001). *Métodos de explotación minera a cielo abierto*.
SENA-Centro Nacional Minero.

Ministerio de Trabajo del Ecuador. (2020). *Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2019-395*.
Ministerio de Trabajo del Ecuador

Murray, H. (2007). *Applied clay mineralogy*. The Netherlands: Elsevier.

Olvera, P y Hernández, L. (2012). *El Caolín y sus aplicaciones industriales*.
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n2/e1.html#refe1>

Rojas, R. (2007). *Sistemas de Costos: Un proceso para su implementación*. Universidad
Nacional de Colombia sede Manizales.

Sánchez, L., y García, J. (1992). *Feldespatos: Mineralogía, Yacimientos y Aplicaciones*.
Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).

Vallejo, H., y Chilquina, M. (2017). *Costos: Modalidad Órdenes de Producción*.
Universidad Técnica del Norte.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de salarios y sueldos mínimos en el sector de minas/canteras en Ecuador 2020.

Registro Oficial N° 120 – Suplemento

Martes 14 de enero de 2020 – 31

ESPECIALISTA DE PERFORACIÓN	C1	BAJO SUPERVISIÓN INDIRECTA, COORDINA Y DIRIGE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE PERFORACIÓN.	0430000000034	519.85
INGENIERO DE PERFORACIÓN	C1	BAJO SUPERVISIÓN INDIRECTA, COORDINA Y DIRIGE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE PERFORACIÓN.	0420000000014	519.85
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO/EQUIPOS PESADOS	C1	REALIZA MANTENIMIENTO Y SERVICIOS DE REPARACIÓN A EQUIPOS PESADOS, ASÍ COMO A OTROS EQUIPOS, DE ACUERDO A MÉTODOS, PRÁCTICAS Y TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO, EN RELACIÓN A SU ESPECIALIZACIÓN EN CADA DISCIPLINA	0420000000045	519.85
TÉCNICO DE OPERACIONES MINAS/CANTERAS/YACIMIENTOS	C1	BAJO SUPERVISIÓN REALIZA ACTIVIDADES DE OPERACIONES ESPECIALIZADAS EN LOS DIFERENTES PROCESOS DE LA OPERACIÓN TANTO EN CAMPO COMO EN BASE EN LAS DIFERENTES RAMAS O DISCIPLINAS	0403000000014	519.85
ENTIBADOR	C2		0403132000017	498.72
OPERADOR DE MINAS/CANTERAS	C2	INCLUYE LAS ACTIVIDADES DE OPERACIÓN DE TRITURACIÓN, MOTORISTA, FLOTACIÓN, MALACATE, MÁQUINA CARGADORA MINA, PLANTA ELÉCTRICA, PLATAFORMA Y SIMILARES	0430000000036	498.72
RIELEROS	C2		0403132000026	498.72

Anexo 2. Tabla de especificaciones de tractor de cadenas o buldócer Caterpillar D5K2.

Tractor de Cadenas D5K2

Capacidades de llenado de servicio

Tanque de combustible	195 L	51,5 gal EE.UU.
Cárter y filtro	11 L	2,91 gal EE.UU.
Mandos finales, XL (cada lado)	10 L	2,6 gal EE.UU.
Mandos finales, LGP (cada lado)	10 L	2,6 gal EE.UU.
Sistema de enfriamiento	22,4 L	5,92 gal EE.UU.
Tanque hidráulico/transmisión	59,5 L	15,7 gal EE.UU.
Tanque de Fluido de Escape Diésel (DEF, Diesel Exhaust Fluid)	19 L	4,9 gal EE.UU.

Controles hidráulicos

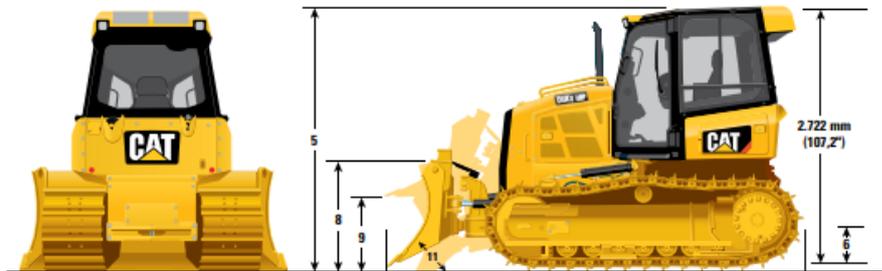
Rendimiento de la bomba	68,0 L/min	17,7 gal EE.UU./min
Ajustes de la válvula de alivio	20.600 kPa	2.988 lb/pulg ²

Desgarrador

Tipo	Paralelogramo	
Número de vástagos	3	
Profundidad máxima de excavación	337,5 mm	13,3"
Alcance máximo en la línea a nivel del suelo	555 mm	21,9"
Máximo espacio libre sobre el suelo debajo de la punta	448 mm	17,6"
Ancho total	1.710 mm	67,3"
Altura	165 mm	6,5"
Peso	554 kg	1.222 lb

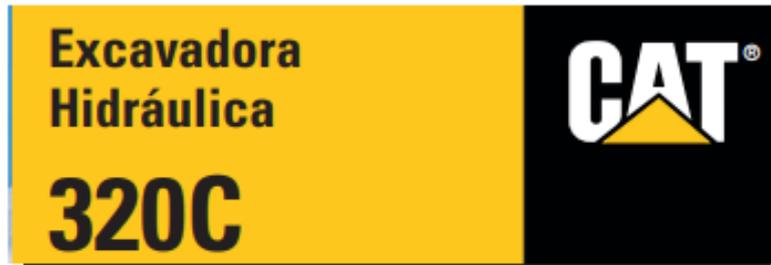
Cabrestante

Peso	610 kg	1.345 lb
Mando del cabrestante	Hidrostático	
Control	Hidráulico	
Velocidad	Variable	
Longitud del cabrestante	705 mm	27,76"
Ancho total	741 mm	29,2"
Diámetro del tambor	254 mm	10"
Ancho del tambor	274 mm	10,8"
Espacio libre de garganta	171,5 mm	6,75"
Diámetro del cable: recomendado	16 mm	0,63"
Diámetro del cable: optativo	19 mm	0,75"
Capacidad del tambor: cable recomendado	113 m	371'
Capacidad del tambor: cable optativo	78 m	256'
Tracción máxima del cable: tambor vacío	18.144 kg	40.000 lb
Tracción máxima del cable: tambor lleno	11.340 kg	25.000 lb
Velocidad máxima del cable: tambor vacío	40 m/min	131 pies/min
Velocidad máxima del cable: tambor lleno	63 m/min	207 pies/min



Act
Ve a

Anexo 3. Tabla de especificaciones de retroexcavadora Caterpillar 320C.



Pesos

Peso en orden de trabajo - Tren de rodaje largo	21.000 kg	46.300 lb
Peso en orden de trabajo - Tren de rodaje estándar	19.700 kg	43.400 lb

- pluma de 5,68 m (18'7") con cadena de 800 mm (32")
- pluma de 5,68 m (18'7") brazo de 2,9 m (9'7") con cadena de 600 mm (24")

Capacidades de llenado

Capacidad del tanque de combustible	400 L	106 gal
Sistema de enfriamiento	30 L	7,9 gal
Aceite de motor	30 L	7,9 gal
Mando de rotación	8 L	2,1 gal
Mando final (cada uno)	10 L	2,6 gal
Sistema hidráulico (incluido el tanque)	200 L	53 gal
Tanque hidráulico	120 L	32 gal

Anexo 4. Tabla de especificaciones de camión volquete Hino serie 500.



MODELO	FC9JUSA - 1018
Configuración	4x2
CAPACIDADES	
Capacidad carga eje delantero	3.600 Kg.
Capacidad carga eje posterior	7.000 Kg.
Peso bruto	10.600 Kg. (* 10400 Kg.)
Peso vacío	2925 Kg.
Capacidad de carga (Carga útil máxima) en Chasis	7635 Kg. / 170 qq. (* 7435 Kg. / 163 qq.)
Neumáticos	235/75 R17.5
MOTOR	
Tipo	Diesel, Turbocargado e Intercooler
Sistema de inyección	Inyección electrónica Riel común
Norma de control de emisiones	Euro 3
Potencia máxima	172 HP @ 2.500 RPM
Torque máximo	51 Kgf.m @ 1.500 RPM
Cilindraje	5.123 cm ³
EMBRAGUE	Monodisco seco con resorte
TRANSMISIÓN	
Transmisión / Tipo	Manual / HINO LX06S
Número de velocidades	6 velocidades + 1 reversa
EJES	
Delantero	Tipo Viga Elliot "I" Invertida
Trasero	Reducción sencilla, velocidad sencilla por engraneje hipoides
SUSPENSIÓN	
Delantera	Ballestas semielípticas con amortiguadores
Trasera	Ballestas semielípticas
Dirección	Dirección Hidráulica con bolas recirculantes Tipo Integral
FRENOS	
De servicio	Mixto (Aire sobre Hidráulico)
Sistema de control	Sistema ABS (Control Electrónico)
De estacionamiento y emergencia	Mecánico
De motor	Control Electroneumático con restricción a la salida del escape
Tanque de combustible Volumen (Lts)	200 L
CHASIS	
Ancho Bastidor	820 mm
Altura de Piso	220 mm

Anexo 5. Ficha técnica de molino de martillos.

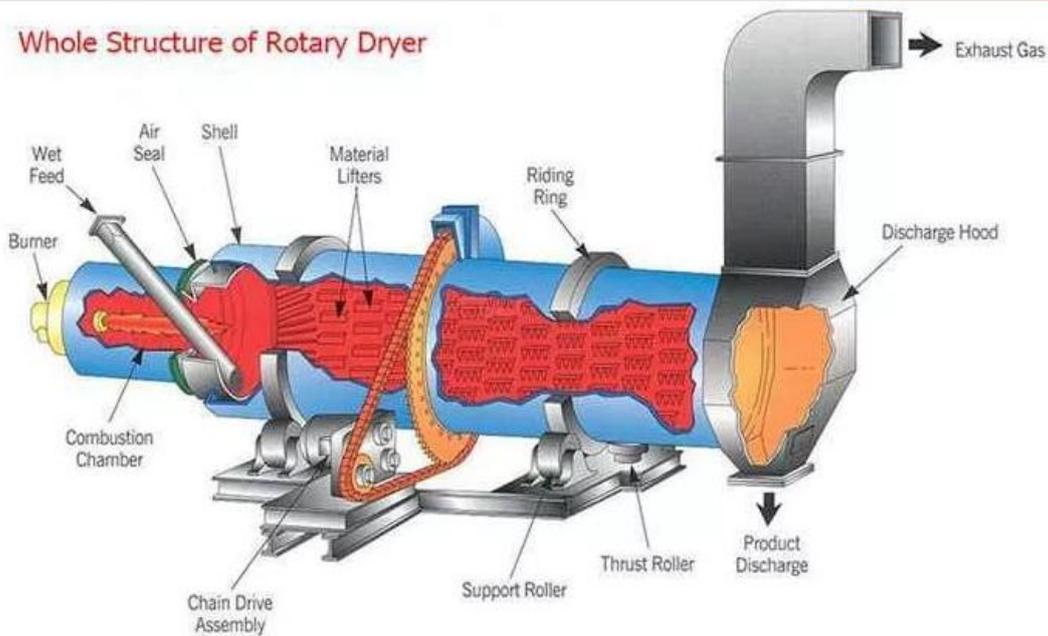
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS /
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Modelo / Модель		035-AE	036-D	037-VB	038-VB	039-VB
Diámetro rotor <i>Диаметр ротора</i>	mm / мм	525	850	1.100	1.100	1.100
Ancho útil molienda <i>Полезная ширина помола</i>	mm / мм	670	840	840	1.200	1.600
Número de cribas 90° x ancho <i>Число грохотов 90° x ширину</i>	mm / мм	2 x 670	2 x 840	2 x 840	4 x 600	4 x 800
Martillos <i>Молотки</i>	cant. / Кол-во	24	16	16	24	32
Husillos de alimentación <i>Питающие винты</i>	cant. / Кол-во	0	2	3	4	6
Potencia motor (1500 r.p.m.) <i>Мощность двигателя (1500 об./мин)</i>	kW / кВт	30	75	132	160	250
Producción <i>Производительность</i>	t/h / т/ч	7,5 - 15	10 - 20	20 - 35	35 - 55	55 - 80
Peso aproximado (sin motor) <i>Масса, приблизительно (без двигателя)</i>	kg / кг	2.100	3.400	8.500	10.700	13.000

Anexo 6. Trituradora de mandíbulas.



Anexo 7. Estructura del secador rotativo.



Anexo 8. Especificaciones técnicas de secador rotativo.

Modelo (m)	Volumen (m³)	Salida (t/d)	Temperatura (°C)	Consumo de calor (kJ/kgCaCO3)
φ2.5*40	142	150	1350/1250	5300/5000
φ2.8*42	190	200	1350/1250	5300/5000
φ3*46	235	250	1350/1250	5300/5000
φ3.2*50	292	300	1350/1250	5300/5000
φ3.5*54	390	350	1350	5225
φ3.6*56	430	400	1350	5225
φ3.8*58	505	500	1350	5100
φ4*60	575/548	600	1350	5100
φ4.2*50				
φ4.3*58	670	750	1350	4810
φ4.3*64	738	800	1350	4810
φ4.8*68	1005	1000	1350	4810

Anexo 9. Datos técnicos de molino de rodillos.

Modelo	Diámetro de molienda (mm)	Diámetro de rodillos(mm)	Número de rodillos (n)	Motor (kw)	Salida (t/h)
GRMK30.31	3000	1600	3	1250	55~60
GRMK32.31	3200	1700	3	1600	65~80
GRMK35.41	3500	1800	4	1800	85~100
GRMK40.41	4000	1900	4	2500	115~125
GRMK43.41	4300	2120	4	3000	135~145
GRMK46.41	4600	2240	4	3350	150~160
GRMK48.41	4800	2240	4	3550	170~180
GRMK50.41	5000	2360	4	3900	190~200
GRMK53.41	5300	2500	4	4600	210~230
GRMK56.61	5600	2500	6	5300	235~250

Anexo 10. Especificaciones de tamiz vibratorio.

Datos técnicos de la criba vibratoria inclinada serie YK

Modelo	Capas de criba	Ángulo de instalación(°)	Tamaño de cubierta (m²)	Velocidad vibratoria (r/min)	Doble amplitud (mm)	Capacidad(m3/h)	Potencia de motor (kw)	Dimensión general (LxAxA) (mm)	Peso (kg)
2YK1224	2	15	2.88	970	6-8	20-120	5.5	2673x2382x2027	1750
YK1235	1	15	4.2	970	6-8	20-150	5.5	3710x2464x1450	1729
2YK1235	2	15	4.2	970	6-8	20-150	7.5	3705x2393x2339	2476
3YK1235	3	15	4.2	970	6-8	20-150	7.5	3621x2521x2581	3158
4YK1235	4	15	4.2	970	6-8	20-150	11	3510x2521x2830	4160
YK1545	1	17.5	6.75	970	6-8	20-150	11	4904x3044x2179	3319
2YK1545	2	17.5	6.75	970	6-8	20-150	15	5042x3090x3165	5308
3YK1545	3	17.5	6.75	970	6-8	20-150	15	4972x3090x3395	5915
4YK1545	4	17.5	6.75	970	6-8	20-150	18.5	4915x3155x3804	7260
YK1548	1	17.5	7.2	970	6-8	20-150	11	5190x3044x2186	3319
2YK1548	2	17.5	7.2	970	6-8	20-150	15	5265x3140x3208	5284

Anexo 11 Tarifa de consumo eléctrico en sector industrial.

CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	CONTRIBUCIÓN (USD Consumidor)
NIVEL VOLTAJE	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA		
	COMERCIALES		1,414
08:00 hasta 22:00 horas	4,400	0,089	
22:00 hasta 08:00 horas		0,081	
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES		
08:00 hasta 22:00 horas	4,400	0,065	
22:00 hasta 08:00 horas		0,059	
	BOMBEO AGUA		
08:00 hasta 22:00 horas	4,400	0,055	
22:00 hasta 08:00 horas		0,049	
	ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA		
08:00 hasta 22:00 horas	3,000	0,065	
22:00 hasta 08:00 horas		0,054	
NIVEL VOLTAJE	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA		
	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE		1,414
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	2,100	0,039	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,065	
L-V 22:00 hasta 08:00 horas***		0,031	
S,D 18:00 hasta 22:00 horas		0,039	
	ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,050	0,069	
L-D: 18:00 hasta 22:00 horas		0,086	
L-D: 22:00 hasta 08:00 horas		0,043	
SyD: 08:00 hasta 18:00 horas			
	INDUSTRIALES		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,400	0,0837	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,0967	
L-V 22:00 hasta 08:00 horas***		0,0501	
S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas		0,0837	

Anexo 12 Datos técnicos de trituradora de conos.

Modelo	Diámetro del cono (mm)	Tamaño máximo de la alimentación (mm)	Rango de ajuste del tamaño de salida (mm)	Capacidad (t/h)	Motor de la potencia (kw)	Dimensiones totales (mm)
PYB-600	600	65	12-25	15-25	30	2800 x 1300 x 1700
PYD-600	600	35	3-15	5-23	30	2800 x 1300 x 1700
PYB-900	900	115	15-50	50-90	55	3050 x 1640 x 2350
PYZ-900	900	60	5-20	20-65	55	
PYD-900	900	40	3-13	15-50	55	
PYB-1200	1200	145	20-50	110-200	110	4152 x 2300 x 2980
PYZ-1200	1200	100	8-25	50-150	110	
PYD-1200	1200	50	3-15	18-105	110	