



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**AREA DE ENERGIA, INDUSTRIAS Y
LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERIA DE MINAS

**“ZONIFICACIÓN Y CÁLCULO DE RESERVAS DE
ARCILLAS EN EL SECTOR SAN ANTONIO – LA
DELICIA DEL CANTÓN YANTZAZA DE LA
PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE.”**

Tesis previa a optar
el grado de Ingeniero
de Minas.

AUTOR:

TELMO PAUL BECERRA MERINO

DIRECTOR:

ING. CARLOMAGNO CHAMBA TACURI

ASESORES:

***ING. LUIS FIGUEROA MENDIETA
ING. MICHAEL VALAREZO RIOFRIO***

**LOJA – ECUADOR
2004**

**INGENIERO CARLOMAGNO CHAMBA TACURI,
CATEDRÁTICO DE EL ÁREA DE ENERGÍA, INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA, Y DIRECTOR DE TESIS,**

C E R T I F I C A :

Que el presente trabajo de investigación **“ZONIFICACION Y
CALCULO DE RESERVAS DE ARCILLAS EN EL
SECTOR SAN ANTONIO – LA DELICIA DEL CANTON
YANTZAZA DE LA PROVINCIA DE ZAMORA
CHINCHIPE.”** presentado por la Sr. Egdo. Telmo Paúl
Becerra Merino, previo a optar el grado de Ingeniero en Minas,
ha sido dirigido, revisado y corregido, por tanto autorizo su
presentación ante el Tribunal de Grado.

Loja, 26 de Julio de 2004

Ingeniero Carlomagno Chamba Tacuri,
DIRECTOR DE TESIS

**INGENIERO JORGE MICHAEL VALAREZO RIOFRIO,
CATEDRÁTICO DE EL ÁREA DE ENERGÍA, INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA, Y ASESOR DE TESIS,**

CERTIFICA :

Que el presente trabajo de investigación **“ZONIFICACION Y
CALCULO DE RESERVAS DE ARCILLAS EN EL
SECTOR SAN ANTONIO – LA DELICIA DEL CANTON
YANTZAZA DE LA PROVINCIA DE ZAMORA
CHINCHIPE.”** presentado por la Sr. Egdo. Telmo Paúl
Becerra Merino, previo a optar el grado de Ingeniero en Minas,
ha sido asesorado, revisado y corregido, por tanto autorizo su
presentación ante el Tribunal de Grado.

Loja, 26 de Julio de 2004

Ingeniero Jorge Michael Valarezo Riofrío,
ASESOR DE TESIS

**INGENIERO LUIS ENRIQUE FIGUEROA MENDIETA,
CATEDRÁTICO DE EL ÁREA DE ENERGÍA, INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA, Y ASESOR DE TESIS,**

CERTIFICA :

Que el presente trabajo de investigación **“ZONIFICACION Y
CALCULO DE RESERVAS DE ARCILLAS EN EL
SECTOR SAN ANTONIO – LA DELICIA DEL CANTON
YANTZAZA DE LA PROVINCIA DE ZAMORA
CHINCHIPE.”** presentado por la Sr. Egdo. Telmo Paúl
Becerra Merino, previo a optar el grado de Ingeniero en Minas,
ha sido asesorado, revisado y corregido, por tanto autorizo su
presentación ante el Tribunal de Grado.

Loja, 26 de Julio de 2004

Ingeniero Luis Enrique Figueroa Mendieta,
ASESOR DE TESIS

AUTORIA

Todo el contenido y los criterios vertidos en el presente trabajo de tesis son de exclusiva responsabilidad del autor.

Telmo Paúl Becerra Merino

DEDICATORIA.

A mis padres Telmo y Maria,

A mis hermanos Ariel Fernando y Roger Pavel.

A mi abuelita Rosa.

AGRADECIMIENTO.

Un agradecimiento muy especial a la Universidad Nacional de Loja, cuna del conocimiento del sur del Ecuador, a los señores ingenieros Carlomagno Chamba, Director de tesis y a los señores docentes Michael Valarezo y Luis Enrique Figueroa Asesores de tesis, por su apoyo a la realización del presente trabajo.

INDICE

Capítulo I

Generalidades

- 1.1. Introducción
- 1.2. Antecedentes
- 1.3. Objetivos
 - 1.3.1. Objetivo General
 - 1.3.2. Objetivos Específicos
- 1.4. Localización geográfica del sector San Antonio-La Delicia
 - 1.4.1. Ubicación y límites
 - 1.4.2. Acceso y vías de comunicación
- 1.5. Relieve
- 1.6. Hidrografía
- 1.7. Meteorología y Clima
- 1.8. Flora y fauna
- 1.9. Población, actividad socio económica e infraestructura

Capítulo II

Marco Geológico

- 2.1. Geomorfología
- 2.2. Litología
- 2.3. Geología regional

- 2.4. Estratigrafía
 - 2.4.1. Batolito de Zamora
 - 2.4.2. Formación Chapiza
 - 2.4.3. Formación Hollín
 - 2.4.4. Depósito Coluviales
 - 2.4.5. Depósito Aluviales
- 2.5. Geografía estructural
- 2.6. Tectónica
- 2.7. Edad
- 2.8. Geología económica
- 2.9. Geología local
 - 2.9.1. Bases de la Geología local
 - 2.9.1.1. Intrusivos
 - 2.9.1.2. Volcánicos
 - 2.9.1.3. Tectónica local
 - 2.9.1.4. Mineralización
 - 2.9.1.5. Estructuras

Capítulo III

Trabajos Explorativos en el sector

- 3.1. Las arcillas
 - 3.1.1. Características y propiedades
 - 3.1.2. Usos

3.2. Trabajos de Campo

3.2.1. Levantamiento Topográfico

3.2.2. Levantamiento Geológico

3.2.2.1. Levantamiento Geológico de las arcillas del sector

3.2.2.2. Mineralización del sector

3.2.2.2.1. Sectores norte y este

3.2.2.2.2. Sector oeste

3.2.2.2.3. Sector sur

3.2.2.3. Características Geológicas

3.2.2.3.1. Estratificación

3.2.2.3.2. Estructuras

3.2.2.3.3. Características Geológicas mineras

3.2.3. Estudios de las arcillas del sector

3.2.3.1. Documentación Geológica

3.2.3.1.1. Contorneo del cuerpo mineral

3.2.3.1.1.1. Labores de exploración

3.2.3.1.1.2. Descripción Geológica de las Calicatas

3.2.3.1.1.3. Superficie del cuerpo mineral

3.2.3.2. Muestreo de las arcillas del sector

3.2.3.2.1. Métodos de muestreo

3.2.3.2.2. Toma de muestras

3.2.3.2.3. Preparación de las muestras

3.3. Trabajos de laboratorio

- 3.3.1. Análisis de las muestras
 - 3.3.1.1. Análisis Mineralógico
 - 3.3.1.2. Análisis de propiedades físicas
 - 3.3.1.3. Análisis de propiedades mecánicas
 - 3.3.1.4. Análisis de propiedades Tecnológicas
 - 3.3.1.5. Análisis de propiedades Químicas
- 3.4. Interpretación de los resultados de los análisis y ensayos efectuados
 - 3.4.1. Interpretación de análisis granulométrico
 - 3.4.2. Interpretación de análisis de agua de plasticidad
 - 3.4.3. Interpretación de la determinación de índice de plasticidad
 - 3.4.4. Interpretación de los ensayos de contracción del material mediante secado natural y por cocción.
 - 3.4.5. Interpretación de los resultados del análisis de composición química
- 3.5 Zonificación de las Arcillas de sector
- 3.6 Conclusiones

Capítulo IV

Cálculo de reservas

- 4.1. Bases del cálculo de reservas
 - 4.1.1. Clasificación
 - 4.1.2. Métodos de Cálculo
 - 4.1.3. Elección del Método de Cálculo

- 4.2. Cálculo de reservas
 - 4.2.1. Aplicación de la metodología
 - 4.2.2. Cálculo de reservas mediante el método de la cuadrícula
 - 4.2.3. Cálculo de reservas mediante el método de perfiles verticales
 - 4.2.3.1. Áreas de los perfiles verticales del cuerpo mineral
 - 4.2.3.2. Distancias entre perfiles y cálculo de los volúmenes
 - 4.2.3.3. Selección de reservas calculadas
 - 4.2.3.4. Reservas explotables
- 4.3. Conclusiones

Capítulo V

Diseño de una variante para las arcillas del sector

- 5.1. Análisis Geométrico – Minero
 - 5.1.1. Bases para el análisis geométrico – minero
 - 5.1.2. Aplicación del análisis geométrico – minero
 - 5.1.3. Características Minera - Técnicas del material
- 5.2. Elección de una variante de explotación para las arcillas del sector
 - 5.2.1. Bases para la elección.
 - 5.2.2. Elección del sistema de explotación
 - 5.2.3. Descripción del sistema de explotación
 - 5.2.3.1. Maquinaria a emplear
- 5.3. Diseño del sistema de explotación
 - 5.3.1. Delimitación del campo minero
 - 5.3.2. Delimitación del campo de la cantera

- 5.3.3. Método de destape
- 5.3.4. Parámetros de diseño de la cantera
 - 5.3.4.1. Longitud y ancho de las franjas
 - 5.3.4.2. Parámetros del banco
 - 5.3.4.2.1. Altura y longitud del banco
 - 5.3.4.2.2. Angulo de talud para el banco
 - 5.3.4.2.3. Ancho de la plataforma del banco
 - 5.3.4.3. Angulo de talud para bordes de la cantera
- 5.3.5. Producción de la cantera
 - 5.3.5.1. Producción diaria
 - 5.3.5.2. Producción anual
 - 5.3.5.3. Tiempo de vida de la explotación
- 5.4. Parámetros técnicos de la explotación
 - 5.4.1. Trabajos de preparación
 - 5.4.1.1. Remoción de cobertura vegetal
 - 5.4.1.2. Ampliación de vías
 - 5.4.1.3. Destape
 - 5.4.2. Trabajos de arranque
 - 5.4.2.1. Arranque del material en función a los bancos de explotación planificados y la productividad de la maquinaria empleada
 - 5.4.2.1.1. Productividad de la retroexcavadora en el trabajo de arranque

- 5.4.3. Trabajos de carga
 - 5.4.3.1. Rendimiento de la cuchara para la carga del material arrancado
- 5.4.4. Trabajos de transporte
 - 5.4.4.1. Rendimiento de volquete
- 5.4.5. Organización del conjunto de trabajos
 - 5.4.5.1. Evaluación de la productividad de la maquinaria en conjunto
- 5.4.6. Cronograma de trabajo diario y diagrama de flujo de las actividades
- 5.5. Factibilidad de la explotación
- 5.6. Inversiones
 - 5.6.1. Inversión inicial
 - 5.6.2. Egresos
 - 5.6.2.1. Egresos por maquinaria
 - 5.6.2.2. Egresos por personal
 - 5.6.2.3. Egresos por materiales y herramientas
 - 5.6.2.4. Egresos por interés
 - 5.6.2.5. Resumen de egresos
 - 5.6.3. Ingresos
- 5.7. Rentabilidad
 - 5.7.1. Utilidad bruta
 - 5.7.2. Utilidad neta
 - 5.7.2.1. Rentabilidad en función a la utilidad neta sobre la inversión

- 5.7.3. Rentabilidad mediante la tasa interna de retorno (TIR)
 - 5.7.3.1. Flujo de caja
 - 5.7.3.2. Valor actual líquido
- 5.8. Costo por tonelada
- 5.9. Financiamiento
- 5.10. Normas de seguridad a implementar durante los trabajos mineros
- 5.11. Conclusiones

Capítulo VI

Caracterización de la materia prima para su uso industrial

- 6.1. Utilización de arcillas en la industria
- 6.2. Arcillas utilizadas en la industria
 - 6.2.1. Tipos
 - 6.2.1.1. Caolines
 - 6.2.1.2. Montmorillonita
 - 6.2.1.3. Illita
- 6.3. Características de las arcillas utilizadas industrialmente
 - 6.3.1. Contracción
 - 6.3.2. Plasticidad
 - 6.3.3. Temperaturas de cocción
 - 6.3.4. Coloración del material sometido a cocción
 - 6.3.5. Agua de plasticidad
 - 6.3.6. Composición Química
 - 6.3.7. Granulometría

- 6.4. Determinación de las características de las arcillas del sector
 - 6.4.1. Resultados de análisis de composición Mineralógica
 - 6.4.2. Resultados del análisis de composición química
 - 6.4.3. Resultado del ensayo de contracción del material
 - 6.4.4. Resultados del ensayo de plasticidad
- 6.5. Caracterización de las arcillas del sector para la utilización industrial.
 - 6.5.1. Caracterización
 - 6.5.2. Evaluación
 - 6.5.3. Utilización en la fabricación de materiales de construcción.
 - 6.5.3.1. Cálculo de volumen de material por unidad de producto
 - 6.5.3.2. Esquema de procesamiento del material para la fabricación de ladrillo

Capítulo VII

Evaluación Preliminar de los impactos ambientales generados

- 7.1. Introducción
- 7.2. Caracterización del medio
 - 7.2.1. Medio físico
 - 7.2.1.1. Agua
 - 7.2.1.1.1. Calidad de agua
 - 7.2.1.2. Aire
 - 7.2.1.2.1. Calidad de aire

7.2.1.3. Clima

7.2.1.3.1. Precipitaciones

7.2.1.3.2. Temperatura

7.2.1.3.3. Radiación Solar

7.2.1.3.4. Nubosidad

7.2.1.3.5. Humedad

7.2.1.3.6. Velocidad del viento

7.2.1.4. Suelos

7.2.1.4.1. Suelo superficial

7.2.1.4.2. Subsuelos

7.2.1.4.3. Topografía

7.2.2. Medio Biótico

7.2.2.1. Flora

7.2.2.1.1. Vegetación

7.2.2.1.2. Bosques

7.2.2.1.3. Cultivos y pastizales

7.2.2.2. Fauna

7.2.2.2.1. Especies de fauna silvestre

7.2.3. Medio Perceptual

7.2.3.1. Paisaje

7.2.4. Medio Socio Económico Cultural

7.2.4.1. Población

7.2.4.2. Uso del suelo

7.2.4.3. Producción

7.2.4.4. Infraestructura

7.2.4.4.1. Servicios básicos

7.2.4.4.1.1. Agua

7.2.4.4.1.2. Salud

7.2.4.4.1.3. Energía

7.2.4.4.1.4. Comunicación

7.2.4.4.1.5. Transporte

7.2.4.5. Campo ocupacional

7.2.4.5.1. Mano de obra

7.2.4.5.2. Profesionales

7.2.4.6. Medio cultural

7.2.4.6.1. Diversidad cultural

7.2.4.6.2. Arte y cultura

7.3. Identificación y valoración de los impactos ambientales generados al medio ambiente

7.3.1. Identificación

7.3.2. Valoración

7.3.3. Resultados de la matriz

7.4. Impactos generados al medio

7.4.1. Impactos al medio físico

7.4.1.1. Impactos a la componente aire

7.4.1.2. Impactos a la componente agua

7.4.1.3. Impactos a la componente suelo

- 7.4.2. Impactos al medio biótico
 - 7.4.2.1. Impactos a la componente flora
 - 7.4.2.2. Impactos a la componente fauna
- 7.4.3. Impactos al medio Perceptual
 - 7.4.3.1. Impactos al paisaje natural
- 7.4.4. Impactos al medio socioeconómico cultural
 - 7.4.4.1. Impactos al uso del suelo
 - 7.4.4.2. Infraestructura
 - 7.4.4.3. Impactos a la economía
- 7.5. Medidas de mitigación
 - 7.5.1. Recuperación de suelo
 - 7.5.1.1. Recolocación de la capa de suelo removida
 - 7.5.1.2. Regeneración de cobertura vegetal
 - 7.5.2. Limpieza de drenajes artificiales
 - 7.5.3. Mantenimiento de maquinarias y equipos
 - 7.5.4. Construcción de zonas de amortiguamiento
 - 7.5.5. Reforestación
- 7.6. Presupuesto para la implementación de medidas de mitigación / anual
- 7.7. Cronograma de ejecución de las actividades de mitigación

Capítulo VIII

Conclusiones y Recomendaciones

- 8.1. Conclusiones
- 8.2. Recomendaciones

CUADROS

- Cuadro 1. Ubicación del sector
- Cuadro 2. Flora representativa de la zona
- Cuadro 3. Fauna representativa de la zona
- Cuadro 4. Estadística poblacional del INEC
- Cuadro 5. Características y propiedades generales de las arcillas
- Cuadro 6. Composición química
- Cuadro 7. Clasificación de tipos de arcillas por su uso industrial
- Cuadro 8. Levantamiento topográfico
- Cuadro 9. Superficie obtenida mediante el contorno
- Cuadro 10. Normativas DIN
- Cuadro 11. Normativas ASTM
- Cuadro 12. Zonificación de arcillas en el sector
- Cuadro 13. Métodos de cálculos de reserva
- Cuadro 14. Características del cuerpo mineral
- Cuadro 15. Selección del método
- Cuadro 16. Superficie del cuerpo de arcillas
- Cuadro 17. Potencia de laboreos de explotación
- Cuadro 18. Reserva calculadas por el método de la cuadrícula
- Cuadro 19. Reserva calculadas por el método de perfiles
- Cuadro 20. Resultado del cálculo de reservas.
- Cuadro 21. Clasificación de sistemas de explotación según EF Shesko
- Cuadro 22. Clasificación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Minas de España

- Cuadro 23. Detallé de las características del cuerpo mineral de arcillas.
- Cuadro 24. Especificaciones de la retro excavadora WB-140
- Cuadro 25. Especificaciones de la maquinaria de transporte.
- Cuadro 26. Coordenadas de delimitación campo minero
- Cuadro 27. Coordenadas de delimitación del área para instalaciones
- Cuadro 28. Coordenadas de delimitación del campo de la cantera
- Cuadro 29. Parámetros de diseño del sistema de explotación
- Cuadro 30. Rendimiento de la maquinaria
- Cuadro 31. Periodo de duración diaria de las actividades
- Cuadro 32. Producción diaria de la maquinaria
- Cuadro 33. Cronograma diario de actividades
- Cuadro 34. Inversiones
- Cuadro 35. Egresos por maquinaria
- Cuadro 36. Egresos por personal
- Cuadro 37. Egresos por materiales y herramientas
- Cuadro 38. Resumen de egresos
- Cuadro 39. Flujo de caja
- Cuadro 40. Valor actual Líquido
- Cuadro 41. Porcentaje de contracción del material por producto
- Cuadro 42. Temperaturas de cocción para algunos productos de arcillas
- Cuadro 43. Coloración de cocción
- Cuadro 44. Relaciones de composición química y coloración de cocción
- Cuadro 45. Composición mineralógica de las muestras
- Cuadro 46. Composición química de las muestras

- Cuadro 47. Contracción del material
- Cuadro 48. Plasticidad del material
- Cuadro 49. Coloración del material cocido
- Cuadro 50. Cálculos de volumen del material
- Cuadro 51. Estadística anual de estaciones meteorológicas
- Cuadro 52. Conjunto de flora
- Cuadro 53. Conjunto de fauna
- Cuadro 54. Matriz de identificación de impacto ambiental
- Cuadro 55. Matriz de valoración de impacto ambiental
- Cuadro 56. Presupuesto anual para actividades de mitigación
- Cuadro 57. Cronograma anual de ejecución

GRÁFICOS

- Grafico 1. Ubicación geográfica
- Grafico 2. Retroexcavadora Komatsu WB-140
- Grafico 3. Volquete Ford 4
- Grafico 4. Diagrama de flujo del sistema de explotación
- Grafico 5. Flujo de caja
- Grafico 6. Taza interna del retorno
- Grafico 7. Esquema para la fabricación del ladrillo
- Grafico 8. Valoración del medio físico
- Grafico 9. Valoración para el medio biótico
- Grafico 10. Valoración para el medio Perceptual
- Grafico 11. Valoración para el medio socioeconómico

TABLAS

- Tabla 1. Columna estratigráfica
- Tabla 2. Porcentaje de contracción
- Tabla 3. Índice de plasticidad
- Tabla 4. Cerámica que emplea bajo punto de fusión
- Tabla 5. Cerámica que emplea alto punto de fusión
- Tabla 6. Composición química de arcillas industriales

BARRAS

- Barra 1. Porcentaje de agua de plasticidad para ladrillo industrial
- Barra 2. Porcentaje de plasticidad
- Barra 3. Porcentaje de contracción al secado natural
- Barra 4. Porcentaje de contracción al secado por cocción
- Barra 5. Contenido de óxidos de sílice
- Barra 6. Contenido de óxidos de aluminio
- Barra 7. Contenido de óxidos de hierro

FIGURAS

- Figura 1. Tetraedro de SiO_2
- Figura 2. Octaedro de Al, Mg, Fe.
- Figura 3. Estructura química de la Caolinita
- Figura 4. Estructura química de la Montmorillonita
- Figura 5. Mecanismo de contracción de secado

CAPÍTULO I.

GENERALIDADES.

1.1 Introducción.

Los recursos minerales de nuestro país, cuyo aprovechamiento está totalmente ligado al desarrollo de nuestra economía en un futuro cercano, hace que el presente trabajo, esté orientado a la investigación de uno de los tantos minerales que yacen en nuestro suelo, tal es el caso de las arcillas, materia prima mineral No Metálica de gran importancia para la industria de materiales de construcción, fabricación de cerámicas, productos ornamentales, a pequeña, mediana y gran escala.

Mediante la investigación de este recurso, se crea un lineamiento base para el aprovechamiento de otros tipos de minerales no metálicos en la zona, que presentan de igual forma un potencial económico positivo.

Sin embargo, la región Sur Oriental del Ecuador y el área geográfica que comprende puntualmente la provincia de Zamora Chinchipe, en la cual ya se explotan actualmente algunos de estos recursos no dispone de estudios mediante los cuales se haya llevado a cabo la valoración de aquellos desde un punto de vista técnico y que amplíe las perspectivas para su explotación.

Las investigaciones desarrolladas, únicamente a nivel nacional, se limitan a la recopilación de indicios, lo cual no es suficiente en el momento de requerir

información amplia, analítica y que realice una recopilación clara sobre estos recursos en detalle.

Así mismo, la no existencia de parámetros medibles y comparables de estos depósitos minerales, es evidente dado que no existe información de esta región.

Por otra parte, la falta de conocimiento de los recursos minerales con los que se cuenta en esta zona puntualmente la arcilla, motivo del presente proyecto, hace que no se la tome en cuenta para su explotación, canalizando las inversiones hacia minerales de los cuales si se tiene un conocimiento cuando menos empírico de la rentabilidad que ofrecen, dejando de lado a otros que también pueden resultar rentables como en el presente caso la arcilla.

Para la explotación de este recurso el establecimiento de una tecnología minera acorde a las situaciones del medio en que se desenvuelve, permite evitar en un alto nivel la degradación de la naturaleza a largo plazo y por otro lado obtener beneficios económicos desde la perspectiva de productividad y competitividad, conceptos cada vez más utilizados en el mundo de la economía globalizada de hoy, en el cual todos estamos inmersos.

1.2 Antecedentes.

Los trabajos geológicos regionales han definido las formaciones geológicas de la región, aspectos estructurales e indicios de mineralización. Estos trabajos señalan lo importante que resulta desde el punto de vista geológico la región

sur oriental del Ecuador en relación a la existencia de yacimientos de rendimiento económico, tanto metálicos como no metálicos.

Los acontecimientos desarrollados en relación a la documentación de los recursos minerales No Metálicos en la Provincia de Zamora Chinchipe son muy escasos. A pesar de ubicarse en el área algunos tipos de estos minerales, no existe aún un inventario, mediante el cual se establezca los sectores de yacencia, parámetros medibles y otros aspectos evaluativos.

La información existente es somera y se basa en estudios a nivel regional.

En lo que respecta puntualmente al empleo de arcillas a nivel general de la provincia, esta materia prima ha sido utilizada en el cantón Zamora para la fabricación de ladrillo industrialización que se la realiza en pequeña escala. En similar forma, se emplea este recurso en el cantón Guaysimi para la fabricación de ladrillo.

Este aprovechamiento de la arcilla, es en forma artesanal, sin la utilización de un método definido como sistema de explotación, usando como combustible para el quemado de la arcilla, la madera de los sectores aledaños.

La producción generada es empleada para satisfacer en parte de la demanda local de materiales de construcción que tienen estos sectores.

Además de estos lugares, también se aprovecha arcillas producto de descomposición de feldespatos provenientes de rocas graníticas, en el sector ubicado entre las Saquea y Piuntza, de igual forma en la fabricación de ladrillo.

Las arcillas de las cuales existen depósitos interesantes en el sector La Delicia – San Antonio pertenecientes geográficamente a la parroquia Yanzatza, del cantón Yanzatza, y que aún no ha recibido una valoración en esta zona desde el punto de vista técnico-minero, son los depósitos que se han sometido a estudio, debido a que presentan similitud con el material que se usa en los otros lugares antes mencionados y en donde se ve la posibilidad de emprender la explotación de este material no metálico como materia prima para la elaboración de materiales de construcción.

En nuestro país donde las estadísticas revelan índices de falta de vivienda este recurso es sumamente valioso, ya que las arcillas por lo común son de amplio campo de utilización en la fabricación de materiales de construcción específicamente ladrillos y tejas.

La utilización de arcillas para la fabricación de una amplia variedad de productos es lo que la hace tan importante y disponiendo de ellas en la zona en general es prioritario hacer una evaluación desde el punto de vista minero con perspectivas a lograr la industrialización de esta materia prima.

Estos son los aspectos hasta ahora desarrollados y de los cuales se tiene constancia en lo que al aprovechamiento de arcillas en la zona y provincia se refiere.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivos Generales.

➤ Realizar la estimación cuantitativa de las arcillas y zonificar cualitativamente el área, estableciendo una base de información técnica que contribuya al desarrollo minero del sector.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Realizar la cuantificación de las reservas de Arcilla en el área.
- Determinar mediante la zonificación los parámetros de calidad de estas Arcillas.
- Diseñar una variante de Sistema de Explotación para este tipo de depósito.
- Caracterizar a las arcillas del sector para su utilización industrial en base de sus propiedades tecnológicas.
- Elaborar una fuente de información técnica, que contemple las condiciones mineras y medio ambientales actuales en el área de desarrollo de la investigación.

1.4. Localización Geográfica del Sector San Antonio –La Delicia

1.4.1. Ubicación y límites.

El sector denominado “San Antonio – La Delicia”, en función de los sitios rurales aledaños San Antonio y la Delicia, se encuentran ubicados hacia la parte

Oeste de la Parroquia Yanzatza, del cantón Yanzatza, Provincia de Zamora Chinchipe.

El sector se encuentra delimitado por las siguientes coordenadas UTM:

CUADRO 1. UBICACIÓN DEL SECTOR “SAN ANTONIO – LA DELICIA”.

Coordenadas (UTM) del Sector “San Antonio – La Delicia”.		
Puntos	Coordenadas	
1	748 050	9 577 200
2	748 200	9 577 200
3	748 200	9 576 750
4	748 050	9 576 750

Elaborado: El autor

El sector se encuentra limitado en su parte Norte (Punto 1 – 2) y Oeste (Punto 1 – 4) por fincas destinadas a la actividad agropecuaria, y por su lado Sur (Punto 3 – 4) y Este (Punto 2 – 3) igualmente por terrenos utilizados para el pastoreo de ganado vacuno. La superficie que comprende el sector tomado para el desarrollo de la presente es de 6.75 hectáreas

1.4.2. Acceso y vías de comunicación.

Para el traslado hacia el sector de investigación, este se lo puede realizar desde las ciudades más importantes cubriendo los siguientes recorridos:

El recorrido desde la Capital Quito hasta la Ciudad de Loja, Provincia de Loja, mediante la Panamericana Sur, luego de lo cual se procede ha tomar

la vía interoceánica que comprende el recorrido desde Loja hasta la ciudad de Zamora – Centinela del Cóndor – Yanzatza con una distancia de 108 kilómetros.

Desde el Puerto Principal Guayaquil hasta la ciudad de Loja, luego de lo cual se procede tomar la vía interoceánica descrita en el recorrido anterior.

Desde la Ciudad de Cuenca, trasladándose hacia la Provincia de Morona Santiago y de allí a la Provincia de Zamora Chinchipe mediante el recorrido Cuenca – Gualaquiza – El Panguí – Yanzatza por la vía interoceánica (en construcción).

El acceso al sector en si, se lo puede realizar desde la localidad central de Yanzatza, dirigiéndose hacia la parte occidental por un carretero de tercer orden desde el barrio Jesús del Gran Poder, en un recorrido aproximado de 1 kilómetro, en donde se encuentra ubicado San Antonio.

Otra forma de hacerlo, es cruzando la localidad de Yanzatza hacia la parte central, tomando una vía en dirección de la quebrada de Yanzatza hasta el sitio La Delicia, luego se toma un sendero abierto con maquinaria, mediante el cual se llega hasta el sector .

La ubicación de la zona general de estudio así como las vías de acceso se puede observar en el grafico 1.

GRAFICO 1. LOCALIZACION GEOGRAFICA



1.5. Relieve.

La forma del terreno es de tipo montañoso, debido a que en el sur del País, en donde se halla comprendida la provincia de Zamora Chinchipe, las cordilleras andinas son bajas y con muchas mesetas, presentando la cordillera central y oriental innumerables ramificaciones que penetran en la región oriental, las cuales dan lugar a la

formación de valles y hondonadas, las elevaciones más importantes de la zona son: El Plateado, Tapichala, La Picoroma, Numbala, Paredones, Pan de Azúcar y Zamora. La elevación mas sobresaliente dentro de la zona de estudio es el Cerro Pan de Azúcar (1775 msnm), las partes bajas son las correspondientes al valle de Yanzatza (805 msnm).

1.6. Hidrografía.

Una gran cantidad de agua, se genera a nivel general en la Provincia de Zamora Chinchipe, en la que se han establecido cuatro cuencas hidrográficas, estas son la Cuenca del Río Zamora, Nangaritza, Yacuambi y la cuenca del Río Chinchipe, de las cuales la que esta directamente más relacionada con el área de estudio es la Cuenca del Río Zamora y cuya descripción se realiza a continuación.

El Principal río de esta Cuenca, es el Zamora, el cual nace en las alturas del nudo de Cajanuma, interior de la provincia de Loja y se dirige al oriente, rompiendo la cordillera central de Los Andes.

La red hidrográfica del Río Zamora, se compone en su trayecto de numerosos afluentes, recibiendo las aguas de las Cuencas del Río Nangaritza y Yacuambi principales tributarios, dirigiéndose hacia la Provincia de Morona Santiago, en donde en unión con el Río Namangoza forman el Río Santiago, el cual a su vez conforma parte de la Cuenca del Alto Amazonas y mediante el Río del mismo nombre que cruza por los territorios de Perú y Brasil desemboca sus aguas en el Océano Atlántico.

La hidrografía del sector, se caracteriza por la quebrada de Yanzatza, componente a su vez de la red hidrográfica principal el Río Zamora, la microcuenca drenada por esta quebrada se compone por flujos superficiales, formados a partir de vertientes de agua que se localizan desde los 880 msnm hasta los puntos mas altos sobre los 1200 msnm.

El material arrastrado es de tipo detrítico (gneis, granitos, areniscas). La topografía se presenta encajonada, modificándose conforme el flujo de agua se acerca al drenaje principal del valle.

1.7. Meteorología y clima.

Las condiciones meteorológicas para la parroquia Yanzatza se establecen en una temperatura que oscila entre los 15 y 34 grados centígrados, con una media anual de 22 grados.

Las condiciones de Humedad se establecen en una humedad relativa del 90 por ciento. Las precipitaciones en la zona son abundantes en los meses de invierno de Mayo, Junio y Julio; siendo el resto del año transitorio entre sol y lluvia obteniéndose un promedio anual de 2284.6 mm. Estos datos se obtuvieron del departamento de desarrollo agropecuario de la Ilustre Municipalidad del Cantón, y registros personales complementándose con los datos de la estación meteorológica Yanzatza.¹

¹ INAMHI. Estadística mensual y anual de estaciones climatológicas. Anuario meteorológico 1990.

El clima es subtropical (cálido – húmedo) y templado húmedo, diferenciándose hacia los 924 metros sobre el nivel del mar. La presión barométrica se establece en 1015 milibares.

1.8 Flora y fauna.

Las especies naturales que representan la biota en esta parte de la región, son parte de un gran conjunto de biodiversidad que se extiende por toda la Amazonía del Ecuador. Debido a las actividades antrópicas se ha provocado una constante destrucción del medio natural actividades dentro de las cuales la minería no es la excepción, por lo tanto el registro de las diferentes especies naturales de flora y fauna es de gran importancia para su protección y reestablecimiento.

A nivel de la Provincia y en función de las zonas de vida de Holdrige, las zonas boscosas que caracterizan a la zona son:

- Bosque Húmedo Pre – Montano (b. h. P. M.)
- Bosque Húmedo Montano – Bajo (b. h. M. B.)
- Bosque Muy Húmedo Montano (b. m. h. M)
- Bosque Muy Húmedo Pre – montano (b. m. h. P. M.)

➤ Bosque Muy Húmedo Montano – Bajo (b. m. h. M. B.)

Con respecto al área de investigación de la zona de vida característica es el bosque Muy húmedo Pre – montano. Los tipos de Flora y Fauna registrados se detallan a continuación en los siguientes cuadros²:

Especies de flora y fauna de la zona.

CUADRO 2. FLORA REPRESENTATIVA DE LA ZONA.

CONJUNTO DE FLORA.		
ESPECIES DE ÁRBOLES		
Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Guarumbo.	Cecropía montana	Moraceae
Nogal	Juglands netrópica	Juglandaceae
Chonta	Bactris Gasipaes	Arecaceae
Guaba	Inga edulis	Mimosoidal
ESPECIES DE VEGETACIÓN		
Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Platanillo	Heliconia Sp.	Musaceae
Beldaco	Pseudobombax millei	Leguminosae
Bejuco	Antlweium Scandes	Araceae
Helecho	Nephrolepis Biserrata	Pterophyta

Fuente: Plan de desarrollo sustentable de la Provincia de Zamora Chinchipe 2000.

Elaborado por: El Autor

² Plan de desarrollo de la provincia de Zamora Chinchipe. HCPZCH. 2001.

CUADRO 3. FAUNA REPRESENTATIVA DE LA ZONA.

CONJUNTO DE FAUNA.	
ESPECIES DE MAMÍFEROS.	
Nombre Común.	Nombre Científico.
Conejo Silvestre	Sylvilagus Brasiliensis
Guatusa	Dasyprocta Punctata
Ratón de Campo	Oryzoms Sp.
Murciélago	Desmodus Rotundus.
ESPECIES DE AVES	
Nombre Común	Nombre Científico.
Lechuza	Tito alba
Carpintero	Venidiornis Callanatus
Golondrina	Natiochelidon Cyanoliuca
Tórtola	Zenaida Auriculata.
ESPECIES DE REPTILES	
Nombre Común	Nombre Científico
Lagartija	Bothrops Sp.
ESPECIES DE ANFIBIOS	
Nombre Común.	Nombre Científico
Rana	Electherodactylus
Sapo	Dentrobates Sp.

Fuente: Plan de Desarrollo Sustentable de la Provincia de Zamora Chinchipe 2000.
Elaborado por: El Autor

En lo que se refiere a insectos, se observa la presencia de hormigas, grillos, cigarras, coleópteros, arañas, escarabajos, miriápodos de distintas variedades.

Entre las especies introducidas por el hombre, tenemos especies cultivadas para forraje de ganado vacuno del tipo axonopus Scoparius (Gramalote) y Cetaria Splendida (Cetarea), las cuales cubre un buen porcentaje de la zona.

1.9. Población, Actividad Socio Económica E Infraestructura.

El índice poblacional registrado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, según el VI Censo Nacional de Población y V de vivienda para el Cantón Yanzatza y sus parroquias es del 15% anual³. La estadística de población se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 4. ESTADÍSTICA INDICE POBLACIONAL CANTÓN YANZATZA

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	POBLACIÓN
Zamora Chinchipe	Yanzatza	Yanzatza	6218
		Chicana	2302
		Los Encuentros	2852
TOTAL			14548

Fuente: INEC. VI Censo Nacional de Población y V de vivienda. 2001.

Elaborado por: El autor

La actividad socioeconómica, está caracterizada por la dinámica de las diferentes ramas de actividad productiva, entre las que destacan la Agricultura y la Ganadería, que representa el 55.85% del total cantonal, en el sector de servicios públicos el 22.74 %, la actividad comercial con un 14.18 % y la explotación de minas y canteras con el 7.23 %. El cantón Yanzatza representa a su vez el 16 % de la actividad productiva a nivel provincial.

En lo relacionado a infraestructura, refiriéndose a la parroquia Yanzatza, se dispone de infraestructura básica como: agua, electricidad, centros educativos, hospitales y centros de atención médica. Así también se cuenta con vías de comunicación, servicio de telefonía y entidades bancarias privadas.

³ Instituto Nacional de Estadísticas y censos INEC. VI censo poblacional y V de vivienda. 2001

CAPÍTULO II.

MARCO GEOLÓGICO.

En el presente capítulo se ha realizado una descripción geológica de la zona, en la cual se halla circunscrita el área de estudio, tomando como base las siguientes referencias¹:

Hoja topográfica Yanzatza. Escala 1: 50 000

Hoja topográfica Los Encuentros. Escala 1: 50 000

Hoja Geológica Paquisha Escala. 1: 250 000

2.1. Geomorfología.

A nivel general, la Provincia de Zamora Chinchipe se asienta en la Cuenca Sedimentaria comprendida entre los Andes y el Escudo Brasileño. A su vez la influencia de las estribaciones montañosas de la cordillera Central y Oriental, dan lugar a la formación de valles, lo que da como resultado una disposición en forma de V de la superficie. En la zona referida al área de estudio, geomorfológicamente comprende un valle, dividido por las aguas del Río Zamora, en donde se asienta la población de Yanzatza. Este valle comprende elevaciones montañosas medias y bajas con pendientes comprendidas entre 14° y 16° grados y 15° a 30° grados, superficies aterrazadas, conformadas por depósitos aluviales hacia las riberas del río, extendiéndose desde las cotas 805 y 810 con llanuras de 2° y 3° grados. El drenaje principal acarrea clastos de diversos tamaños.

¹ Hoja geologica Paquisha, escala 1: 250.000; hojas topograficas Yanzatza y Los Encuentros, escala 1: 50.000 IGM 1996

Las partes altas de este valle, se compone de las elevaciones que conforman la cordillera Subandina (cordillera de Los Hachos localmente) con presencia de areniscas y arcillas finas, cuya elevación va de la cota 1600 a la 1200. La superficie del valle es de aproximadamente 77 km^2 y mantiene una forma de V que determina el paisaje conjuntamente con la forestación.

2.2. Litología.

La litología de la zona corresponde a las diferentes formaciones geológicas que se han identificado en la geología regional, siendo estas: Rocas Graníticas del tipo granodiorita con alto contenido de feldespatos, diorita de grano grueso y tonalita correspondientes al Batolito de Zamora; Lutitas, Areniscas Cuarzosas con coloraciones gris a violeta, de grano fino a medio conformada por cristales de sílice de la Formación Hollín; Filitas, Cuarcitas, Esquistos, Gneis correspondientes a las Rocas que conforman el grupo Zamora y lavas y lutitas rojas con contenidos de granos de pirita diseminada pertenecientes a la formación Chapiza. Superficialmente la litología comprende arcillas de origen meteórico, granulometría fina, coloraciones rojas y amarillas.

2.3. Geología Regional.

El oriente de nuestro país incluye la inmensa región plana que forma parte de la Cuenca Amazónica superior como la zona subandina la cual esta caracterizada por empinadas montañas de espesa vegetación.

La área de estudio se ubica dentro de la zona de transición entre la cordillera real y oriental o sea dentro de lo que constituye la zona subandina y mas específicamente el valle formado por una de las redes hidrográficas principales, el río

Zamora. Las formaciones geológicas, que corresponden al área de estudio son el conjunto de formaciones compuesto por la formación Hollín, la Formación Chapiza, el batolito de Zamora el cual influye en la caracterización litológica de la zona. Estas formaciones son las que afloran en la región en donde se localiza el sector investigación adicionalmente con los Depósitos aluviales y coluviales que se registran también en la geología regional de la zona y los cuales son conformados por los tipos de rocas mencionados en la descripción litológica.

2.4. Estratigrafía.

La secuencia de las formaciones geológicas relacionadas al área, se compone de acuerdo al orden cronológico establecido de edad de cada una de ellas, su descripción en este orden es el siguiente:

El Batolito de Zamora

Formación Chapiza.

Formación Hollín.

Depósitos Coluviales

Depósitos Aluviales.

2.4.1. Batolito de Zamora.

Localizado en el Sur del país, en la provincia de Zamora Chinchipe; tiene una extensión mínima de 1800 kilómetros cuadrados.

Este cuerpo de tipo intrusivo se extiende con una dirección Norte – Sur, formando parte de la cordillera del Cóndor que penetra el Perú. Otros batolitos y plutones cercanos probablemente están relacionados genéticamente, estos son los batolitos de Zumba y Portachuelo y el Plutón del río Numbala. El batolito de Zamora se caracteriza por su composición de leucogranodioritas y grano dioritas hornblendicas.

Dataciones radiométricas sugieren un ciclo magmático originado durante del Jurásico Medio en 168 millones de años, este ciclo de vida es mas ácido y esta caracterizado por la presencia de feldespatos potásicos rosados. Carece de porfiroblastos y el batolito fue probablemente intruído como magma.

2.4.2. Formación Chapiza

Formación de carácter continental, distribuida bajo el substrato cretácico. Tschopp subdivide a esta formación en tres miembros.

Chapiza inferior, consistente en alternancia de lutitas con arenisca de color gris y rosado intercalados por evaporitas de más de 1500 metros de espesor.

Chapiza medio, con alternancias similares de lutitas y areniscas, intercalaciones de evaporitas con un espesor de 1000 metros.

Chapiza superior o miembro Misahualli, conformado por intercalación de lutitas, areniscas, conglomerados y brechas tobáceas con 2000 metros de espesor. La formación Chapiza geológicamente tiene una edad correspondiente al Jurásico medio avanzando hacia el Cretácico Inferior

2.4.3. Formación Hollín

Sus principales afloramientos son observados a lo largo del carretero de la Parroquia los Encuentros – El Pincho, formando bancos compactos de arenisca cuarzosa.

El rumbo general de la formación es Noroeste – Sur Oeste con buzamientos de 38° hacia el Noroeste, ésta formación presenta taludes fuertes en los sitios de observación. Descansa en concordancia con las rocas de la Formación Napo. Su espesor varía de 80 a 240 metros, correspondiendo al Aptiano y avanzando en secuencia al Albiano inferior. (Cretácico Medio)

2.4.4. Depósitos coluviales.

Depósitos coluviales, producto del deslizamiento en superficies de alta pendiente, se hallan distribuidos por la zona. Estos se conforman de pequeños y medianos bloques de areniscas, lavas de la formación Misahualli con mineralización diseminada de pirita mezclados en una matriz limo-arcillosa. Su formación corresponde al Holoceno (Cuaternario).

2.4.5. Depósitos Aluviales

Se ubican a lo largo del Río Zamora y los demás ríos de la zona, se componen de material de arrastre como grandes y pequeños bloques de intrusivo, lavas volcánicas de la formación Misahuallí y bloques de areniscas de la formación Hollín. Estos depósitos son de formación reciente correspondiente al holoceno de la era cuaternaria, continuando su formación hasta los actuales momentos.

La secuencia formacional se representa, gráficamente en la columna estratigráfica de la geología regional de la zona de estudio. (Ver Tabla 1)

2.5. Geología Estructural.

La geología estructural de la zona, presenta cuerpos de rocas aflorantes que se presentan a manera de franjas. Se registra grupos de fallas de tipo inferidas (aun no confirmadas) las que se desplazan con una orientación Nor – Oeste, Sur – Este, en longitudes promedio de dos y tres kilómetros.

Algunas se desarrollan en los contactos formacionales comprendidos dentro de la superficie representada, aunque para su confirmación se necesita aun de estudios regionales se necesita aun de estudios regionales de mayor escala.

2.6. Tectónica.

A nivel general, la zona del sur oriente ecuatoriano, la geología se modifica cuando la zona subandina es sometida al tectonismo andino, en donde las formaciones geológicas desarrolladas, corresponden a un ambiente tectónico – sedimentario.

En particular la zona de ubicación del área de estudio se puede considerar en los actuales momentos como una zona estable en relación a procesos de tectonismo.

2.7. Edad.

De acuerdo con la edad correspondiente de las formaciones presentes en el sector de estudio, el Batolito de Zamora es el mas antiguo conjuntamente con la formación Chapiza determinada palineológicamente entre el Jurásico Medio (168

millones de años) y Jurasico medio al Cretácico Inferior (Mesozoico) respectivamente para cada uno. La formación Hollín le ha sido asignada una edad sobre bases palineológicas correspondientes al Cretácico Inferior (Albénse, Aptiano) correspondiente al terciario (Mesozoico). Los depósitos coluviales y aluviales son de formación reciente (Cuaternario).

2.8. Geología Económica.

La zona es potencialmente rica en lo que a yacimientos de rendimiento económico tanto metálicos como no metálicos se refiere. Yacimientos de metales preciosos han sido clasificados desde el punto de vista geológico como importantes para su explotación (Distrito minero de Nambija, yacimiento aurífero de Chinapintza).

Con respecto a los minerales No Metálicos se encuentra arcillas de muy buena calidad proveniente de la alteración de feldespatos de rocas graníticas las cuales conforman masas intrusivas aflorantes y que corresponden geológicamente al batolito de Zamora, cuyo aprovechamiento se realiza en pequeña escala al momento actual, para la fabricación de materiales de construcción. Calizas de la formación Napo, se han considerado para su posible industrialización como sustituto comercial de mármol Negro. Arena Silíceas relacionadas geológicamente con la formación Hollín son explotadas en la actualidad para la fabricación de vidrio.

El desarrollo de la geología regional de la zona (principales formaciones, aspectos estructurales y descripción litológica) se detalla gráficamente en el mapa geológico regional (lamina 1).

2.9. Geología Local.

2.9.1. Bases de la Geología Local.

Una descripción geológica a nivel general, establecida mediante un recorrido de la zona, en dirección aguas arriba de la quebrada de Yanzatza, permitió observar las formaciones que se ubican en el Área, estas son la formación Hollín, representada por bloques de Areniscas cuarzosas; lutitas color rojo correspondientes a la formación Chapiza se ubican a las riberas de esta quebrada, cubiertas por arcillas. Las rocas encontradas en el recorrido de la Quebrada son de forma Detrítica, encontrándose granitos, cuarcitas, esquistos, filitas más redondeadas, las cuales son arrastradas por el agua de las partes más altas.

2.9.1.1. Intrusivos.

El batolito de Zamora es un cuerpo intrusivo que se manifiesta en la zona, metamorfizado, dada la presencia de feldespatos disgregados y granodioritas de tipo hornbléndico disgregadas. Aunque en la geología regional, la zona donde se halla circunscrito el sector de estudio es mapeado como parte aflorante de la formación Chapiza, rocas graníticas se localizan a nivel local pudiendo evidenciar un fuerte estado de meteorización. Estas masas graníticas se relacionan directamente con la presencia de arcillas en el sector resultantes de procesos de meteorización derivando en la formación de arcillas. El cuerpo determinado se a representado en el plano geológico local, según los afloramientos y complementariamente con la información del levantamiento geológico y apertura de laboreos de exploración.

2.9.1.2. Formación Chapiza.

Esta formación se presenta aflorante hacia los alrededores del sector de estudio, rodeando al cuerpo intrusivo, en donde se la identifica por el afloramiento de lutitas y pequeños bloques de areniscas aflorantes en superficie, sobre todo hacia las partes de mayor altura sobre la cota 955 msnm. El área oriental circundante al intrusivo a partir de las cotas 870, se ha mapeado como aflorantes de la formación Chapiza, aunque no confirmada y hacia la cual se puede suponer se extiende el intrusivo.

2.9.1.3 Depósitos Aluviales.

Depósitos aluviales correspondientes a la quebrada de Yanzatza, se localizan hacia el sur del sector.

Estos se encuentran contenidos dentro de una cimentación arcillosa, el material que conforma estos depósitos aluviales son areniscas, granitos, gneises, así como también lutitas rojas y en muy pequeñas cantidades lavas, así como andesitas con mineralización diseminada de pirita. Estos depósitos se recubren con capas de arcilla de 0,9 y 1,5 metros de potencia.

2.9.1.4 Estructuras Locales.

Estructuralmente se han identificado plegamientos de tipo sinclinal 10° N/ 35° S determinados mediante un corte realizado en el talud del camino de acceso y confirmándose por la presencia de estructuras similares siguiendo el curso aguas arriba de la quebrada de Yanzatza, en donde a través de algunos taludes

fuertes producto del deslizamiento de material son observables en este tipo de estructuras.

2.9.1.5 Tectónica Local

Con respecto a procesos de tectonismo a nivel local, se puede manifestar que el sector es estable al momento actual.

2.9.2. Mineralización.

Las capas arcillosas que conforman el área son depósitos superficiales, se hallan en forma de capas, yaciendo sobre areniscas y lutitas en las partes altas del sector y granitos en descomposición, además de feldespatos de color Rosado (feldespatos potásicos) en descomposición. Estas capas se caracterizan por una estructura masiva y granulometría media y fina. El ángulo de inclinación esta en correspondencia a las pendientes del terreno, los cuales van en ángulos de 10° y 12° grados hasta 30° y 35° grados. El origen que se puede deducir para estas arcillas, es que son producto de la meteorización de la masa intrusiva ubicada en el área. Se puede manifestar que estas arcillas son de tipo montmorillonita con alto contenido de feldespatos, de acuerdo al análisis mineralógico efectuado. La potencia de las capas va desde 1.7 hasta los 2.6 metros, obtenidas mediante trabajos de exploración, sin embargo estas se prolongan con mayor potencia en ciertos puntos.

La geología local del sector se representa gráficamente en el plano geológico local elaborado a escala 1:1000 y en el cual se ha representado los cuerpos geológicos determinados en el sector. (Lamina 2).

CAPÍTULO III.

TRABAJOS EXPLORATIVOS EN EL SECTOR.

3.1. Las Arcillas.

La Arcilla es una de las sustancias minerales de empleo más extenso y antiguo que haya utilizado jamás el hombre. Conserva la historia de razas antiguas escrita en tablillas en edificios de ladrillo, en monumentos y en objetos cerámicos.

La palabra arcilla se aplica a las sustancias terrosas formadas principalmente por silicatos alumínicos hidratados con materia coloidal y trozos de fragmentos de roca que generalmente se hacen plásticas cuando están húmedas y pétreas por la acción del fuego.

Estas propiedades dan a las arcillas su utilidad, puesto que se las puede moldear en casi todas las formas, que se conservan después de ser sometidas a la acción del fuego. La facilidad con que se halla arcilla en todas partes, lo barato de su extracción y la adaptación a tantos usos ha hecho que los productos de la arcilla tengan muchas aplicaciones en la moderna civilización industrial.

El origen de todos los depósitos de arcillas es esencialmente el mismo a saber: La desintegración química de las rocas alumínicas. Ries⁵ a dado la siguiente clasificación geológica de las arcillas por su origen:

⁵ Yacimientos de rendimiento industrial. Alan M Bateman.

Arcillas residuales: formadas por meteorización in situ.

Arcillas coloidales: masas de corrimiento de tierras

Arcillas transportadas: formadas por el transporte de la roca descompuesta y su depósito en otro espacio. (Arcillas Sedimentarias, glaciales y eólicas)

Los distintos orígenes dan lugar a los diferentes tipos de arcillas y generalmente se clasifican por su utilidad, siendo esta la característica más importante.

3.1.1. Características y Propiedades.

Las arcillas tienen algunas características y propiedades de importancia, entre las cuales tenemos la composición mineralógica mediante la cual se puede clasificar a las arcillas por los minerales que la componen.

La composición química de las arcillas por otra parte es muy variable. Por esta causa, se defendió durante mucho tiempo la tesis de que la arcilla era una mezcla de geles amorfos de sílice y sesquióxidos, sin proporciones fijas. La tesis contraria mantenía que la arcilla se componía de una mezcla de partículas pertenecientes a cada una, individualmente, a una especie química perfectamente determinada.

Las investigaciones realizadas actualmente por medio de rayos X han demostrado que las partículas de arcilla son cristales de especies mineralógicas bien identificadas.

**CUADRO 5. CARACTERISTICAS Y
PROPIEDADES GENERALES DE LAS ARCILLAS**

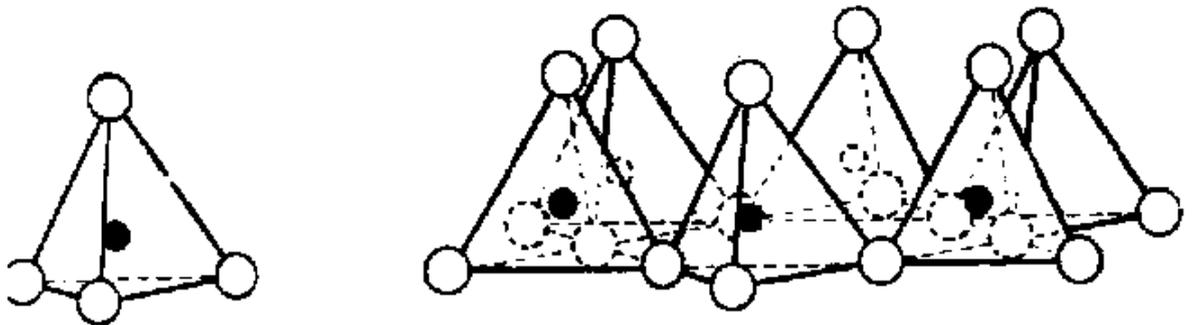
Anexo excel

La variabilidad de la composición de las arcillas proviene en primer lugar de la mezcla de estas especies y en segundo lugar de los fenómenos de adsorción que se desarrolla en partículas, pero a su vez los geles amorfos coexisten con las especies cristalinas y contribuyen a la infinidad de arcillas y la variedad de las fracciones granulométricas.⁶

En general las arcillas están formadas por la combinación de dos elementos fundamentales:

El primero es un tetraedro, en el que cuatro átomos de oxígeno rodean a un átomo de silicio. (Círculos negros, átomos de silicio; círculos blancos, átomos de oxígeno)

FIGURA 1. TETRAEDRO DE SiO_2

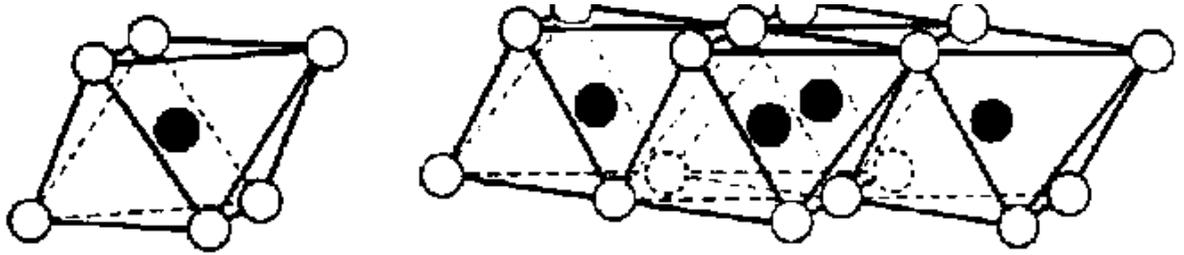


Los tetraedros forman capas de modo que los oxígenos de las base de todos ellos se encuentran en el mismo plano, y cada oxígeno pertenezca a dos tetraedros.

El segundo elemento es un octaedro en el que un átomo de aluminio, hierro, magnesio, etc. Está rodeado por seis átomos de oxígeno o iones hidroxilo. Los octaedros forman también capas.

⁶ Geotecnia y Cimientos 1. Propiedades de los suelos y rocas

FIGURA 2. OCTAEDRO (AL, FE, MG, RODEADO DE 6 ÁTOMOS DE OXIGENO O IONES OXIDRILLO)



De las distintas combinaciones de estas dos capas y de los distintos cationes o aniones que las forman resultan la gran variedad de los minerales arcillosos cristalinos.

La representación gráfica de algunas estructuras químicas de los minerales de las arcillas de mayor importancia y las cuales son las que más comúnmente se consideran para efectos de estudios y también por su importancia económica como es el caso del caolín y montmorillonita, la cual conjuntamente con la illita mantiene una estructura similar, se presentan a continuación:

FIGURA 3. ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA CAOLINITA.

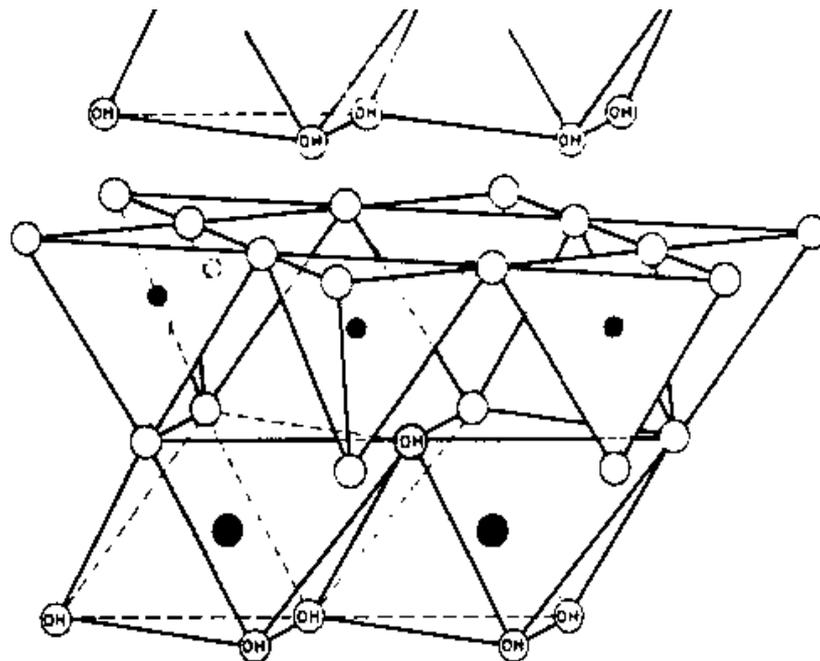
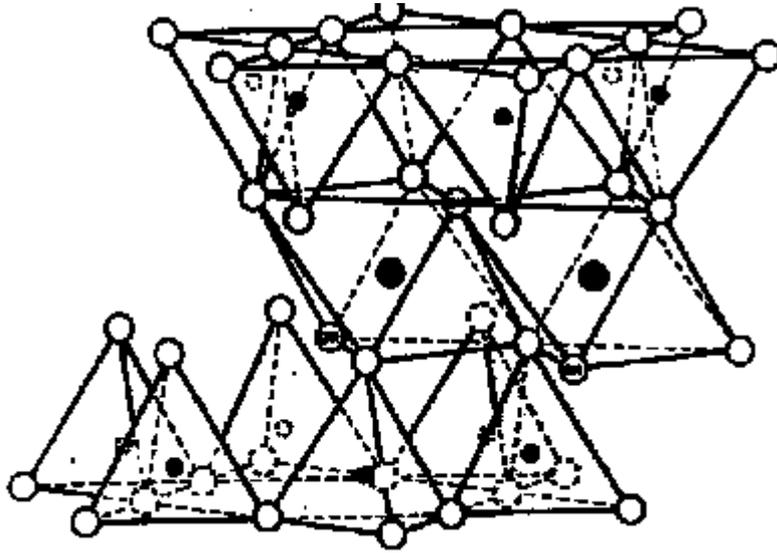


FIGURA 4. ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA MONTMORILLONITA

La composición química de los grupos más comunes de arcillas se presenta en la siguiente tabla⁷:

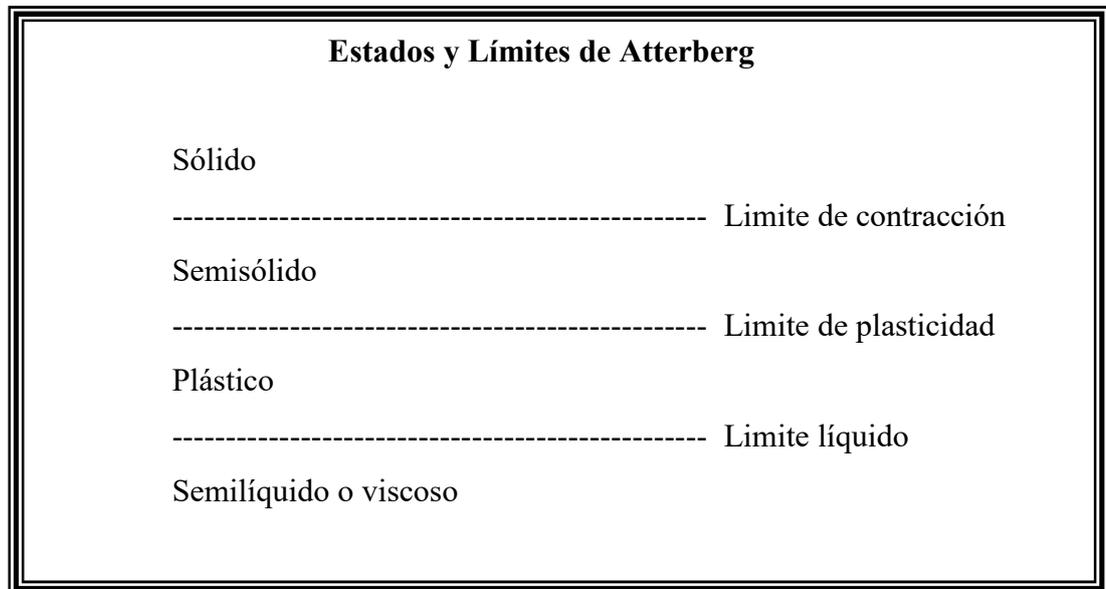
CUADRO 6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ARCILLAS

Grupo	Composición
Caolinita	$\text{Si}_2 \text{O}_5 \text{Al}_2(\text{OH})_4$
Montmorillonita	$\text{Si}_{24}\text{O}_{60}\text{Al}_{10}\text{Mg}_2(\text{OH})_{12} (\text{Na}_2,\text{Ca})$
Micas Hidratadas (Illita)	$(\text{Si}_2 \text{y},\text{Al} \text{y}) \text{O}_5\text{K}_\text{y} (\text{Al},\text{Fe},\text{Mg})(\text{OH})$
Varios	$\text{SiO}_2 + \text{Al} + \text{H}_2\text{O}$

Elaborado por: El autor

⁷ Geología económica. Hugh Exton Mckinstry.

Las propiedades físicas principales de una arcilla se pueden caracterizar mediante los límites de Atterberg, y marcan la diferencia entre los estados de una arcilla⁶. Estos límites son los siguientes:



Las arcillas poseen además otras propiedades como la plasticidad, que les permite ser moldeada de diversas formas, contracción tanto al secado natural y mediante la calcinación.

3.1.2. Usos.

La arcilla y los productos de la misma tienen una gran cantidad de usos. Se emplea la arcilla en cerámica, alfarería, materiales refractarios, materiales de construcción y otros usos. En cerámica la arcilla que mas empleo tiene es el caolín, para alfarería las que tienen una alta capacidad de moldeo mezclando arcillas plásticas con arcillas no plásticas, para materiales refractarios se necesita de arcillas que tengan

alto punto de fusión, para materiales de construcción generalmente se utiliza arcillas comunes.

Los grandes avances en los procesos y técnicas para la obtención de materiales cerámicos y sus aplicaciones, han conllevado al desarrollo de un grupo de cerámicas denominadas técnicas o tenaces.

Por sus excelentes propiedades mecánicas, ópticas, eléctricas, refractariedad y elevada resistencia a los agentes corrosivos, constituyen uno de los nuevos materiales que, a pesar de sus inconvenientes (fragilidad, dificultad de obtención de piezas complejas, difícil reproductibilidad, dificultad en unión de piezas, etc.), más se están desarrollando durante los últimos años, comenzando a sustituir a polímeros y metales en algunas aplicaciones.

Los materiales cerámicos han adquirido gran importancia en una variedad de aplicaciones industriales. Se destaca, por ejemplo su aplicación en el campo de los sensores o en el campo de la medicina, también como protectores de calor y aislantes eléctricos, imanes de ferrita para núcleos magnéticos de memoria, fibras ópticas de sílice para sistemas de telecomunicación, como combustible nuclear y para implantación de huesos⁸.

Entre las aplicaciones más importantes que se han introducido últimamente están las siguientes:

⁸ Arcillas y otros minerales Cerámicos. C. A. Parmalec

Recubrimientos cerámicos para mejorar la resistencia al desgaste y a la abrasión, Cerámicas reforzadas. Compuestos cerámicos electro conductores resistentes al calor y Materiales cerámicos con nuevas estructuras.

Los proyectos para aplicaciones futuras llevados a cabo en la actualidad por centros de investigación y empresas norteamericanas, alemanas, inglesas, japonesas y francesas, países con un gran desarrollo en esta temática, permitirá obtener resultados favorables en los siguientes aspectos:

Materiales compuestos, para reducción del peso de las cerámicas sin sacrificar su resistencia; Cerámica para alta temperatura Se están llevando a cabo estudios sobre una cerámica tenaz transformada que resulta lo suficientemente estable a elevadas temperaturas, para aplicarse en el desarrollo y construcción de cilindros para motores Diesel ligero, camisas de cilindros, cabezas de pistón, turbinas de gas adiabáticas y recuperadores e intercambiadores de calor.

Además se investiga cerámicas superplásticas. Al igual que ciertas aleaciones metálicas, ciertas cerámicas pueden conformarse y forjarse obteniéndose cerámicas estructurales con mejores propiedades mecánicas que las obtenidas por métodos convencionales.

En nuestro medio se puede manifestar que los principales usos a los que se destinan las arcillas, son la fabricación de cerámicas, alfarería y materiales de construcción, los cuales tienen una alta demanda de consumo interno.

CUADRO 7. CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE ARCILLA POR SU USO INDUSTRIAL

CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE ARCILLA POR SU USO INDUSTRIAL		
TIPO	EMPLEO PRINCIPAL	CARACTERÍSTICAS
Caolines	Loza, porcelana, fabricación de papel	Alto grado, grano fino, cocción en blanco
Arcilla de Porcelana		
Arcilla para Papel		
Arcilla Grasa	Loza, mezcla	Cocción en blanco
Arcilla Refractaria	Refractarios	Elevado contenido de Alúmina
Arcilla de Cacharrería	Cacharrería	Cocción intensa
Pavimentación y Conductos de desagüe	Baldosas, Tubos de desagüe	
Arcilla para ladrillos y Tejas	Ladrillos y Tejas	Arcillas Comunes
Bentonita	Fábricas de Hierro y Acero	
Tierra de Batanes	Filtrado	Absorción

Fuente: Yacimientos de rendimiento industrial. Alan M Bateman.

3.2. TRABAJOS DE CAMPO.

Los trabajos efectuados en esta etapa, comprendieron la representación topográfica del sector, la investigación geológica mediante el levantamiento geológico del área, y la recolección de las muestras de arcilla del sector, las mismas que fueron enviadas al laboratorio para los respectivos análisis. Los materiales y equipos se emplearon de acuerdo a las necesidades de la actividad realizada.

3.2.1. Levantamiento Topográfico.

El levantamiento topográfico realizado en el sector, fue de tipo altimétrico. Para el desarrollo del mismo, se procedió a tomar un punto inicial mediante un equipo, se procedió a tomar un punto inicial mediante un equipo de posicionamiento geográfico (GPS) para luego iniciar la toma de los puntos que permitan representar altimétricamente el área. Este trabajo se lo realizó con un teodolito. WILD T16,

mediante el método de toma de puntos. Las mediciones efectuadas se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 8. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SECTOR.

Mediciones					Coordenadas		
Puntos	D Inclinado	D Vertical	D. Horizont	Azimut	X	Y	Z
1	0°	0°	0°	0°	748 176	9 577 062	897. 46
2	94,00	+ 7° 17' 53"	93,23	337° 17' 8"	748 140	9 577 148	903. 48
3	105,40	+ 11° 40' 13"	103,22	324° 27' 45"	748 092	9 577 122	908. 38
4	91,74	+ 12° 50' 55"	89,44	243° 26' 6"	748 096	9 577 022	907. 04
5	97,54	+ 0° 57' 6"	97,53	195° 27' 40"	748 150	9 576 968	898. 20
6	102,26	- 4° 17' 4"	101,98	171° 56' 44"	748 082	9 576 892	894. 43
7	111,74	- 16° 39' 45"	107,05	221° 49' 13"	748 165	9 576 862	882. 30
8	68,28	- 5° 11' 34"	68,00	208° 04' 21"	748 133	9 576 802	879. 00
9	71,90	- 13° 12' 5"	70,00	180° 00' 00"	748 082	9 576 822	886. 65
10	79,57	- 5° 46' 17"	79,17	27° 51' 35"	748 213	9 577 132	893. 43
11	69,45	- 18° 46' 17"	65,76	118° 07' 25"	748 234	9 577 031	886. 52
12	97,90	- 20° 11' 42"	91,89	108° 47' 23"	748 237	9 576 939	881. 30
13	71,78	- 16° 37' 3"	68,79	110° 35' 42"	748 229	9 576 837	871. 97
14	70,48	- 0° 37' 4"	70,48	233° 25' 22"	748 025	9 576 780	885. 98
15	58,35	+ 20° 8' 57"	54,78	291° 24' 47"	748 031	9 576 912	904. 45
16	62,69	+ 18° 20' 2"	59,51	288° 00' 31"	748 039	9 576 040	926. 50
17	69,37	+ 17° 37' 12"	66,12	266° 31' 54"	748 030	9577 018	909. 48
18	70,89	- 12° 59' 8"	69,08	92° 49' 16"	748 269	9577 196	890. 68
19	69,35	- 6° 41' 26"	68,88	205° 49' 16"	748 001	9576 850	900. 50
20	66,67	- 17° 17' 37"	63,66	136° 16' 23"	748 094	9576 704	903. 82
21	104,40	- 19° 11' 30"	98,60	126° 10' 21"	748 316	9576 880	864. 00
22	79,05	- 14° 52' 48"	76,40	122° 16' 32"	748 264	9576 709	855. 65
23	78,66	- 6° 53' 31"	78,10	50° 11' 40"	748 200	9 577 200	898. 62
24	87,91	-18° 26' 6"	83,40	127° 41' 39"	748 200	9 576 750	865. 35
25	98,92	+3° 9' 8"	98,78	238° 55' 01"	748 050	9 576 750	881. 80
26	106,52	+14° 52' 58"	102,95	299° 03' 17"	748 050	9 577 200	929. 00
27	79,14	- 13° 2' 7"	77,10	87° 01' 35"	748 311	9576 035	876. 62

Elaborado por: El Autor

La representación gráfica de la superficie del sector, se presenta en el Plano Topográfico del Sector, elaborado a Escala 1:1000 (Ver topografía del sector de estudio Lamina 3).

PLANO TOPOGRAFICO

VER LAMINA TRES AUTOCAD

3.2.2. Levantamiento Geológico.

El levantamiento geológico realizado en el sector de investigación, confirma la investigación geológica regional y se complementa con la información establecida mediante el recorrido del sector, la quebrada de Yanzatza y zonas aledañas al área de estudio. Para la realización de este trabajo se utilizó el equipo necesario para la ubicación de datos recopilados en la base topográfica. La información recolectada se ha representado en la lámina N° 2

3.2.2.1 Levantamiento Geológico de las arcillas del sector

Las formaciones geológicas de carácter local dentro de las cuales se encuentra ubicada el área de estudio, corresponden a la formación Chapiza, la cual se caracteriza por su conformación de lutitas rojas y lavas, se localizan sobre la cota 1015 msnm sobre las cuales sobreyacen capas de arcilla, las mismas que se localizan desde este límite de roca dura correspondiente a areniscas, rocas graníticas en proceso de descomposición, hasta el nivel superficial. Hacia las partes más bajas del sector las capas de arcillas siguen en profundidad y en superficie dichas capas se limitan por la correspondiente cobertura vegetal y materiales orgánicos dispuestos en ella.

3.2.2.2 Mineralización del sector

3.2.2.2.1 Sector Norte y Este.

Las arcillas en sus afloramientos naturales, producidos debido a la cobertura vegetal escasa por actividades de tipo agrícola y apertura de

caminos, presentan una coloración roja y amarillo pardo. Estas presentan características físicas visuales que se pueden resumir en una suave textura al tacto y alta plasticidad. Estas arcillas se disponen estructuralmente y en función del relieve en capas de potencia que van desde 1.70 metros y 2.50 metros en sus afloramientos.

3.2.2.2 Sector Oeste y Sur.

Hacia la parte occidental, topográficamente de mayor altura, en las cuales el relieve es más inclinado o es más pronunciado las capas de arcilla disminuyen su potencia. Hacia la parte sur fuera del sector, acercándose hacia la quebrada de Yanzatza se ubican los lechos de esta quebrada compuestos de depósitos de materiales detríticos y en algunos lugares es posible observar rocas correspondientes a las formaciones geológicas de carácter regional (Areniscas, Granitos, y algunas Pizarras, además de Granodiorita).

3.2.2.3 Características Geológicas.

3.2.2.3.1 Estratificación.

El material se presenta en estratos de 1,7 m y 2.6 metros de potencia, con inclinaciones desde 10° y 15° que se modifican hasta los 22° y 30°. Los estratos subyacentes se conforman de lutitas y areniscas ligeramente plegadas en el orden de 0.3 metros. Los estratos de material importante disminuyen su potencia hacia el sector norte y noroeste en donde el terreno presenta una topografía más accidentada, aumentando en potencia hacia la parte Noreste, Sur y Suroeste hacia donde se ubica la presencia de estructuras de litología granítica.

3.2.2.3.2 Estructuras.

Pequeños pliegues son observables bajo las capas de arcilla limitadas por roca dura. Estas estructuras tienen un plegamiento comprendido entre 20 y 30 centímetros con orientación $N8^{\circ}W/48^{\circ}SW$, localizados en el sector oeste del sector. Algunos bloques de arenisca se localizan en la parte Suroccidental con orientación $S20^{\circ}E$ en sectores aledaños a la quebrada de Yanzatza.

3.2.2.3.3 Características Geológico-mineras.

La mineralización de interés, se encuentra distribuida superficialmente sobre un estrato intrusivo, conformado por una masa granítica la cual se confirma por la presencia de feldespatos en el material y el aumento de su tamaño en las capas subyacentes del cuerpo granítico. Los materiales de sobrecarga, son pequeños, conformado por materiales orgánicos, correspondientes a la capa de suelo.

Las capas más potentes del material se ubican desde la cota 925 msnm en descenso hacia la 810 msnm, en dirección oeste-este y noreste. Hacia las partes noroeste y suroeste las capas disminuyen su potencia así como la topografía se presenta inclinada.

Es la información obtenida a través del levantamiento geológico del sector de investigación y de sus alrededores.

3.2.3. Estudio de las Arcillas del Sector.

Una vez establecido mediante el levantamiento geológico los sectores de interés, se procedió a la exploración detallada y particularidades del cuerpo de arcillas, y poder evaluar sus características importantes como arcilla.

3.2.3.1. Documentación Geológica.

Para el desarrollo de la investigación puntual de las Arcillas del Sector “San Antonio – La Delicia”, fue necesario realizar la documentación del cuerpo mineral, actividad que se realizó mediante los laboreos de exploración aplicables al caso para así poder obtener la información geológica necesaria y zonificar las Arcillas del Sector.

3.2.3.1.1. Contorneo del cuerpo mineral de Arcillas.

La delimitación del cuerpo mineral, se realizó tomando en consideración la disposición de las capas de arcilla en el terreno, esto es capas de tipo superficial. En función de estas consideraciones se procedió a la elaboración de calicatas, mediante las cuales profundizar en el terreno, con el objeto de establecer los límites de las capas, la potencia y la variación de los tipos de material como también las rocas subyacentes a las capas y la potencia de la cobertura vegetal que sobreyace a la arcilla. Estas se ubicaron en el terreno, distribuyéndose abarcar la mayor superficie posible. El contorneo se visualiza gráficamente en la lámina N° 4.

**CONTORNEO DEL CUERPO
MINERAL**

VER HOJA AUTOCAD 2004

3.2.3.1.1.1. Laboreos de Exploración.

Las calicatas se realizaron tomando una distancia promedio de 75 metros, debido a que el material se encuentra dispuesto en forma masiva sobre el terreno y por presentarse yaciendo de forma regular, lo cual ha sido determinado por los afloramientos y que se ha permitido usar la red de baja densidad.

Para el contorneo se ubicó las calicatas de acuerdo a los afloramientos representativos (calicatas 1, 5, 6, 9). A partir de estos afloramientos desde donde se a empezado a limitar el cuerpo, se a realizado el desplazamiento ubicando calicatas hasta los puntos en que la topografía se presenta regular estableciéndose el contorno oeste del cuerpo (Calicatas 1, 2, 5, 7, 9).

La disposición de la malla se realizó partiendo desde el contorno oeste desplazándose en función de la pendiente, con una dirección 28 SE, con el objetivo de facilitar el descenso y ubicación topográfica de los laboreos y la obtención de calicatas alineadas de acuerdo a la morfología del terreno, pues no siempre e posible ubicar laboreos de acuerdo al Norte Geográfico dado que la variación de los cuerpos minerales en cuanto a su ubicación en la corteza terrestre es siempre frecuente, siendo la tarea de los trabajos de exploración acondicionar una forma geométrica a la cual adaptar la forma verdadera del cuerpo mineral. Los cortes de las calicatas se presentan en los esquemas (1 a 18).

De esta forma se desplace con los laboreos de exploración sobre la superficie del terreno, procurado abarcar la mayor superficie posible en función de los afloramientos naturales y los obtenidos por caminos y recorridos sobre el sector.

El número de calicatas realizados fue en total de 18 calicatas para delimitar todo el sector en sí y los dos cuerpos minerales existentes de arcillas, los que se ubicaron tomando en cuenta la topografía del terreno, relacionando también con la geomorfología del terreno comenzando en la misma forma desde las partes de mayor altitud y prosiguiendo hacia las partes más bajas para establecer de antemano los sectores de concentración de volúmenes de material, de igual forma se ha utilizado como apoyo los cortes de un camino de acceso realizados con maquinaria, lo cual permitió complementar la información establecida, cubriendo de esta forma la mayor superficie posible.

En cuanto a las dimensiones de las calicatas, estas se realizaron en función de la profundidad que fue necesario excavar, en vista de que a mayor profundidad se necesita de una mayor superficie para la excavación.

3.2.3.1.1.2 Descripción Geológica de las Calicatas.

La información geológica de los cortes obtenidos en los laboreos de exploración mediante los cuales se ha realizado el contorno, es la siguiente:

-En la Calicata N° 1, ubicada en el terreno por las coordenadas UTM (x, y, z) 748 050; 9 577 200 sobre los 929.00 metros sobre el nivel del mar, el corte geológico muestra una cobertura vegetal, se encuentra un estrato de Rocas Sedimentarias compuesto por Arcillas de color amarillo pardo, las cuales presentan una textura fina homogénea; la estructura es en forma de capa, la cual en

potencia tiene una longitud de 1.70 metros. La dureza del material es baja, considerando el desarrollo de la Calicata efectuada manualmente. Las rocas que subyacen al piso de la capa de Arcillas, se constituye de Areniscas mezcladas con arcillas .

-La Calicata N° 2, localizada en las coordenadas 748 147.5, 9 577 238 a una altura de 907.67 m.s.n.m en el corte muestra una cobertura vegetal de 0.05 metros de espesor. La capa de Arcilla es de coloración amarillo pardo y de granulometría fina homogénea con una potencia de 2.30 m. Las Rocas que se encuentran conformando el límite de las Arcillas por el piso son lutitas.

-La observación en la calicata N° 3, ubicada en las coordenadas 748 269, 9577196, 890.68 m.s.n.m; a través del corte es de una potencia de la capa de Arcillas de 1.80 m. El tipo de Arcillas es igual a la encontrada en los laboreos 1 y 2 con la diferencia de que las rocas que continúan bajo la capa de Arcilla son arcillas mezcladas con rocas graníticas. El espesor de la cobertura vegetal es de 0.12 m.

-La calicata N° 4, de coordenadas 748 311.5, 9577076 y 876.62 metros sobre el nivel del mar, a través del corte realizado, muestra una cubierta vegetal de 0.10 m de espesor. Seguida a esta se tiene la presencia de Arcillas con una potencia de la capa de 2.00 m. La textura de las Arcillas que conforman esta capa es fina, manteniendo su homogeneidad en el corte de calicata. El estrato de Rocas que prosigue a las Arcillas se compone de Arcillas de coloración pardo amarillo conteniendo pequeños clastos de granitos descompuestos.

-El corte geológico obtenido de la Calicata N° 5 consta de una cobertura vegetal de 0.15 m, el estrato bajo la cobertura se conforma de Arcillas rojas con una potencia de 1.90 m. La capa es homogénea, textura fina. Las rocas que se encuentran bajo la Arcilla son Areniscas mezcladas con arcillas. Las coordenadas de ubicación de este laboreo de exploración son 748 039, 9 577 040 a una altura de 926.5 metros sobre el nivel del mar.

-La calicata N° 6 en el corte permite observar un espesor de 0.15 m de cobertura vegetal conformada por suelo y materia orgánica en descomposición. Bajo ésta se encuentra Arcillas en una potencia de 2.5 metros, cuya textura es fina y media. La Arcilla de textura media se compone de pequeños granos de feldespatos, la medida de las mismas es de 2 y 4 milímetros. La potencia de la capa de arcilla es de 2.5 metros. Las rocas bajo el piso de las capas de Arcilla son Arcillas mezcladas con rocas graníticas disgregadas. La ubicación de esta calicata es 748256, 9577034 a 875.60 metros sobre el nivel del mar.

-El corte geológico de la Calicata N° 7, muestra una cobertura de materia orgánica de 0.20 m. de espesor. La capa de Arcilla bajo esta cobertura es de dos tipos, primeramente observándose arcillas de textura fina en un espesor de 2.00 m, de coloración rojiza, seguidas en profundidad se observa Arcillas de textura gruesa al tacto, conformadas por granos de feldespatos de 2 y 3 milímetros, las cuales tienen una potencia de 2.30 metros. Bajo estas capas se observa Areniscas silíceas mezcladas con arcilla, lo que podría resultar en que las arcillas en profundidad tengan mayor

granulometria. Las coordenadas de localización de 748 001, 9576850 con una altura de 900.5 metros sobre el nivel del mar.

-En la calicata N°8 ubicada en las coordenadas 748211, 9576751 a 863.60 metros sobre el nivel del mar, a través del corte realizado se a determinado un espesor de cobertura vegetal de 0.20 metros, conformada de materia vegetal. La Arcilla que se observa es similar a la del corte realizado en al calicata N° 7, esto es Arcillas de textura fina con un espesor de 1.90 m. bajo las cuales se ubica otra capa de Arcilla similar, cuya diferencia es el contenido de pequeños granos de feldespatos disgregados, esta capa tiene una potencia de 0.50 m. Bajo este estrato se observa arcillas. Las mismas se encuentran mezcladas con Areniscas de tamaño variable no determinado.

-En la calicata N°9 ubicada en las coordenadas 747994, 9 576 753, 866.5 (xyz); se observa una potencia de la capa de arcillas de 2.50 metros y un espesor de cobertura vegetal de 0.12 metros, la base de la calicata presenta rocas graníticas en descomposición.

-En la calicata N°10, cuyas coordenadas de ubicación son 748094, 9'576 704 y 903.82 (x,y,z), el corte efectuado a través de la misma muestra un espesor de 0.15 metros de cobertura vegetal, una capa de arcillas rojas con una potencia de 1.80 metros de textura fina y media, las rocas del substrato son arcillas de coloración pardo amarillo mezcladas con fragmentos de feldespatos disgregadas la separación de la arcilla es bien marcada por la coloración de los dos tipos, es decir.

-La calicata N° 11, ubicada en las coordenadas 748 096, 9577022 a una cota de 907.04 metros da como resultado de la observación del corte la delimitación de los dos sectores de diferente tipo de arcilla observado visualmente, señalando el límite de los dos sectores.

-La calicata N° 12, en su corte muestra una delgada cobertura vegetal de 0.08 metros. La capa de arcilla observada mide 2.40 metros, siendo la textura de la arcilla homogénea y de coloración pardo amarillenta

-La calicata N° 13, en su corte muestra una delgada cobertura vegetal de 0.08 metros. La capa de arcilla observada mide 2.40 metros, siendo la textura de la arcilla homogénea y de coloración rojiza, la misma se hall ubicada en los puntos 748316, 9576880, 864.

3.2.3.1.1.3. Superficie de las Arcillas del Sector “San Antonio – La Delicia”.

En función del contorneo de las Arcillas del Sector se procedió a la determinación de la superficie que abarca el cuerpo de Arcilla, esta se anota a continuación.

CUADRO 9. SUPERFICIE OBTENIDA DEL CONTORNEO DE LAS ARCILLAS DEL SECTOR.

Superficie obtenida mediante el contorneo de las Arcillas del Sector	139288.84 m ²
----------------------------------------------------------------------	--------------------------

Elaborado por: El Autor

3.2.3.2. Muestreo de las Arcillas del Sector.

El muestreo de las Arcillas del Sector “San Antonio – La Delicia”, se realizó con el objetivo de establecer los tipos de material en función de las características de la materia prima, tomando muestras para que estas sean sometidas posteriormente a los trabajos de Laboratorios. Para esto se ha seguido la metodología recomendada bibliográficamente para este tipo de minerales, aplicándola según las condiciones particulares del sector de investigación.

3.2.3.2.1. Métodos de Muestreo.

En relación al tipo de análisis para la determinación de las características que permitan evaluar a la materia prima mineral, según Vladimirovich e Arioza Iznaga , se pueden establecer los siguientes tipos de muestreo:

Muestreo Mineralógico.- Este tipo de muestreo está destinado a lograr la suficiente representación del cuerpo mineral en cuanto a su composición mineralógica, definiendo los minerales de los cuales está compuesto el material estudiado.

Muestreo Técnico.- El Muestreo técnico, permite la caracterización del cuerpo mineral en cuanto a propiedades físicas importantes para su explotación como la densidad, plasticidad, dureza, humedad, entre otras.

Muestreo Tecnológico.- Este tipo de muestreo sirve para determinar las propiedades particulares del material que conforma el cuerpo mineral en relación a el proceso de tratamiento para uno y otro uso industrial.

Las Arcillas, para su caracterización, necesitan ser analizados desde el punto de vista de su composición mineralógica, determinar sus aspectos físicos y además ser sometidas a pruebas mediante las cuales se caracteriza sus propiedades para uno u otro uso industrial.

De acuerdo a lo manifestado, se necesita que las muestras obtenidas permitan el estudio mineralógico, técnico y tecnológico de la materia prima, en función a esto la toma de muestras debe ser orientada para que satisfaga estos tres tipos de muestreos necesarios⁹.

3.2.3.2.2. Toma de Muestras.

Para lograr que las muestras obtenidas, representen al material y se pueda asegurar los tipos de muestreos que se a mencionado anteriormente, se necesita aplicar un método de toma de muestras, que represente al material en estos tipos de muestreo. De igual manera se debe considerar para la toma de muestras la

variabilidad natural de la arcilla, sumando a la representatividad que debe tener la muestra del cuerpo o de sus sectores particulares.⁹

Unos de los métodos que se puede aplicar para la toma de muestras en arcilla y mediante el cual representar el material es el método de surco, clasificado como un método lineal para toma de muestras en minerales blandos y el cual garantiza la muestra para su estudio mineralógico, técnico y tecnológico a nivel de laboratorio (Vladimirovich Lepin e Iznaga).

Para la toma de muestras en el sector de investigación se diferenció en base a las características macroscópicas del material los siguientes tipos:

- Arcillas de coloración rojiza, textura fina a media apreciable al tacto, las mismas que se observan en los laboreos de exploración N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12.

- Arcillas de textura fina homogénea, de yacencia uniforme, de coloración amarillenta, localizadas en los laboreos de exploración N° 7, 8, 9, 10, 13.

Aplicando el método de toma de muestras, se procedió a la realización de los surcos, los cuales fueron efectuados en sentido paralelo a la potencia del cuerpo mineral, el material fue enfundado y etiquetado con los datos correspondientes para su identificación. Los datos de la muestra se anotaron en la etiqueta de acuerdo al siguiente esquema mostrado a continuación:

⁹ Búsqueda, exploración y evaluación de yacimientos minerales sólidos. Oleg V Lepin, Arioza Iznaga José. Tomo I.

Tipo de Material: Arcillas.

Sector: 1 / 2 (De acuerdo a cada sector)

Recolector:(Nombre del recolector)

Nombre del sitio: (La delicia San Antonio. Cantón Yanzatza. Provincia Zamora Chinchipe.)

Cantidad: (en kg)

Estado de la Muestra: (Natural)

Tipo de Muestreo: (surco)

Fecha de Recolección:

3.2.3.2.3. Preparación de las Muestras.

En consideración al volumen de material obtenido en los trabajos de toma de muestras y los requerimientos del laboratorio, para los respectivos análisis y ensayos a efectuarse, se procedió a una reducción previa del material, mediante el método de cuarteo hasta obtener cantidades manejables y representativas de material¹⁰

3.3. Trabajos de Laboratorio.**3.3.1. Análisis de las Muestras.**

Las muestras obtenidas, se sometieron a los respectivos análisis y ensayo de laboratorio, en donde mediante instrumentos y materiales, se procedió a la determinación de las características y propiedades de las Arcillas del Sector de investigación.

Estos trabajos fueron realizados en la Universidad Central del Ecuador, en la ciudad de Quito y la Universidad Técnica Particular de Loja.

¹⁰ Curso sobre Exploración de Yacimientos minerales. León Oscar. UNL 1999

Los trabajos efectuados, comprendieron el Análisis Mineralógico, de Propiedades Físicas, Tecnológicas y Químicas, mediante los cuales zonificar a las arcillas del sector de investigación mediante la obtención de los parámetros necesarios que determinen el tipo de estas arcillas, sus propiedades y sus cualidades para los diferentes usos que se le da en la actualidad a la Arcilla a nivel Industrial.

3.3.1.1. Análisis Mineralógico.

Este análisis se lo realizó para la determinación de la composición mineralógica de las Arcillas, difícil debido a la gran variedad de arcillas. La determinación de la composición mineralógica de las arcillas, se la puede realizar a través de la difracción de rayos X, método mediante el cual a través de la difracción de rayos X se puede realizar la determinación cuantitativa de la proporción de cada mineral arcilloso en la muestra, así como también la estructura de los átomos en el cristal¹¹.

3.3.1.2. Análisis de Propiedades Físicas.

En estos análisis se realizó la determinación de granulometría, humedad, determinación de límites líquido, plástico e índice de plasticidad para los dos tipos de arcillas diferenciados.

La composición granulométrica consiste en la determinación de la diferencia del tamaño de las partículas que componen el material, permitiendo

¹¹ FIGEMPA. Instituto Superior de Investigaciones. UCE. Quito

conocer la magnitud cuantitativa de las fracciones, existiendo normativas para el efecto, entre las que mayormente se utilizan tenemos:

Normativa DIN (4022)

CUADRO 10 NORMATIVA DIN

Material	Tamaño (mm)
Arcillas	0,002
Limos (fino, medio, grueso)	>0,002 – 0,06
Arena (fina, media gruesa)	>0,06 - 2
Grava	>2

Normativa ASTM

CUADRO 11 NORMATIVA ASTM

Material	Tamaño (mm)
Arcilla	<0,005
Limo	>0,005 – 0,05
Arena (fina a gruesa)	>0,05 – 0,2
Grava	>2

En relación a estas normativas se establece para las arcillas una granulometría de 0,002 milímetros como promedio de acuerdo a la norma DIN (4022) y 0,005 según la norma ASTM.⁶

La humedad es la cantidad de agua que se encuentra en estado natural en el suelo y se puede determinar, tomando un volumen de muestra en estado natural, que es pesado y posteriormente sometido al secado a una temperatura de 110 grados centígrados. Luego se vuelve a pesar la muestra, y con los datos obtenidos se calcula el porcentaje de agua que tenía la muestra en su estado natural, mediante la fórmula¹²:

$$H = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100$$

donde:

H = humedad (en porcentaje)

m₁ = peso muestra en estado natural

m₂ = peso muestra luego del secado

3.3.1.3 Análisis de Propiedades Mecánicas

La arcilla, cuando se humedece con la cantidad adecuada de agua, , tiende a mantener cualquier forma .

Esta propiedad se conoce como plasticidad y es una de las principales cualidades del material que hace posible la fabricación de la infinita variedad de figuras de los objetos cerámicos.

La plasticidad se la puede establecer mediante los siguientes ensayos:

¹² Curso de Mecánica de Rocas. Figueroa L. UNL.2000

El límite plástico, es el límite en el cual la arcilla por su contenido de agua es capaz de ser plástica, o de deformarse ante un esfuerzo actuante sobre la masa.

Para su determinación se mide el porcentaje de agua añadido a una muestra seca hasta poder amasar un cilindro de 3 mm de diámetro sin romperse, el porcentaje de agua añadido es el límite de plasticidad¹¹.

El límite líquido, al igual que el límite plástico se da por el porcentaje de agua añadido para que la arcilla pase a un estado fluido¹¹.

El índice de plasticidad, se determina mediante la diferencia entre el límite líquido de la arcilla y su límite plástico¹¹. Expresado matemáticamente tenemos:

$$Ip = Ll - Lp$$

Donde:

Ip: índice de plasticidad (%)

Ll: límite líquido (%)

Lp: límite plástico (%)

La contracción natural, es el paso de la arcilla de su estado semisólido al estado sólido y se da por la comparación de las dimensiones de una arcilla dispuesta sobre un molde, previamente amasada con agua y las dimensiones que presenta la misma una vez que ha secado¹¹. La contracción se define mediante la expresión:

$$C = Ma - Mb$$

Donde:

C: contracción en %

Ma: medida del molde (en donde se a colocado la arcilla amasada)

Mb: medida moldeada contraída

3.3.1.4. Análisis de Propiedades Tecnológicas.

Son ensayos destinados para el caso particular de arcillas, mediante las cuales se puede caracterizar a una arcilla. Los análisis efectuados son los siguientes:

Contracción al secado por cocción.- Es la contracción presentada por la arcilla al ser sometida a alta temperatura¹¹.

Contracción total.- Es la contracción total que se presenta en la arcilla y que se puede determinar mediante la contracción natural y por cocción¹¹.

Coloración a la Quema.- Se determina el color que presenta la arcilla una vez que ha sido sometido a calcinación en horno de alta temperatura¹¹.

3.3.1.5 Análisis Químico

Este tipo de análisis se realizó para la determinación de los compuestos que conforman a las arcillas del sector de estudio en forma porcentual.

3.4 Interpretación de los Resultados de los Análisis y Ensayos Efectuados

Con el objeto de obtener los parámetros que permiten evaluar el material se realizó los trabajos de análisis y ensayos de laboratorio.

Una vez obtenido los resultados de los mismos, se ha realizado la comparación con los parámetros que se han podido recolectar de la bibliografía sobre Arcillas Industriales, pretendiendo evaluar la validez o no del material para su utilización, en la fabricación de materiales de Construcción.

3.4.1 Interpretación de Análisis Granulométrico

Mediante el análisis granulométrico efectuado a las muestras del material se ha obtenido resultados expuestos en los siguientes gráficos:

MUESTRA 1

VER CUADRO AUTOCAD

Interpretación:

De acuerdo al análisis granulométrico, la muestra 1 se encuentra bajo la curva patrón establecida para arcillas de fabricación de ladrillo y cerámica dura.

La curva de dicha muestra presenta una composición granulométrica con partículas de 2mm de tamaño en un 1%, de 0,425mm en un 3%, de 0,075mm en porcentaje del 71% y con 89% con partículas inferiores a 0,075mm, en función de lo cual el material se mantiene apto para este tipo de uso.

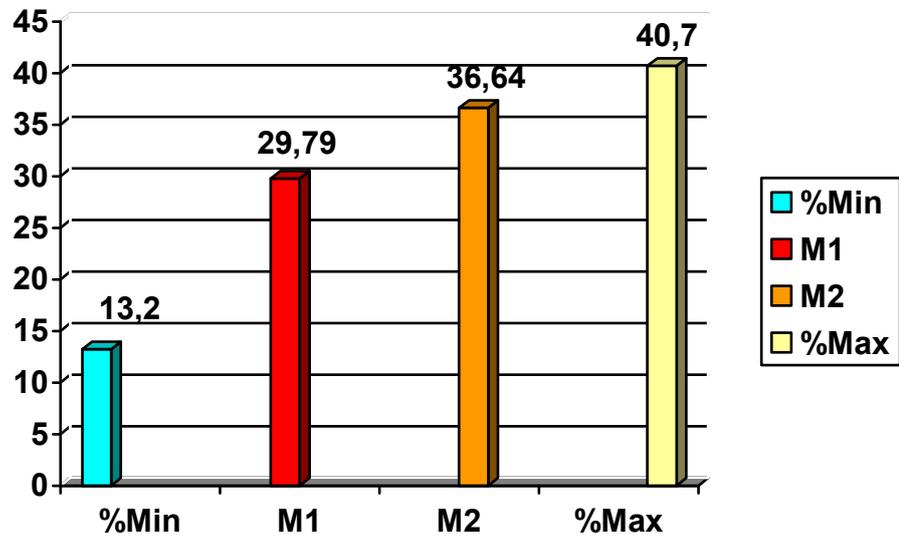
Comparando el resultado de la muestra 2 esta se encuentra bajo la curva patrón establecida para arcillas de fabricación de ladrillo y cerámica dura.

La curva de dicha muestra presenta una composición granulométrica con partículas de 2mm de tamaño en un 2%, de 0,425mm en un 9%, de 0,075mm en porcentaje del 25% y con 64% con partículas inferiores a 0,075mm, en función de lo cual el material se mantiene apto para este tipo de uso.

3.4.2 Interpretación del Análisis de Agua de Plasticidad (Límite Plástico)

El porcentaje de agua necesario para el obtener el punto de plasticidad en el material y su composición presente en el siguiente barra de plasticidad:

BARRA 1. PORCENTAJE DE AGUA DE PLASTICIDAD PARA FABRICACIÓN DE LADRILLO



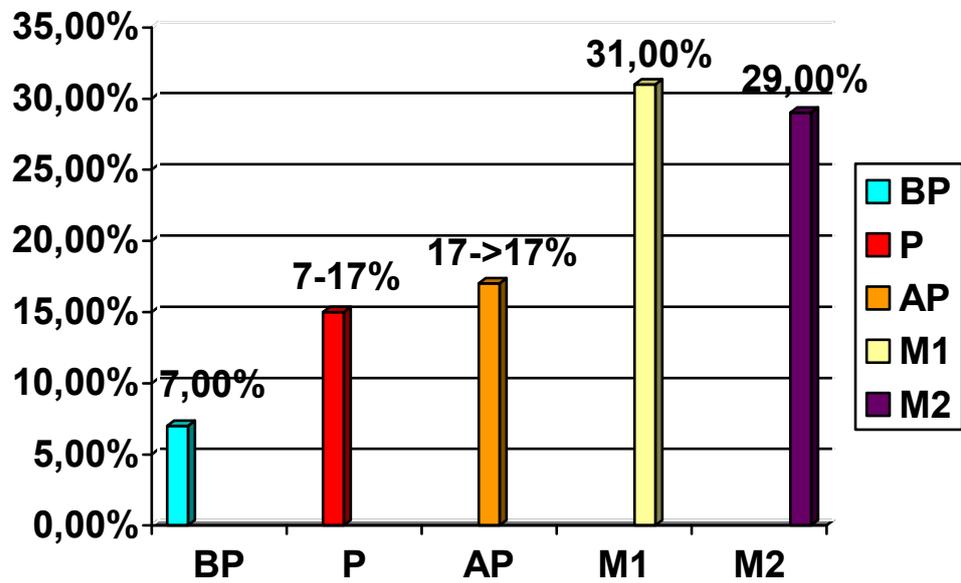
Interpretación:

En la gráfica se puede observar que los porcentajes de agua necesarios para alcanzar la plasticidad del material óptima máxima y mínima, las cuales son del 40.70% y el 13.20% respectivamente. La muestra 1 presenta un índice del 29.79% y la muestra 2 un 36.64%, por lo que se puede manifestar que las dos muestras se ubican dentro de los rangos establecidos.

3.4.3 Interpretación de la Determinación del Índice de Plasticidad

La determinación del índice de plasticidad por las muestras de material analizadas se observa en la siguiente gráfica:

BARRA 2. INDICES DE PLASTICIDAD DE ARCILLAS PARA FABRICACIÓN DE LADRILLO



Interpretación:

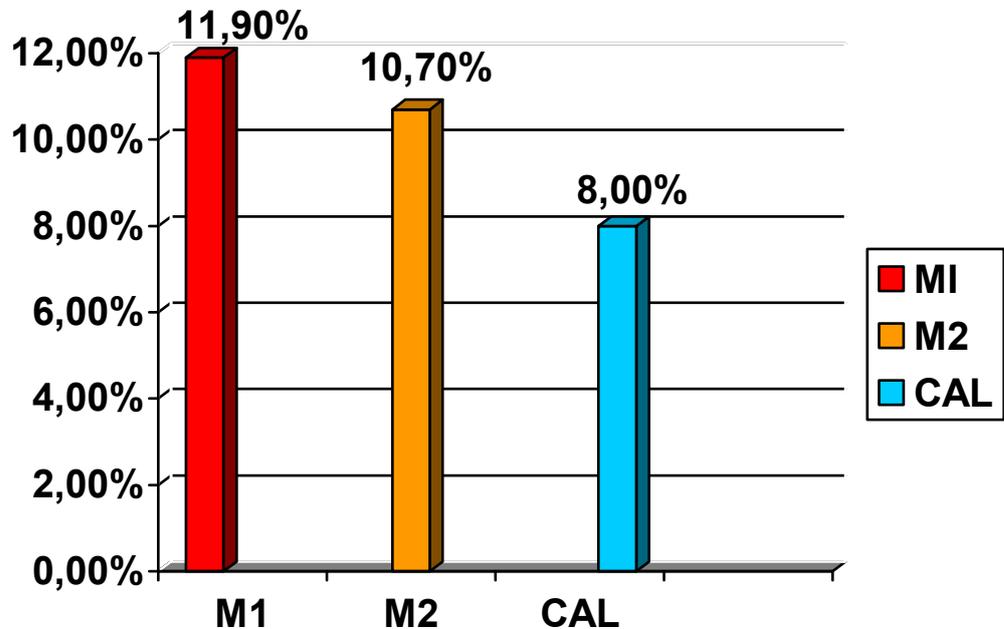
Los índices de Plasticidad que se han recopilado, clasifican a los diferentes tipos de arcillas dentro de los siguientes rangos:

Arcillas de baja Plasticidad con un índice de 0 a 7, arcillas plásticas con un índice de plasticidad de 7 a 17 y arcillas de alta plasticidad con un índice superior a 17. En relación con las muestras analizadas, la muestra 2 da como resultado un índice de 29.

De esta manera se deduce que las arcillas del sector por los índices establecidos son arcillas de elevada plasticidad.

3.4.4 Interpretación de los Ensayos de Contracción del material mediante secado natural y por cocción.

BARRA 3. CONTRACCIÓN DURANTE SECADO NATURAL



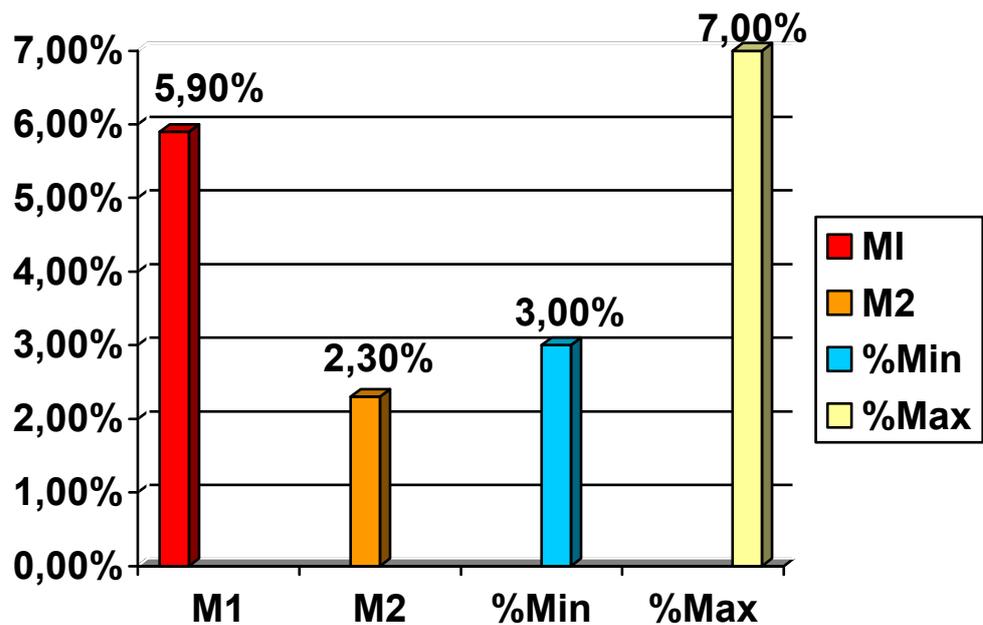
Interpretación:

La observación del gráfico, detalla una contracción por secado al natural de 11.9% para la muestra 1 y de 10.7% para la muestra 2.

Así también se ha graficado el porcentaje establecido como patrón, el cual es del 8% para arcillas de alta plasticidad, independientemente del uso al que se destine el material, aunque este se halla establecido para arcillas empleadas en la fabricación de materiales de construcción. Realizando la comparación se observa un exceso del 3.9% para la muestra 1 y del 2.7% para la muestra 2, a partir de lo establecido. Esto se explica por cuanto las arcillas de alta plasticidad contraen en un mayor

porcentaje a las arcillas de plasticidad media, lo cual se puede controlar con ayuda de materiales desgrasantes, se deduce entonces la necesidad de adición de estos materiales para obtener las condiciones óptimas.

BARRA 4. CONTRACCIÓN DURANTE SECADO POR COCCIÓN



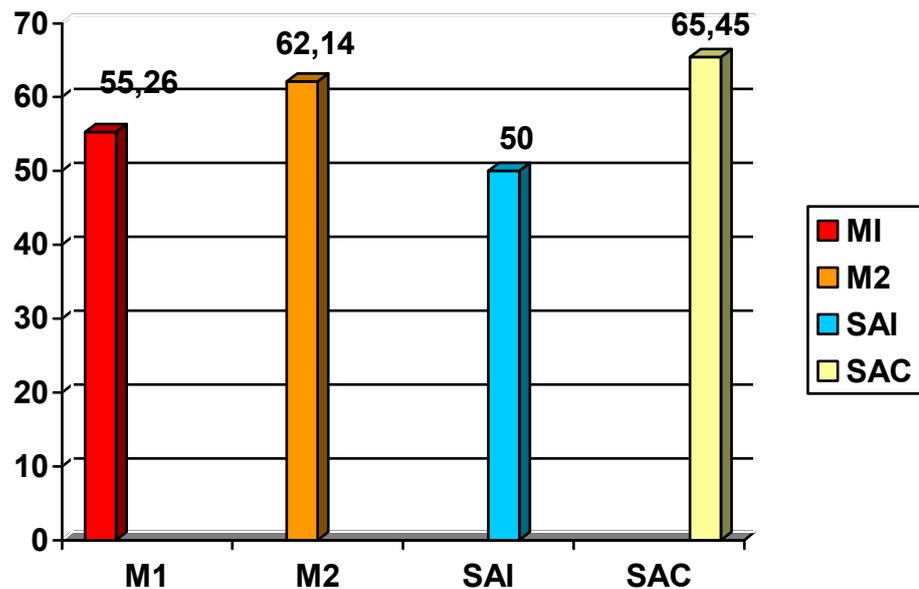
Interpretación:

El análisis de contracción por cocción da como resultado para la muestra 1 de un porcentaje de contracción del 5.9%, mientras que la muestra 2 da como resultado un porcentaje de contracción al quemado del 2.3%. Los patrones que se han podido establecer para la fabricación de materiales de construcción se enmarcan en porcentajes del 3% hasta un 7% como máximo. De acuerdo a esto el material tanto de la muestra 1 como de la muestra 2 estarían enmarcados en los rangos óptimos.

3.4.5 Interpretación de los Resultados del Análisis de Composición Química

El análisis químico efectuado se ha realizado para la determinación de Oxidos de Sílice, Oxidos de Aluminio y Oxidos de Hierro. El análisis de carbonatos calcio fue omitido por cuanto al someterse a una prueba rápida al material, mediante la adición de Acido Clorhídrico no se obtuvo ninguna reacción descartándose la presencia de carbonatos en el material. Las siguientes gráficas muestran los resultados obtenidos.

BARRA 5. CONTENIDO DE ÓXIDOS DE SÍLICE

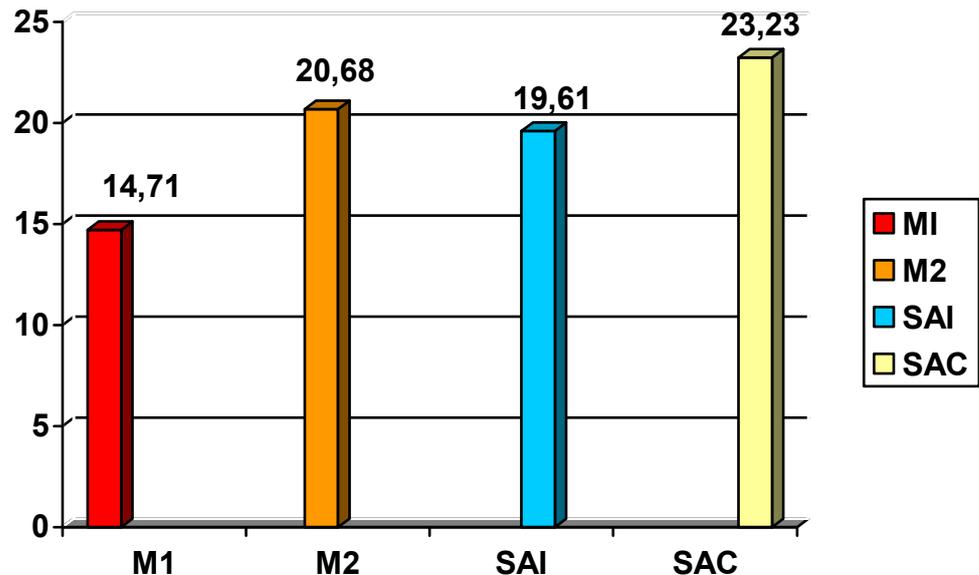


Interpretación:

Como se observa en la gráfica se ha establecido dos rangos de comparación, el primero para arcillas industriales 50% y el segundo para arcillas caolínicas 65.45%. Los resultados obtenidos muestran un contenido de óxidos de sílice

del 55.26% para la muestra 1 y de 62.14% para la muestra 2. Esto lleva a deducir que los porcentajes están comprendidos dentro de los rangos establecidos por la industria.

BARRA 6. CONTENIDO DE ÓXIDOS DE ALUMINIO



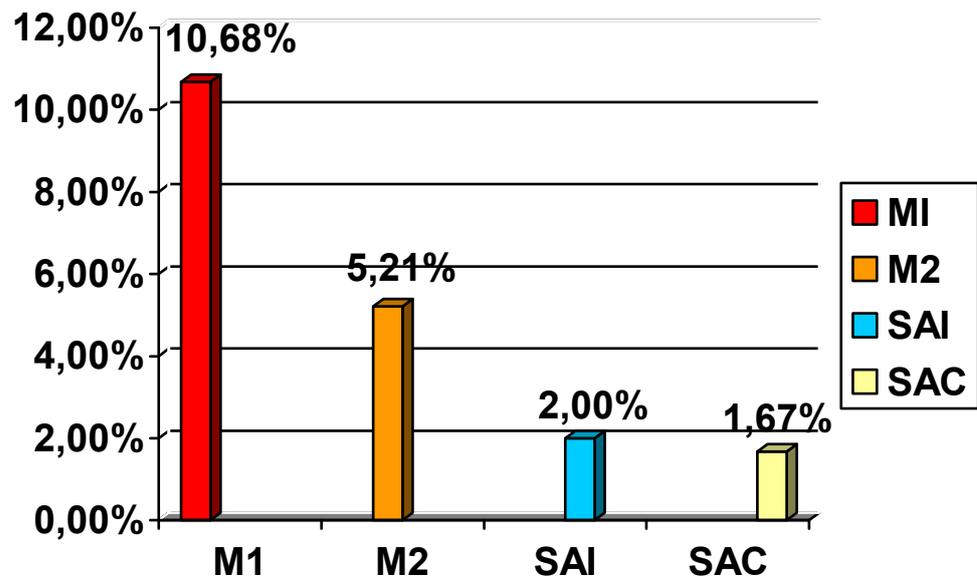
Interpretación:

El contenido de óxidos de Aluminio determinado se observa en el gráfico, siendo para la muestra 1 de un valor de 14.71% y para la muestra 2 del 20.68%. Los requerimientos a nivel industrial requiere de porcentajes comprendidos entre 19.61% para arcillas industriales y del 23.23% para arcillas caolínicas.

Basándose en la comparación, se observa que la muestra 1 no se encontraría entre el rango establecido, lo que la fabricación de materiales de construcción

no requiere un porcentaje demasiado alto. Con respecto a la muestra 2 los resultados se establecen dentro del patrón establecido.

BARRA 7. CONTENIDO DE ÓXIDOS DE HIERRO



Interpretación:

Mediante el análisis de Oxidos de Hierro, se ha obtenido para la muestra 1 un porcentaje del 10.68% y para la muestra 2 un 5.21%. En comparación con los estándares establecidos, representados en la gráfica se observa que las muestras analizadas presentan porcentajes más elevados, lo que explica la coloración roja y anaranjada del material naturalmente y sometida a acción. Estos porcentajes harían la arcilla no válida para la utilización industrial por la coloración roja intensa que los óxidos de hierro dan al material, pero que para la fabricación de materiales de construcción es permitida, pudiendo ser útil desde este punto de vista.

3.5 Zonificación de las Arcillas del Sector “La Delicia-San Antonio”.

La distinción de las clases de materias primas minerales, dentro de un mismo cuerpo mineral obtenida mediante la observación de las características que se presentan en conjunto y en sus diferentes sectores, conllevan la división en zonas de el cuerpo o deposito mineral.

Para el presente caso de estudio de Arcillas la división del cuerpo mineral en zonas, diferenciadas por sus características como coloración natural, plasticidad observable de la arcilla en sus afloramientos naturales, en un primer recorrido del sector, así como la observación de estas características conjuntamente con la distribución en superficie, obtenida mediante los laboreos de exploración, se consideró establecer dos sectores dentro del cuerpo mineral que se describen a continuación:

Zona 1, ubicada y delimitada mediante las calicatas N° 1, 2, 3, 4, 6, 12 y conformada de arcillas de coloración amarillenta, de considerable plasticidad, presentándose más compacta. Esta zona ocupa una superficie de 91739.38 metros cuadrados del cuerpo total delimitado. De acuerdo a los análisis del laboratorio efectuados, el material presenta las siguientes características:

- Composición granulométrica inferior a 0,005 mm en un 75 %.
- Una humedad del 29.68 %.
- Índice de plasticidad de 29.

La clasificación del material lo cataloga como arcillas de elevada plasticidad. De acuerdo a la composición mineralógica el material se conforma en un 16.67% de montmorillonita y un 83.33% de feldespatos potásicos.

La composición química establecida da un resultado de óxidos de sílice en un 62.14 %, óxidos de hierro en un 5.21% y óxidos de aluminio en un 10.68%. El material una vez sometido a cocción presento una coloración anaranjado pálido con una contracción del 13%.

Zona 2, ubicada y delimitada mediante las calicatas N° 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13. y conformada de arcillas de coloración rojo anaranjado, plástica, suave al tacto, las mismas que se encuentran ocupando una superficie de 47549.46 metros cuadrados del cuerpo delimitado.

De acuerdo a los análisis del laboratorio efectuados, el material presenta las siguientes características:

- Composición granulométrica inferior a 0,005 mm en un 93 %.
- Una humedad del 42,52 %.
- Índice de plasticidad de 31.

La clasificación del material lo cataloga como arcillas de elevada compresibilidad. De acuerdo a la composición mineralógica el material se conforma en un 25.86% de montmorillonita y un 74.13% de feldespatos potásicos.

La composición química establecida da un resultado de óxidos de sílice en un 65.26 %, óxidos de hierro en un 10.68 % y óxidos de aluminio en un 14.71%. El material una vez sometido a cocción presento una coloración rojo ladrillo con una contracción del 17%.

Se considera como favorables estas dos zonas, dados los resultados de los análisis y ensayos realizados, así como las condiciones de yacencia y disposición del material. Evaluando estos trabajos analíticos y geológicos, se ha determinado las áreas más favorables, tanto en calidad de material para fabricar materiales de construcción y su geometría preliminar para explotación.

La caracterización de las arcillas del sector en función de las zonas establecidas, complementa a esta zonificación; la misma se tratará en el capítulo VI.

En función a estos dos tipos de arcillas, que se han diferenciado en el sector en estudio se ha desarrollado la zonificación del sector, representada gráficamente en la lámina número 5.

3.6 Conclusiones.

Al final de este capítulo se puede concluir lo siguiente:

- La mineralización de interés se ubica a nivel superficial. Las capas de arcilla presentan características físicas visuales que permiten una diferenciación preliminar en arcillas de coloración roja y pardo amarillentas.
- La profundidad de las capas va desde los 1.70m y 2.70m. Las mismas aumentan su potencia desde las partes en que topográficamente presentan mayor cota hacia los sectores en donde el terreno disminuye en altura.
- Mediante el contorno efectuado se delimitó un área de 139.288 m² que constituye el área ocupada por el cuerpo mineral.
- Los trabajos de laboratorio permitieron obtener parámetros cuantitativos así como apreciaciones cualitativas del material. Estos trabajos se realizaron para muestras de cada sector zonificado preliminarmente mediante sus características naturales.
- Relacionando la división preliminar del cuerpo y los resultados del laboratorio se ha establecido dos zonas y las cuales de acuerdo al empleo proyectado que tendrá el material se han considerado como favorables.

CUADRO N 12

CAPITULO IV

CALCULO DE RESERVAS.

4.1. Bases del Cálculo de Reservas

4.1.1 Clasificación.

El calculo de reservas, se establece como la cuantificación de los volúmenes de minerales existentes, cuantificación que según el grado de investigación de la exploración del objeto geológico se ha clasificado del siguiente modo:

- Reservas Probadas

- Reservas Probadas

- Reservas Posibles

Las reservas probadas, son el tipo de reservas, que en función de el estudio detallado del objeto geológico tanto en sus condiciones geólogo – industriales como minero técnicas permiten concebir planes de inversión de capitales para la explotación. Estas reservas se clasifican también como reservas de tipo A, medidas o seguras.

Las reservas probables, son del tipo, en las cuales los volúmenes de mineral útil estudiado, difieren de las de categoría probada, por el grado de estudio del

objeto especialmente la densidad de la red de los trabajos de exploración, lo cual influye en los volúmenes determinados. A este tipo de reservas se las conoce también como reservas de tipo B, o también Reservas deducidas y sirven para respaldar los proyectos de inversiones.

Las reservas posibles, son las calculadas en base a trabajos de exploración de menor grado de estudio, los cuales se generalizan para el área de estudio, en cuanto a las condiciones geológicas industriales. Sirven como una base para la determinación mas detallada de las reservas y se denominan también reservas de tipo C y supuestas.¹³

4.1.2 Métodos de Cálculo.

Los métodos de cálculo de reservas que se han establecido, son métodos para diferentes tipos de yacimientos minerales. Entre los métodos más conocidos en la literatura del cálculo de reservas¹³ tenemos:

- Método del Promedio Aritmético
- Método de Bloques Geológicos
- Métodos de Bloques de Explotación
- Método de Secciones
- Método de Isolíneas
- Método de Regiones Próximas
- Método de Triángulos
- Método Estadístico

¹³ Búsqueda exploración y evaluación de yacimientos minerales sólidos. Oleg V Lepin, Arioza Iznaga José. Tomo II, Cálculo de reservas.

Estos son los métodos de cálculo más difundidos, los cuales son aplicables para uno u otro caso. Por tal circunstancia se ha considerado hacer una selección del método mas apropiado, en este caso, el cálculo de reservas de arcillas.

4.1.3 Elección del Método de Cálculo de Reservas.

Para la elección del método de cálculo de reservas, se ha considerado las particularidades de cada método en concreto, y la viabilidad o no de su aplicación al caso, en relación a esto se debe puntualizar las condiciones de aplicación de los métodos mencionados a continuación:

CUADRO 13.MÉTODOS DE CÁLCULO DE RESERVAS Y APLICACIONES.

Método	Aplicación/uso de mas aplicación
<i>M. del Promedio Aritmético</i>	Para determinación de reservas en cuerpos meníferos en estadios iniciales de estudio.
<i>M. de Bloques Geológicos</i>	Para calculo de reservas en materiales meníferos, no meníferos y combustibles en un alto rango de aplicación.
<i>M. de Bloques de Explotación</i>	Para medición de reservas de minerales a explotarse por métodos de explotación subterráneos.
<i>M. de Secciones o Perfiles</i>	Aplicable al cálculo de Reservas de Minerales Útiles meníferos y no meníferos de morfología compleja.
<i>M. de Isolíneas</i>	Aplicación para el cálculo de reservas de cuerpos minerales en forma de capas meníferos o no meníferos.
<i>M de Cuadrícula</i>	Para el calculo de reservas, en donde se necesita cuantificar la mineralización de materiales dispuestos en masa en forma rápida y aproximada para minerales no metálicos
<i>M. de regiones Próximas</i>	Método de aplicación para el cálculo de reservas de materiales meníferos. Poca aplicación actualmente.
<i>M. de Triángulos</i>	Método de cálculo de reservas auxiliar o de comprobación.
<i>M. Estadístico</i>	Para cálculo de Reservas en menas irregulares y extremadamente irregulares en donde el mineral útil varía considerablemente.

Fuente: (Condensado de Búsqueda y Exploración de Yacimientos de Minerales Sólidos I. O. V. Lepin, J. Arioza Iznaga)

Para el caso puntual de Cálculo de Reservas en arcillas, se ha considerado analizar las características más importantes del cuerpo mineral, y relacionando con el cuadro anterior establecer el método y la secuencia de cálculos a seguir en la cuantificación de reservas. Las características son los parámetros geológico – industriales que se han establecido en los trabajos de exploración y que se detallan a continuación:

CUADRO 14. CARACTERÍSTICAS DEL CUERPO MINERAL

Condiciones de Yacencia: A nivel superficial
Morfología: Regular, con pendientes suaves y medias entre 8 y 10 grados y 12 a 18 grados respectivamente.
Tipo de Mineralización: No Metálica
Estructura: En forma de capas
Tipo de material a cuantificar: Arcillas
Clases o zonas de material: dos clases

Comparando el cuadro No 12 con las características obtenidas, se puede hacer una relación y mediante esta seleccionar los métodos más viables, de la siguiente manera:

CUADRO 15. SELECCIÓN DEL MÉTODO

MÉTODO	S	NS	JUSTIFICACIÓN
<i>M. del Promedio Aritmético</i>		X	Obtención de reservas de categoría B o C .Cuerpos Meniferos.
<i>M. de Bloques Geológicos</i>		X	Obtención de reservas probadas, cualquier tipo de mineralización, morfología. Selectivo en tipos y clases de materia prima mineral metálica.
<i>M. de Bloques de Explotación.</i>		X	M. aplicable para cuerpos minerales en profundidad, que se explotaran subterráneamente.
<i>M. de Secciones o Perfiles Verticales</i>	X		Aplicación de mejor resultado en cuerpos superficiales Es selectivo en clases de material.
<i>M. de la cuadrícula</i>	X		Método aplicable para el cálculo de reservas mediante el establecimiento de una cuadrícula de área definida. Aplicable al calculo de reservas de cuerpos minerales masivos
<i>M. de Isolíneas</i>		X	Aplicable para el cálculo de reservas de minerales dispuestos en capas totalmente horizontales y de sobrecargas superficiales.
<i>M. de regiones Próximas</i>		X	M. para mineralización metálica, poco uso actual.
<i>M. de Triángulos</i>		X	Utilizable como método de comprobación para minerales meniferos. Poca utilización.
<i>M. Estadístico</i>		X	Aplicación a menas de distribución irregular

S: seleccionado, **NS:** no seleccionado

De la comparación realizada se han establecido dos alternativas, el método de la cuadrícula y el método de Perfiles, los cuales se presentan como los más viables desde el punto de vista teórico y práctico para este tipo del cálculo de reservas. De estos dos métodos se puede hacer una comparación nuevamente, para analizar las ventajas de cada método y realizar la selección definitiva de la metodología a emplear. De esta forma tenemos:

Método de Cuadrícula:

Esta metodología opera mediante una cuadrícula de área definida que simplifica la superficie dentro de los contornos del cuerpo mineral explorado obteniéndose una cuadrícula conformada por cuadros completos e incompletos en los sectores por donde limita el contorno enteros entre si y los cuadros incompletos en igual forma con la diferencia que estos son tomados como la mitad de un cuadro entero para lo cual se divide para dos: sumándole total de cuadros obtenidos se multiplica por el área definida que contiene un cuadro completo.

El resultado es multiplicado por la potencia promedio obtenida en los laboreos de exploración, calculando de esta forma el volumen de material contenido. Esta metodología se presenta para la evaluación preliminar de reservas y en igual forma para el análisis de los resultados obtenidos por otros métodos.

Método de Perfiles:

Método para el cálculo de reservas de minerales meníferos, no meníferos y de cualquier morfología, en el cual se contornea al cuerpo en planos (proyección horizontal) y perfiles (cortes verticales del cuerpo), reemplazando la forma del cuerpo

con figuras geométricas sencillas, utilizando para la cuantificación, el área del cuerpo en cada perfil y la distancia entre las secciones.¹³

Estos métodos que se han establecido como óptimos para realizar el cálculo de reservas probadas en arcillas y que presentan más aplicabilidad para el caso por la razón de que se pueden relacionar con los datos obtenidos en los trabajos de exploración, es decir se han obtenido mediciones necesarias para cada metodología en el campo que permiten obtener representaciones graficas verticales, para ser usadas como perfiles y la representación de la superficie topográficamente y mediante los datos de exploración realizar la cuantificación .

De los dos métodos el que más sencillez presenta para el cálculo de reservas es el método de Cuadrícula, puesto que la graficación es mas simple que en el método de Perfiles, por cuanto se escoge a la metodología de la Cuadrícula como método preliminar y como más óptimo para la cuantificación de las reservas de las arcillas del sector el método de perfiles.

4.2 Cálculo de Reservas

4.2.1 Aplicación de la Metodología.

Realizada la elección de la metodología, se ha procedido a la recopilación de datos y la elaboración mediante estos de los respectivos perfiles geológicos del cuerpo. Estos son: la superficie de los perfiles, potencia del cuerpo en los laboreos de exploración, así como la superficie ocupada por el cuerpo mineral y sus sectores o zonas delimitadas en los trabajos de exploración.

Área del cuerpo mineral.

En la realización de los trabajos explorativos se obtuvo el contorno del depósito en superficie, mediante la obtención de sus coordenadas de ubicación, las cuales al ser ubicadas en el plano topográfico permiten medir el área delimitada.

Mediante esta determinación se obtuvo la superficie del cuerpo mineral, dada a continuación en el siguiente cuadro:

CUADRO 16. SUPERFICIE DEL CUERPO MINERAL POR ZONAS.

Superficie del cuerpo de arcillas	m²
Zona 1	47549.46
Zona 2	91739.38
Superficie total	139288.84

Potencia del cuerpo mineral.

La potencia del depósito de arcillas obtenida a través de los datos tomados en la realización de los laboreos de exploración es individualmente para cada uno la siguiente:

CUADRO 17. POTENCIAS DE LABOREOS DE EXPLORACIÓN

Potencia de los laboreos de exploración	Profundidad (m)
Calicata 1	1.7
Calicata 2	2.3
Calicata 3	1.8
Calicata 4	2.0
Calicata 5	1.9
Calicata 6	2.5
Calicata 7	2.3
Calicata 8	2.4
Calicata 9	2.5
Calicata 10	1.8
Calicata 11	2.3
Calicata 12	2.4
Calicata 13	2.4
Calicata 14	2.6
Calicata 15	2.5
Calicata 16	2.6
Calicata 17	2.6
Calicata 18	2.5
Potencia Media	2.28

4.2.2 Cálculo de Reservas mediante el Método de la Cuadrícula

Para el cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$RMc = (CC + CI/2) * AC * PM$$

Donde:

RMc = Reservas calculadas por este método

CC = Numero de cuadros completos

CI = Numero de cuadros incompletos

AC = Área de la cuadrícula

PM = Potencia media de los laboreos de exploración

Nota: El cálculo de cuadros completos e incompletos ha sido obviado por razón de que ya se encuentra calculada la superficie del cuerpo, por lo que basta multiplicar estos valores por la potencia media del cuerpo.

Realizando la aplicación de esta metodología, se ha obtenido el siguiente valor de reservas:

CUADRO 18: RESERVAS CALCULADAS POR EL METODO DE LA CUADRICULA

RESERVAS CALCULADAS POR EL METODO DE LA CUADRICULA	
ZONA	VOLUMEN OBTENIDO
Zona 1	108 412.80 m ³
Zona 2	209 165.80 m ³
TOTAL	317 578.60 m

4.2.3 Cálculo de Reservas mediante el Método de Perfiles Verticales

Para el cálculo de reservas mediante este método se ha graficado los perfiles correspondientes, los cuales se observan en el plano de perfiles verticales del cuerpo mineral. En función al área determinada en cada corte y la distancia entre los mismos se ha obtenido las reservas probadas del cuerpo mineral.

4.2.3.1 Áreas de los perfiles verticales del cuerpo mineral

Corte A-A

Area obtenida:

421.89 m²

Corte B-B

Area obtenida:

599.60 m²

Corte C-C

Area obtenida:

548.54 m²**Corte D-D**

Area obtenida:

502.40 m²**Corte E-E**

Area obtenida:

256.00 m²

Relacionando la forma de las secciones, las cuales son semejantes entre si, se sustituye el cuerpo real del cuerpo por un trapecoide cuyo volumen se calcula por la siguiente fórmula:

$$V_{A-B} = \frac{S_A + S_B}{2} * L$$

Donde:

S_A = Area del perfil A

S_B = Area del Perfil B

L = Distancia entre los perfiles

4.2.3.2 Distancias entre perfiles y cálculo de volúmenes

De acuerdo a la metodología se procede a calcular las reservas para los sectores a continuación:

Zona 1:**Cortes A-A, B-B**

Distancia entre cortes:

77.34 m²

Volumen calculado:

39501.211 m³**Total zona 1: 39501.211 m³****Zona 2:****Cortes B-B,C-C**

Distancia entre cortes:

175.21 m²

Volumen calculado:

100583.24 m³**Cortes C-C, D-D**

Distancia entre cortes:

161.93 m²

Volumen calculado:

85089.35 m³**Cortes D-D,E-E**

Distancia entre cortes:

91.86m²

Volumen calculado:

34833.31 m³

Total zona 2: 220505.899m³

CUADRO 19: RESERVAS CALCULADAS POR EL MÉTODO DE PERFILES

VOLUMENES CALCULADOS POR EL METODO DE PERFILES	
ZONA	VOLUMEN
Zona 1	39 501.211 m ³
Zona 2	220 505.899 m ³
TOTAL	260 007.11 m³

Elaborado: El autor

La disposición de los cortes en superficie y ls gráficos de los cortes verticales se presentan en las laminas 6,7,y 8.

4.2.3.3 Selección de Reservas Calculadas.

Una vez obtenido el volumen de reservas por las metodologías empleadas, se a realizado un análisis para la elección de las reservas más confiables, los valores obtenidos por las metodologías empleadas se presentan en la siguiente tabla:

CUADRO 20. RESULTADO DEL CÁLCULO DE RESERVAS

RESULTADO DEL CÁLCULO DE RESERVAS	
MÉTODO DE CÁLCULO	RESERVAS CALCULADAS
M. de Cuadrícula	317578.60 m ³
M. de Perfiles V.	260007.11 m ³

Elaborado: El autor

Como se puede observar las reservas calculadas difieren en el resultado. El método de cuadrícula difiere en el resultado con el método de perfiles en el orden del 18%. Esto se debe a que el método de cuadrícula es un método de evaluación rápida y cuyos resultados son en algún porcentaje sobre valorados, aunque no por ello se considera un método inexacto.

En el presente caso considerando que el método de perfiles es un método más confiable según lo establecido en la literatura de referencia y por la categoría de reservas al calcular los cuales son de tipo probada se escoge el valor obtenido por el método de Perfiles Verticales.

4.2.3.4 Reservas Explotables.

Una vez obtenido el valor de reservas probadas, se calcula el valor de reservas explotables, las cuales son las reservas explotables en sí por el sistema de explotación a implementar.

La reducción de las Reservas calculadas toma en consideración un porcentaje de disminución por Pérdidas y Diluciones.

Para el presente caso, se ha considerado un porcentaje de pérdidas del 6% dado en función de variación de las condiciones topográficas, construcción de taludes en los contornos de la cantera y variación de los valores de cálculo en uno u otro sector del cuerpo mineral.

El porcentaje de diluciones se ha fijado en un 2%, considerando este bajo porcentaje por cuanto las condiciones del material son homogéneas dentro del cuerpo y las zonas delimitadas. En todo caso la presencia de fragmentos rocosos mezclados en el material, obliga a asignar un porcentaje para diluciones.

De esta forma se procede a calcular las Reservas Explotables del Cuerpo, mediante las siguientes expresiones matemáticas:

- **$RE = R \text{ pérdidas} + [R \text{ Probadas } (\% \text{ dilución})]$**
- **$R \text{ Pérdidas} = R \text{ Probadas} - [R \text{ Probadas } (\% \text{ pérdidas})]$**

Donde:

RE = Reservas Explotables

R Probadas = Reservas Probadas

R perdidas = Reservas por perdidas

% perdidas = Porcentaje de Perdidas (6%)

% dilución = Porcentaje de Dilución (2%)

Así se obtiene:

R Perdidas = 244406.70 m³

RE = 249606.84 m³

Expresado en Toneladas:

Para la obtención de las reservas en toneladas se multiplica los volúmenes obtenidos por el peso volumétrico del material, el cual es de 1.54 obteniéndose el siguiente valor en toneladas de material.

RE = 384395 toneladas

Los cuales se constituyen como las reservas de material que se ha calculado para las dos zonas establecidas en el sector y que conjuntamente se consideran el total calculado de reservas probadas material.

4.3 Conclusiones.

- La selección de la metodología mas apropiada para la cuantificación de reservas a sido el método de cuadrícula y el método de perfiles, los que se han aplicado por su amplia utilización, facilidad de calculo y exactitud en los resultados obtenidos.

- La categoría de reservas determinadas es reservas de categoría A o su equivalente de reservas probadas, las cuales han sido tomadas de los resultados obtenidos por el método de perfiles en consideración a la exactitud de cada método.

- Las reservas calculadas para la totalidad del cuerpo mineral han sido de 249 606.84 m³ y de 384395 Toneladas.

CAPITULO V.

DISEÑO DE UNA VARIANTE PARA LAS ARCILLAS DEL SECTOR.

5.1 Análisis Geométrico – Minero

5.1.1 Bases para el análisis geométrico - minero

El análisis minero geométrico a cielo abierto permite establecer el orden secuencial de los trabajos a realizarse para el desarrollo de la explotación de un cuerpo mineral, tomando en consideración las relaciones funcionales entre los trabajos de destape, de explotación en si del cuerpo mineral y del tiempo que toman los trabajos para su ejecución. El orden o régimen de los trabajos son el conjunto de labores desarrollados en el espacio a medida que se explota el cuerpo mineral en función de la profundidad, largo, ancho y bordes establecidos dentro del cuerpo mineral para la explotación, así como las labores propias para la remoción de materiales estériles y la orientación que toman estos trabajos en correspondencia al método de destape y variante de sistema de explotación optado¹⁴.

El análisis geométrico – minero, sustenta la forma geométrica que se adapta al cuerpo mineral, con el propósito de establecer la manera en como se debe proceder al desarrollo de la explotación y como consecuencia determinar el sistema de explotación, definiendo las características del material del cual se encuentra compuesto el cuerpo mineral desde el punto de vista minero, características que permitirán proyectar la forma orden y duración de las actividades del sistema.

¹⁴Curso de explotación minera a cielo abierto. Figueroa L. UNL.2000

5.1.2 Aplicación del Análisis Geométrico – Minero

Para el desarrollo del análisis geométrico minero, se ha tomado como base la proyección del cuerpo en superficie, los respectivos cortes verticales empleados para el cálculo de reservas, mediante los cuales además se ha determinado, la profundidad del cuerpo, los contornos dentro de los cuales se realizara la explotación, los que corresponden al contorno del cuerpo delimitado en los trabajos de exploración.

De acuerdo al análisis efectuado, se deduce que los volúmenes de destape son menores y no influirán mayormente respecto a la explotación, pues ocupan solo un 8.34% del volumen total y se componen de materiales de tipo orgánico.

Los volúmenes de material a explotarse conformados por arcillas ocupan la mayor parte del cuerpo.

Se han distinguido dos zonas en base a las características del material, lo que a su vez no influye en cuanto al sistema de explotación.

La topografía de la superficie y la morfología del cuerpo es regular, por lo que se puede emplear una sola variante de explotación.

La posición de inicio de los trabajos, la dirección de desarrollo y el reparto de los trabajos de destape en función a la explotación y al tiempo se realizaran según el método de explotación a optar.

Como parte complementaria al análisis minero-geométrico realizado, se anotan las características técnico-mineras del material.

5.1.3 Características minero-técnicas del material

- **Peso específico.-** La relación entre el peso y el volumen de la roca en seco es de 2.01 g/cm³
- **Peso volumétrico.-** El peso del material en estado natural, influye directamente en los trabajos de transporte se ha determinado para el material cuantitativamente en 1.54 g/cm³
- **Humedad.-** La humedad contenida del material es del 40%.
- **Dureza.-** La dureza es baja en las arcillas. Se ha establecido una dureza de 3 según la escala de Mohs.
- **Esponjamiento.-** El incremento de volumen del material una vez arrancado se establece para el material en un coeficiente de 1.3.

5.2 Elección de una Variante de Explotación para las Arcillas del Sector.

5.2.1 Bases para la Elección.

Para la elección de una variante de Explotación para las Arcillas del Sector de estudio se ha tomado como bases las representaciones graficas del cuerpo delimitado en donde se establece la morfología, condiciones de yacencia, profundidad con relación a la superficie y la topografía del cuerpo.

Se ha considerado el Análisis Minero- Geométrico realizado como otra base de apoyo en la elección de la variante de sistema de explotación a elegir en donde se caracteriza el cuerpo y las condiciones que presenta para su explotación.

Técnicamente, las Arcillas del sector se presentan en el marco de operación de sistemas de explotación a Cielo Abierto, fundamentada por su disposición en superficie de todo el cuerpo.

Esto se justifica también debido a que la totalidad de explotaciones de este material son realizadas por una u otra variante de este método, con la característica común de que generan bajos costos.

Se ha basado la elección en las metodologías usadas en minería en general y de materiales No Metálicos, que se hallan establecidas para el efecto.

Las Clasificaciones de Sistemas de Explotación a Cielo Abierto, presentan varias alternativas, de las cuales para su aplicación se debe precisar cual es la más óptima a utilizar.

De esta forma se tiene las siguientes clasificaciones de sistemas de explotación a Cielo abierto:

- Clasificación de sistemas de Explotación a Cielo Abierto según Shesko ¹⁵

¹⁵ Clasificación de Sistemas de Explotación a Cielo Abierto E F Shesko

- Clasificación de Sistemas de Explotación a Cielo Abierto según el instituto mineralógico de España¹⁶

Estas clasificaciones se aplican de acuerdo a la magnitud de la explotación, es decir para grandes, medianas y pequeñas canteras.

La clasificación de Shesko, es más aplicable para explotaciones a gran escala y utilización de maquinarias de amplias dimensiones por lo que se la descarta para la elección.

La clasificación propuesta por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas de España, con vigencia en ese país y que se adoptará para el presente caso está basada en la forma de Explotación de materiales a mediana y pequeña escala, por lo que los sistemas contenidos en ella, se pueden aplicar en nuestro medio.

Las clasificaciones mencionadas se presentan en las siguientes cuadros:

¹⁶ Clasificación de Sistemas de Explotación Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de España.

CUADROS DE CLASIFICACION

CUADROS DE CLASIFICACION 2

5.2.2 Elección del sistema de explotación.

Para elegir la variante más óptima de sistema de explotación para las arcillas del sector se a tomado en cuenta:

- La localización geográfica de desarrollo de la explotación.
- Magnitud de la explotación, tanto en el área a ocupar así como las reservas de material.
- Condiciones topográficas, geológicas y minero-técnicas
- Reservas establecidas.
- Producción a obtener y el tiempo de vida que durara el cuerpo de acuerdo a esta para su explotación, así también el volumen y tipo de sobrecarga a desalojar y el manejo de la misma.
- La infraestructura existente en el lugar tanto en servicios básicos y otros así como la disponibilidad de maquinaria a implementarse en la explotación
- La factibilidad de implementar una explotación de este tipo en la zona y la rentabilidad que se obtiene por la explotación.

La elección del sistema de explotación, se ha realizado comparando las características geométricas del cuerpo a explotar y las de cada variante de la clasificación.

Las características del cuerpo de Arcillas del sector de Estudio se presentan de la siguiente forma:

CUADRO 23 DETALLE DE LAS CARACTERISTICAS DEL CUERPO DE ARCILLAS

DETALLE DE LAS CARACTERISTICAS DEL CUERPO DE ARCILLAS		
CARACTERISTICAS GENERALES	Tipo de Mineralización: No Metalica Material: Arcillas Clases: Dos clases Reservas calculadas: 260 000 m ³	
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL CUERPO	Morfología	Cuerpo de forma tabular inclinada a tabular
	Superficie	Superficie elipsoidal (obtenida por delimitada)
	Pendientes	12- 18 grados / 8-10 grados
	Disposición del material	Material distribuido en forma de capas desde 1.7 a 2.6 m.
CARACTERISTICAS DE LA SOBRECARGA	Tipo de recubrimiento	Capa de suelo correspondiente al horizonte A, conformado por materiales orgánicos, de profundidad comprendida entre 0.13 -0.18 m, desde la superficie actual.
CARACTERISTICAS TECNICO MINERAS DEL MATERIAL	Características Físico-Mecánicas y otras	P. Específico: 2.01 P. Volumétrico: 1.54 Dureza: 3(escala de mohs) Humedad: 40%

Comparando estas características con las descritas en la clasificación se puede establecer que el método de explotación que presenta mayor similitud con las características del cuerpo a explotar es el método de cantera, el cual se escoge para la explotación de las arcillas del sector.

5.2.3. Descripción del Sistema de Explotación.

La variante de explotación escogida, el método de cantera, se desarrollara, mediante el laboreo de franjas de explotación que se realizan desde las partes de mayor elevación, hacia las de menor elevación. Estas franjas se llevaran a cabo primeramente mediante el franqueo de trincheras de sección trapezoidal, para luego continuar con el desarrollo de bancos las cuales son vistas como escalones desde el corte vertical (lamina 10).

Las franjas de explotación que se encuentran numeradas de acuerdo al orden descendente de la explotación avanzaran en dirección NW-SE, mientras que los bancos de explotación para el arranque de material se franquearan desde la parte media del cuerpo hacia los contornos desarrollándose en sentido N-S.

La trinchera de corte principal, se ubicara en el sector central de la explotación, con el objetivo de servir como tajo de inicio para la explotación y como vía principal de transporte y permitir la explotación de los dos sectores determinados, para asegurar la producción y la continuidad de la misma en el caso de ocurrir cualquier imprevisto.

Los bordes en receso se ubicaran hacia el contorno Sur-Oeste, Mientras que el borde en trabajo, se desarrolla para cada franja y en el mismo sentido de esta, lo cual una vez terminada la explotación de la franja da como resultado, la elaboración de escalones descendentes observables desde una perspectiva vertical, y un perfil general de forma escalonada desde la cota mayor hacia las de mas baja elevación.

5.2.3.1 Maquinaria a emplear.

Maquinaria para arranque y carga de material

El sistema de explotación elegido, se emplea para la extracción de cuerpos pequeños y la maquinaria empleada es la de uso común en trabajos civiles, técnicamente expresado el empleo de maquinarias para la elaboración de bancos menores a los 5 metros de altura. De acuerdo al sistema de explotación optado y las propiedades físico mecánicas del material, se puede emplear una retroexcavadora cargadora para los trabajos a realizar.

Las especificaciones de la maquina se presentan a continuación¹⁷:

¹⁷ Catálogos de Maquinaria Komatsu .

**CUADRO 24. ESPECIFICACIONES RETROEXCAVADORA KOMATSU
MODELO WB140-2**

ESPECIFICACIONES RETROEXCAVADORA	
MOTOR	MOTOR KOMATSU S4D106 1-FH 4.412 CM3 4 CILINDROS 86.00 HP 64 KW 2200 RPM ENFRIADO POR AGUA TURBO ALIMENTADO LUBRICACION TIPO FORZADA POR BOMBA FILTRO DE AIRE SECO CON ELEMENTOS DE SEGURIDAD
SISTEMA ELECTRICO	BATERIA 12 V. 155Ah ALTERNADOR DE 60 AMPERIOS ARRANQUE DE 3.0 KW
DIRECCION	TIPO HIDRAULICA CON ORBITOL ACTUADA SOBRE LAS RUEDAS DELANTERAS
TIPOS DE NEUMATICOS	DELANTEROS 14.00 -17.5 -10 PR TRASEROS 19.5 -24- 10 PR
TRANSMISION	TIPO POWER SHUTTLE CON CONVERTILIDAD DE TORQUE, DE CONTROL ELECTROMECHANICO 4 VELOCIDADES DE AVANCE Y 4 VELOCIDADES DE REVERSA TRACCION EN LAS 4 RUEDAS
EJES	POSTERIOR RIGIDO EQUIPADO CON REDUCTOR EN LOS CUBOS(MANDO FINAL) DELANTERO OSCILANTE EN EL CENTRO CON REDUCTOR EN LOS CUBOS(MANDO FINAL)
FRENOS	TIPO MULTIDISCO INMERSO EN ACEITE CIRCUITOS INDEPENDIENTES PARA CADA RUEDA TRASERA. LA FRENADA INTEGRAL DE LAS CUATRO RUEDAS SE ACTIVA MEDIANTE USO DE LOS DOS PEDALES AL MISMO TIEMPO
CAPACIDADES DE CARGA	PALA CARGADORA 0.95 MT3 CUCHARON DEL RETRO 0.2 MT3
RANGOS DE TRABAJO DEL CARGADOR	ALTURA MAX. DE VOLTEO 3365mm ANCHO DEL CUCHARON 2355 mm. FUERZA DE DESPRENDIMIENTO 5.685 Kgf. CAPACIDAD DE ELEVACION A NIVEL DEL SUELO 4.809 Kgf. CAPACIDAD DE ELEVACION ALTURA MAXIMA 3.759 Kgf
RANGOS DE TRABAJO EXCAVADORA	ALCANCE MAX. A NIVEL DEL SUELO 5520mm PROFUNDIDAD MAXIMA DE EXCAVACION 4450mm ANCHO DEL CUCHARON 600mm FUERZA DER ARRANQUE 6.143 Kgf. FUERZA DE EXCAVACION 4.011 Kgf.

GRAFICO 2. RETROEXCAVADORA KOMATSU WB 140

Maquinaria para transporte

El transporte de material se realizara por medio de transporte automotriz.

La maquinaria a utilizarse es disponible en nuestro medio y a continuación se dan las características de la misma.

CUADRO 25. ESPECIFICACIONES MAQUINARIA DE TRANSPORTE

Marca	Ford 750
Capacidad Geométrica del balde	5.2 m ³
Velocidad máx.(con carga)	30 Km./hora
Velocidad máx.(sin carga)	60 Km./hora
Tiempo de descarga	1 min.
Diámetro de espacio libre del círculo	7.8 m
Altura	2.6 m
Ancho	2.30 m

GRAFICO 3. MAQUINARIA DE TRANSPORTE

5.3 Diseño del Sistema de Explotación

5.3.1 Delimitación del Campo Minero.

El área que ocuparan los trabajos de explotación, distancias de seguridad, instalaciones necesarias, hacen que el campo minero se delimite dentro de las siguientes coordenadas:

CUADRO 26.COORDENADAS DE DELIMITACIÓN DEL CAMPO MINERO

X	Y
747970	9577250
748350	9577250
748350	9576650
747970	9576650

Coordenadas dentro de las cuales estará prevista la explotación. El área destinada para instalaciones se delimita dentro de las siguientes coordenadas:

CUADRO 27.COORDENADAS DE DELIMITACIÓN DE ÁREA PARA INSTALACIONES

X	Y
748315	9576837
748355	9576837
748355	9576656
748248	9576656
748248	9576749

Esta área será ocupada para la ubicación de instalaciones, alojamiento de maquinaria y almacenamiento de material.

5.3.2 Delimitación del Campo de la Cantera.

La superficie a ocupar, por los trabajos de explotación, las distancias de seguridad, se han determinado mediante el ancho y longitud del campo de explotación tanto en superficie como en el límite de profundidad ocupado por el cuerpo a explotarse.

De acuerdo a esto se obtiene:

- Ancho de la explotación: 270 metros
- Longitud de la Explotación: 450 metros
- Ancho de la explotación por el piso: 248 metros
- Longitud de la Explotación por el piso: 450 metros

CUADRO 28. COORDENADAS DE CAMPO DE LA CANTERA

X	Y
748026	9577018
748088	9576800
748088	9576050
748078	9576700
748133	9576700
748244	9576762
748317	9576868
748330	9576943
748316	9577094
748274	9577225
748200	9577238
748100	9577238
748028	9577192

5.3.3 Método de Destape.

El destape del cuerpo mineral es una fase previa a la explotación, en donde se remueve los materiales suprayacentes al cuerpo, permitiéndose la extracción del mismo.

Las actividades a desarrollar como parte previa al inicio de los trabajos de explotación, se efectuarán, realizando la remoción de cobertura vegetal en el sitio en que se iniciará la explotación, y su avance se determina de acuerdo al avance de la explotación, por la razón de que el volumen a remover es pequeño y de que no existen más sobrecargas que desocupar para permitir la explotación del cuerpo.

El método de destape a emplear es el de trincheras inclinadas simples para cada franja de explotación. Para el efecto la misma se desarrollará profundizando en las capas de material dando una plataforma de trabajo lo suficientemente ancha para el tránsito de la maquinaria.

No existen materiales que se puedan catalogar como estériles por cuanto no se dispone de la realización de otras actividades.

5.3.4 Parámetros de Diseño de la cantera.

Los parámetros de diseño de la Explotación a considerar para el desarrollo de la cantera, se han determinado partiendo del concepto en que opera el sistema de Explotación y la variante que resulta aplicable para la extracción de las Arcillas del Sector.

La variante propuesta plantea el desarrollo de franjas de explotación que se realicen desde las partes de mayor elevación, en forma de trincheras triangulares, vistos como bancos de explotación desde una perspectiva vertical del cuerpo.

5.3.4.1 Longitud y ancho de las franjas

Las franjas a desarrollarse en la explotación, geoméricamente tendrán una dimensión de 450 metros en línea recta desde los contornos del cuerpo. El ancho previsto será de 12 metros.

5.3.4.2. Parámetros del banco

5.3.4.2.1 Altura y longitud del banco

La altura del banco de la capa a ser arrancada será de 1.8 metros y la longitud de este será de 5 metros, la anchura del banco es de 5 metros, de acuerdo a este diseño se puede obtener la producción requerida

5.3.4.2.2 Angulo de talud para el banco

En función del material compuesto por arcillas, se adoptara un ángulo de 70 grados para los bancos.

5.3.4.2.3 Ancho de la Plataforma del banco

En función de la maquinaria a emplear, lo cual condiciona el ancho necesario para el desarrollo de los trabajos, esta se establece en una longitud de 12 metros.

5.3.4.3 Angulo de talud para los bordes en Recesso.

Una vez efectuado el desarrollo de la primera franja, se elaborara también el respectivo borde en recesso, para el cual se cree conveniente desarrollar un ángulo de talud de 45 grados.

Se considera este valor como prevención para evitar problemas con aguas de tipo superficial, lo que evitara derrumbes una vez terminada la explotación.

El análisis geométrico se presenta en la lámina N° 9

CUADRO 29. PARAMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE EXPLOTACION

PARAMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE EXPLOTACION		
PARAMETRO	ESPECIFICACION	MAGNITUD
Campo de la Cantera	Ancho (Superficie) Ancho (Piso) Longitud (Superficie) Longitud (Piso) Bordes y distancias de seguridad	270 m 256 m 450 m 450 m 15 m
Parámetros de la cantera	Franjas de Explotación Ancho de las franjas Numero de franjas Numero de bancos/franja	11.8 m 28 franjas 160 bancos/franja
Parámetros del banco	Altura del Banco Ancho de la Plataforma del banco Angulo de Talud del banco	2m 6.9m 75 grados
Ángulos de talud para los bordes de la cantera	Angulo para bordes en recesso	55 grados

Elaborado por: El Autor

5.3.5 Producción de la Cantera.

La producción es establecida en función del rendimiento de la maquinaria elegida para la explotación y la metodología empleada para la organización y planificación de los trabajos de explotación. Esto se justifica por la ausencia al momento de una producción establecida de este material por lo que se trabajara con las consideraciones estimadas.

5.3.5.1 Producción diaria a obtener.

La producción diaria planificada en función de la producción que se ha fijado obtener será de 50 m³ de material o su equivalente de 77 toneladas.

5.3.5.2 Producción anual.

Se proyecta trabajar en un año 264 días, por lo tanto se obtiene una producción anual de 13200 metros cúbicos de material (20 238 Ton.)

5.3.5.3 Tiempo de vida de la explotación.

El tiempo de vida de la explotación en función a las reservas calculadas y la producción anual es la siguiente:

$$TV = \frac{RE}{PA}$$

TV= Tiempo de Vida de la Explotación

PA= Producción anual

$$TV = \frac{384395Ton}{20238Ton / año} = 18.90años$$

TV = 19 años

5.4 Parámetros técnicos de la explotación.

Los parámetros técnicos de la explotación se centran al cálculo de rendimiento de la maquinaria para cada actividad a realizarse.

Los rendimientos obtenidos se han calculado por las formulas señaladas¹⁸.

5.4.1 Trabajos de Preparación

5.4.1.1 Remoción de cobertura vegetal.-

Este trabajo comprenderá la remoción de la capa de cobertura vegetal y materiales orgánicos. La remoción se realizara de acuerdo al avance de las franjas de explotación, para una vez desarrollada la misma, proceder al recubrimiento de la superficie explotada con el material orgánico.

Los volúmenes diarios a removerse son obtenidos en función de la superficie de cada banco y el espesor promedio de la capa de suelo, la misma que se ha calculado en 0.18 metros, dando un volumen de 4 metros cúbicos removerse diariamente.

Tiempo de Remoción de cobertura Vegetal

¹⁸ Curso de Organización y Planificación de los Trabajos mineros. Valarezo J. UNL 2002

La remoción se realizara parcialmente, de acuerdo al avance de cada una de las franjas y procediéndose a ubicarla a un costado.

En función a esto se obtiene:

$$T_{rcv} = \frac{V_{cv}}{N_{maq} * R_{maq}}$$

Donde:

T_{rcv} : tiempo establecido para remoción de CV.

V_{cv} : volumen de cobertura vegetal (4m³)

N_{maq} : Número de maquinarias

R_{maq} : Rendimiento de la maquinaria (retroexcavadora)

Estableciendo la siguiente duración:

T_{rcv} : 0.13 horas

5.4.1.2 Ampliación de Vía de Acceso

Para el desarrollo de la explotación se ha planificado la ampliación de un camino de acceso que actualmente cruza el sector.

Dimensiones de la via

Ancho total: 6m

Ancho de la via: 5.50m

Ancho de cuneta: 0.30m

Angulo del borde: 80

Altura del Borde: 0.40m

Longitud de la via: 286m

Volumen de material a removerse

El material ha desplazarse, esta calculado considerando la ampliación del camino existente al momento, el mismo que se efectuó con maquinaria hace algunos meses.

$$V_{rct} = St * Lt$$

V_{RCT} : Volumen a remover por ampliación de vía.

$$V_{RCT} : 514.8 \text{ m}^3$$

Tiempo de ampliación de Vía

$$T_{ctp} = \frac{V_{rct}}{N_{maq} * R_{maq}}$$

T_{CTP} : Tiempo de ampliación de via

Para esta labor se prevé el alquiler de un Bulldozer, como apoyo en la remoción de material. El rendimiento del mismo en las condiciones de material es el siguiente:

$$R_{bd} = \frac{60 * L_d * F_s * K_{ll}}{T_{tc}}$$

R_{BD} : Rendimiento del Bulldozer

L_D: Capacidad de la Cuchilla (1.5m³)

F_s : Coeficiente de soltura del material (0.8)

K_{LL} : Coeficiente de llenado de la cuchilla (0.9)

T_{TC} : Tiempo de ciclo de trabajo (2 min)

R_{BD} : 32.40 m³/h

R_{BD} : 207.36 m³/dia

T_{CTP} : 2.5 días ≅ 3 días

5.4.1.3 Destape

El destape se realizara mediante una trinchera de corte de sección transversal, para desde esta realizar el franqueo de los bancos. La misma que se ubicará en las siguientes coordenadas:

X= 748030

Y=9577017

Z= 920

Las dimensiones de la misma serán las siguientes:

Ancho : 10.40m

Profundida: 1.80m

Ancho de la via: 9.50m

Ancho de cuneta: 0.30m

Angulo de talud del borde: 70

Distancias de seguridad: 0.50m

5.4.2 Trabajos de Arranque

5.4.2.1 Arranque de material en función a los bancos de explotación planificados y la productividad de la maquinaria empleada.

El tipo de arranque determinado por las propiedades físico mecánicas del material (dureza) es de tipo mecánico. El cálculo del rendimiento se ha realizado tomando en consideración las condiciones del material en el cual tendrá que operar el equipo.

5.4.2.1.1 Productividad de la Retroexcavadora en el trabajo de Arranque.

Se ha calculado la productividad que tendrá la retroexcavadora en función a la capacidad del azadón, dimensiones del brazo, capacidad de la azada y dimensiones de trabajo.

Rendimiento de la Azada

$$R_{ta} = C_a * N_c$$

R_{ta} : Rendimiento Teórico

C_a : Capacidad de la azada(0.32 m³)

N_c : Numero de ciclos/hora (120)

R_{tA} : 38.4 m³/hora

$$RTA = Rt * K_1 * K_2$$

RT_A : Rendimiento Técnico

K_1 : Coeficiente de influencia de la roca(0.8)

K_2 : Coeficiente de tecnología de excavación (0.8)

RT_A : 24.57 m³/hora

$$RP = RTA * N_t * N_a * K_{per} * K_v$$

RP : Rendimiento Práctico

N_T : Coeficiente de trabajo(0.9)

N_A : Coeficiente de dificultad de excavación(0.9)

K_{PER} : Coeficiente de Magnitud de la Excavación.(0.9)

K_v : Coeficiente de Experiencia del operador (0.8)

RP : 16.62 m³/hora

5.4.3 Trabajos de Carga.

Para los trabajos de carga se empleara la misma maquinaria que para el arranque (retoexcavadora - cargadora) ocupando para este trabajo la cargadora. El rendimiento de la misma se ha calculado para las condiciones del material y el ritmo de trabajo de la siguiente forma:

5.4.3.1 Rendimiento de la Cuchara para la carga de material arrancado

$$R_{tc} = C_c * N_c$$

R_{tc} : Rendimiento Teórico

C_c : Capacidad de la cuhara(0.96 m3)

N_c : Numero de ciclos/hora (90)

R_{tc} : 86.4 m3/hora

$$RTc = Rtc * K_3 * K_4$$

RT_c : Rendimiento Técnico

K₃ : Coeficiente de influencia de la roca(0.8)

K₄ : Coeficiente de tecnología de Cargado (0.8)

RT_c : 55.29 m3/hora

$$RPC = RTc * N_{t1} * N_{a1} * K_{per1} * K_{v1}$$

R_{pc} : Rendimiento Práctico

N_{T1} : Coeficiente de trabajo(0.9)

N_{A1} : Coeficiente de dificultad de carga(0.9)

K_{PER1} : Coeficiente de Magnitud de carga.(0.9)

K_{V1} : Coeficiente de Experiencia del operador (0.8)

R_{pc} : 32.24 m3/hora

5.4.4 Trabajos de Transporte.

5.4.4.1 Rendimiento del Volquete

Para el cálculo del rendimiento del volquete se tiene en cuenta la duración de un viaje del mismo hasta el lugar de almacenamiento.

Tiempo de un ciclo de transporte

La distancia que recorrerá el vehículo es de 286 metros al punto más lejano y de acuerdo al avance de la explotación se reducirá la distancia.

$$TCT = tc + trc + td + trv + tm$$

Tct : Tiempo de ciclo de un transporte(min)

tc : Tiempo de cargado(4 min)

trc : Tiempo de recorrido cargado(4.5 min)

td : Tiempo de descargado(0.5 min)

trv : Tiempo de recorrido vacío(2 min)

Tct : 11 min.

Rendimiento del Volquete

$$Rtv = \frac{60 * Q}{TCT}$$

Rtv : Rendimiento Teórico

Q : Capacidad del balde(5.2 m3)

R_{tv} : 30 m³/hora

$$RP_v = R_{tv} * K_t * K_i$$

RP_v : Rendimiento practico

K_t : coeficiente de eficiencia en el trabajo(0.9)

K_i : Coeficiente de factibilidad de transporte(0.9)

RP_v : 24.3 m³/hora

CUADRO 30 . RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA

Rendimientos de Maquinaria para el trabajo en el sistema de Explotación			
Maquinaria	R/Teórico	R/Técnico	R/Practico
Retroexcavadora Komatsu WB-140			
Trabajos de arranque	38.4	24.57	16.62
Trabajos de Carga	86.4	55.29	32.24
Volquete Ford F-800	30	-	24.3

Elaborado por: El Autor

5.4.5 Organización del Conjunto de Trabajos

5.4.5.1 Evaluación de la productividad de la maquinaria en conjunto.

Para la evaluación de la maquinaria, se ha obtenido los rendimientos de la misma en función a las condiciones de trabajo se acuerdo al material a explotar y destape del deposito, mediante los cuales se ha procedido a evaluar el

tiempo que se ocupara para obtener la producción requerida y las actividades a realizar y poder organizar de esta forma el turno de trabajo a seguirse diariamente. De acuerdo a esto, se ha realizado la determinación del tiempo necesario para desarrollar cada una de las actividades de explotación, comparando la producción a obtener con el rendimiento de la maquinaria que se ha calculado. De esta forma se obtiene los siguientes periodos de duración de las actividades:

Actividades de remoción de cobertura vegetal

$$T_{rcv} = \frac{V_{cv}}{N_{maq} * R_{maq}}$$

Donde:

T_{rcv} : tiempo estimado para remoción de CV.

V_{cv} : volumen de cobertura vegetal(4m³)

N_{maq} : Número de maquinarias

R_{maq} : Rendimiento de la maquinaria (retroexcavadora)

Estableciendo la siguiente duración:

T_{rcv} : 0.13 horas diarias

Actividades de arranque

$$T_{ta} = \frac{Pd}{Rpa}$$

Tta= Tiempo estimado para trabajos de arranque

Pd = Producción diaria

Rpa= Rendimiento maquina de arranque

$$Tta = \frac{50m^3}{16.62m^3 / hora} = 3horas$$

Tta = 3 horas diarias

Actividades de carga de material

$$Ttc = \frac{Vc}{Rpa}$$

Ttc= Tiempo estimado para trabajos de carga

Vc = Volumen a cargar (considerado esponjamiento)

Rpa= Rendimiento maquina de carga

$$Tta = \frac{57.2m^3}{32.24m^3 / hora} = 1.77horas$$

Ttc = 2 horas

Actividades de Transporte

$$Ttt = \frac{Vt}{RPv}$$

Ttt= Tiempo estimado para trabajos de carga

Vt = Volumen a transportar (considerado esponjamiento)

RPv= Rendimiento de carga del transporte

$$T_{tt} = \frac{57.2m^3}{17.82m^3 / hora} = 2.35horas$$

Ttt = 2.35 horas

Los periodos de duración de actividades se visualizan en el siguiente cuadro:

CUADRO 31. PERIODO DE DURACION DIARIA DE LAS ACTIVIDADES

PERIODO DE DURACION DIARIA DE LAS ACTIVIDADES	
Tiempo para trabajos de preparación	0.13 horas diarias
Tiempo para trabajos de arranque	3 horas diarias
Tiempo para trabajos de carga	2.35 horas diarias
Tiempo para trabajos de transporte	3 horas diarias

Elaborado por: El autor

De acuerdo a estos lapsos de tiempo determinados se puede manifestar que para obtener la producción planificada se puede emplear un turno con una duración de 8 horas al día, considerando un lapso de tiempo para actividades diarias e imprevistas.

A su vez, relacionando la determinación del tiempo para cada actividad con el rendimiento de cada maquina tenemos un rendimiento total del conjunto y que es la producción diaria que puede brindar el sistema de explotación, siendo la siguiente:

CUADRO 32. PRODUCTIVIDAD DE LA MAQUINARIA

PRODUCCIÓN DIARIA DE LA MAQUINARIA EN CONJUNTO	
Volumen diario a arrancar	50 m3
Volumen diario a Cargar	57.2m3 (Considerado Esponjamiento)
Volumen diario a transportar	57.2 m3

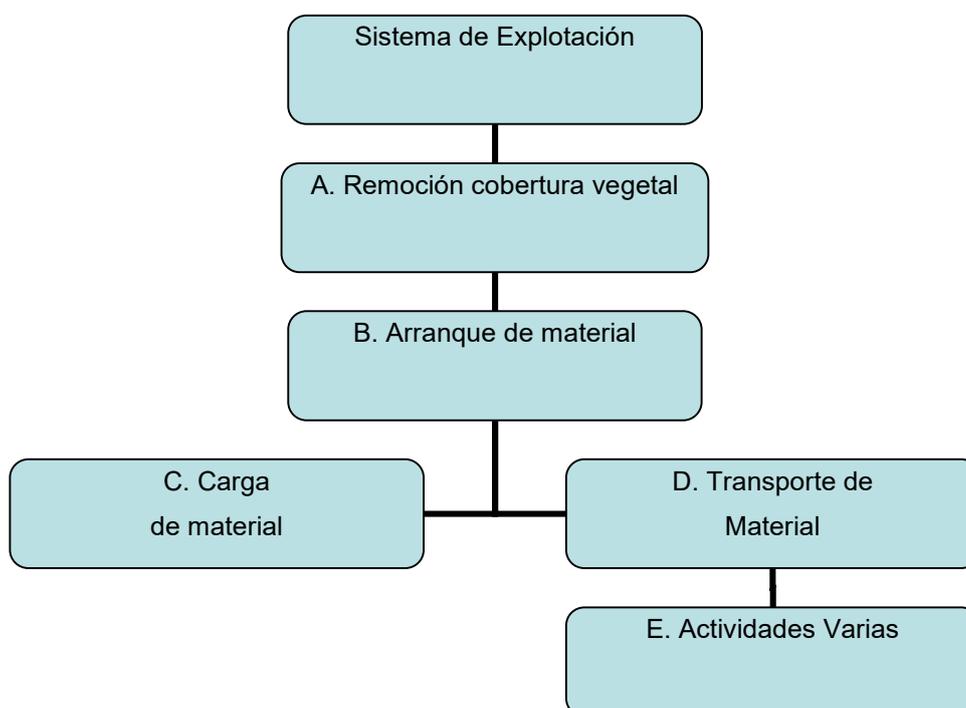
Elaborado por: El Autor

5.4.6 Cronograma de trabajo diario y Diagrama de flujo de las actividades.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES								
ACTIVIDADES	TIEMPO EN HORAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Trabajos de preparacion								
Remocion de Cobertura Vegetal	—							
Trabajos de Extracción de material								
Trabajos de arranque	—	—	—	—				
Trabajos de Carga					—	—	—	
Trabajos de Transporte					—	—	—	
Actividades Varias								
Varios								—

Nota: Las actividades de carga y transporte se realizarán simultáneamente

GRAFICO 4. DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS TRABAJOS DE EXPLOTACION



5.5 Factibilidad de la explotación

Para el análisis de la factibilidad del Sistema de Explotación se ha distinguido los siguientes aspectos:

El Precio de esta materia prima, se regula por el mercado, sin que haya una cotización establecida.

Actualmente los materiales de construcción fabricados en base a Arcilla común, provienen de la Provincia de Loja, principalmente el cantón Catamayo, en donde se han agotado las reservas de esta materia prima, por lo cual se satisface la demanda con arcillas provenientes de la vía a Zamora.

Debido a este agotamiento de materia prima, el precio de un volquete de arcilla de una capacidad de 4 m^3 en el cantón Catamayo se cotiza en los 40 USD, es decir el precio de 1 m^3 de arcilla estaría fluctuando en los 10 USD, indicando que este precio es para el material en banco, donde el comprador debe efectuar el arranque, carga y transporte por sus propios medios.

El material que se explota en la vía Zamora se cotiza en 4.5 dólares el metro cúbico, arrancado y cargado al medio en el cual será transportado. El transporte hasta el lugar del destino no se incluye en este precio.*

Analizando todas estas variables de mercado, se puede establecer un costo de 4 dólares el metro cúbico de material, tomado como referencial para la evaluación financiera del proyecto de explotación, en donde se prevé el aprovechamiento de este material para la fabricación de ladrillo a nivel local.

5.6 Inversiones

5.6.1 Inversión inicial

* Nota: Investigación directa productores de materiales de construcción y arcillas cocidas de Loja; Sr. Víctor Tello; APROTAC.

CUADRO 34. INVERSIONES

CONCEPTO	MONTO
- Maquinaria	
Retroexcavadora Komatsu WB140-2*	31000
Volquete Ford 750	10000
	1000
- Construcciones e Instalaciones	
	6000
- Terrenos	
	1000
- Adquisición de Concesión	
	2800
- Estudios Ambientales	
	2800
Total Monto Inversión	51800

*Cotización del equipo con 30000 horas de uso (Fuente: DITECA – Guayaquil).

Elaborado por: El autor

5.6.2 Egresos

Los egresos generados, se desglosan en los Respectivos Costos de la Maquinaria por la operación de la misma, así como el gasto en personal, materiales, herramientas, y un 10% para cualquier imprevisto surgido durante la explotación.

5.6.2.1 Maquinaria

Costos de Posesión (CP)

$$CP = \frac{\text{Inversión}}{\text{T. de Vida (horas)}}$$

Retroexcavadora Komatsu WB140-2**T. de vida: 30000 horas****CP = 1.06 USD / hora****Volquete Ford 750****T. de vida: 6000 horas****CP = 1.66 USD / hora****Costos de Operación (CO)****A. Reparación y mantenimiento (Crm)**

$$\text{Crm} = \frac{0.08 * \text{Inversión}}{\text{Tiempo de reparación}}$$

Tiempo de reparación: **2000 horas****Retroexcavadora Komatsu: WB140-2**

Crm = 1.24 USD / hora

Volquete Ford 750

Crm = 0.40 USD / hora

B. Amortización (Amt)

$$\text{Amt} = \frac{\text{Inversión} * r}{(1 + r)^n - 1}$$

r = tasa de interés (18%)

n = plazo de amortización en años (5 años)

Retroexcavadora Komatsu WB140-2

Amt = 0.83 USD / hora

Volquete Ford 750

Amt = 0.33 USD / hora

C. Combustibles

F = fc * Potencia Motor * Precio combustible

Retroexcavadora Komatsu WB140-2

F = 1.53 USD / hora

Volquete Ford 750

F = 2.35 USD / hora

D. Aceites y Lubricantes

AL = 0.2 F

Retroexcavadora Komatsu WB140-2

AL = 0.30

Volquete Ford 750

AL = 0.45 USD / hora

CUADRO 35. EGRESOS POR MAQUINARIA

CONCEPTO	COSTO / HORA	C / DIA USD	SUBTOTAL / AÑO
- Retroexcavadora			
Komatsu WB140-2			
C. Posesión	1.06	6.36	1679
C. Amortización	0.83	4.98	1315
C. Reparación y Mant.	1.24	7.44	1964
C. Combustibles	1.53	9.18	2420
C. Aceites y Lubricantes	0.30	1.80	470
- Volquete Ford 750			
C. Posesión	1.66	4.98	1315
C. Amortización	0.33	0.99	262
C. Reparación y Mant.	0.40	1.20	316
C. Combustibles	2.35	7.05	1860
C. Aceites y Lubricantes	0.45	1.35	350
Total Egresos Maquinaria			USD 11951

Elaborado por: El autor

5.6.2.2 Personal

CUADRO 36. EGRESOS POR PERSONAL

DESCRIPCIÓN	CANT.	SUELDO MENSUAL	TOTAL ANUAL/USD
P. Técnico			
Ingeniero de Minas	1	290	3480
Trabajadores y Obreros			
Op. Retroexcavadora	1	190	2280
Chofer Volquete	1	180	2160
Ob. de mina	2	120	2880
Guardia	1	130	1560
P. Administrativo			
Contador	1	230	2760
Total Egresos Personal			15120

5.6.2.3 Materiales y Herramientas

CUADRO 37. EGRESOS POR MATERIALES Y HERRAMIENTAS

CONCEPTO	CANT.	C. UNITARIO	SUBTOTAL
Palas	2	20	40
Barretas	2	8	16
Set de H. Manuales	2	40	80
Casco de Seguridad	3	15	45
Overoll	2	10	20
Calzado	3	5	15
Total Egresos M. y H.			216

Elaborado por: El autor

5.6.2.4 Intereses

Los intereses generados por la inversión, se han considerado tomando el interés vigente a la presente fecha, el cual es del 18% (Fuente: Banco del Pichincha). El plazo será de 5 años.

$$I = \frac{n + 1}{2n} * Inversión * r$$

n = plazo de pago (5 años)

r = tasa de interés (18%)

I = 6250 USD / año

5.6.2.5 Resumen de Egresos

CUADRO 38. RESUMEN DE EGRESOS.

DESCRIPCIÓN	MONTO
Egresos por maquinaria	11951
Egresos por personal	15120
Egresos por Materiales y Herramientas	216
Imprevistos	2730
Egresos por Intereses	5595
Egresos Totales USD.	35612

Elaborado por: El autor

5.6.3 Ingresos

Los ingresos, han sido calculados en base a la producción diaria y el precio de cotización del material. De acuerdo a la producción diaria a extraer y las reservas establecidas, se obtiene el siguiente lapso de duración de la explotación (TV):

TV = 19 años

Ingreso diario

$Id = Pd * Cotización$

$Id = 50 \text{ m}^3 * 4.5 \text{ USD}$

Id = 225 USD / día

Ingreso Anual

$Ia = Id * \text{Días laborables} / \text{año}$

Ia = 59400 USD / año

Ingreso /Tiempo de Vida

$$I_a = I_a * TV$$

$$I_a = 1128600 \text{ USD} / TV$$

5.7 Rentabilidad**5.7.1 Utilidad Bruta (UB)**

$$UB = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$UB = 59400 - 35612$$

$$UB = 23788 \text{ USD} / \text{año}$$

5.7.2 Utilidad Neta (UN)

$$UN = UB - \text{Impuestos}$$

$$UN = UB - UB (15\% \text{ utilidades} + 25\% \text{ Impuesto a la Renta})$$

$$UN = 23788 - 23788 (15\% \text{ utilidades})$$

$$UN = 20220$$

$$UN = 20220 - 20220 (25\% \text{ Impuesto a la Renta})$$

$$UN = 15165 \text{ USD} / \text{año}$$

5.7.2.1 Rentabilidad en función a la utilidad neta sobre la inversión (R)

UN

$$R = \frac{\text{UN}}{\text{Inversión Anual}}$$

Inversión Anual

$$R = 29.27 \%$$

5.7.3 Rentabilidad mediante la tasa interna de retorno (TIR)

5.7.3.1 Flujo de Caja

El Flujo de Caja, se ha establecido para los primeros 5 años de la explotación. Aunque la explotación del cuerpo de acuerdo a la producción planificada es de 19 años, se ha considerado el tiempo mencionado por razones de tipo económico como:

- Amortización de maquinaria, planificada para 5 años debido a que la maquinaria de transporte a adquirirse es usada y su tiempo de vida se ha estimado en 6000 horas (de acuerdo al empleo diario planificado en el sistema de explotación durará un lapso de 7 años), se pretende recuperar lo más pronto posible.

- Los intereses a pagar por la inversión a realizar y prestamos se establecen para este tiempo, por considerarse como el plazo durante el que se solicitará el financiamiento.

- Las variaciones de tipo económico que se puede tener en la proyección a un plazo mayor y la posibilidad de recuperar la inversión lo más rápido posible.

- Variación del precio de la materia prima y otros que podrían influir en el Flujo de Caja determinado.

De esta forma se ha planeado el plazo al cual se va a evaluar el presente proyecto. El detalle del flujo de caja se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO 39. FLUJO DE CAJA**FCL**

CONCEPTO	TIEMPO DE EJECUCIÓN (AÑOS)					
	0	1	2	3	4	5
Inversiones	-51800					
Ingresos		59400	59400	59400	59400	59400
Egresos		30017	-30017	-30017	-30017	-24476
Intereses		-5595	-5595	-5595	-5595	-5595
Capital de Giro	-5000					5000
Pago de Patentes		-170	-170	-170	-170	-170
FCL	-56800	23618	23618	23618	23618	28618

Elaborado por: El autor

CUADRO AUTOCAD FLUJO DE CAJA

5.7.3.2 Valor actual líquido (VAL)

El cálculo del valor líquido actual se ha determinado mediante el factor de valor actual constante:

$$Fc = (1 + r)^{-n}$$

Donde:

Fc = Factor de valor constante

r = Tasa de interés

n = año de evaluación

Realizando el cálculo a diversas tasas de interés, las tasas que más se acercan son:

VAL (31%) = 871

Valor actual inferior

VAL (32%) = - 242

Valor actual superior

CUADRO 40. VALOR ACTUAL LIQUIDO

Valor actual líquido a diferentes tasas de interés	
Tasa de interés	Valor actual
30%	2055
31%	871
32%	-242
35%	-3253

Elaborado por: El autor

5.7.3.3 TIR

$$\text{TIR} = \text{Tvai} + (\text{Tvas} - \text{Tvai}) \left[\frac{\text{Tvai}}{\text{Tvai} - \text{Tvas}} \right]$$

Tvai = Tasa de interés valor actual inferior

Tvas = Tasa de interés valor actual superior

$$\text{TIR} = 31\% + (32\% - 30\%) \left[\frac{871}{871 - (-242)} \right]$$

$$\text{TIR} = 31.78 \%$$

Representación grafica de la tasa interna de retorno

La Tasa Interna de Retorno se representa en el gráfico N° 6

5.8 Costo por Tonelada

Los costos por tonelada que se han establecido corresponden a la comparación entre los egresos totales para la producción anual.

$$CT = \frac{E}{PA}$$

E = Egresos totales (35782 USD/Año)

PA = Producción anual (20328 Ton/año)

CT = 1.76 USD/Ton

El cual es el costo obtenido por tonelada de material extraído de acuerdo al sistema de explotación optado.

CUADRO AUTOCAD 6 TIR

5.9 Financiamiento.

El financiamiento se ha proyectado obtenerlo de la siguiente forma:

- Via inversionista, mediante lo cual se proyecta financiar el 70% de la inversión inicial.
- Via préstamo bancario, mediante la hipoteca de los terrenos que servirán para la explotación y la maquinaria adquirida, con lo cual se pretende obtener la cantidad de 25000 dólares a capitalizarse.
- Mediante la emisión de acciones al público a un valor de 100 dólares al 8% de interés anual cada acción, con un total de 100 acciones

5.10 Normas de seguridad a implementar durante los trabajos mineros

La minería es una de las actividades de mayor riesgo por ser muy dinámica, debiendo realizar una apreciación crítica y sistemática de todos los peligros potenciales, involucrando personal, equipos utilizados y métodos de operación. Los peligros a los cuales se encuentra expuesto el personal y todo el conjunto de equipos e instalaciones durante el trabajo en la actividad minera son clasificados del modo siguiente:

Clase A. (Alto): Condición o práctica que puede:

- causar la muerte o incapacidad permanente

- pérdidas graves de equipos e instalaciones

Clase B. (Medio): Condición o practica que puede:

- causar una enfermedad o lesión que resulte en incapacidad temporal
- pérdidas en equipos e instalaciones menos severas

Clase C. (Bajo): Condición o practica que puede:

- causar lesiones menores no incapacitantes
- daños a al propiedad que no interrumpen el proceso

Generalmente los factores humanos están relacionados directamente relacionados con la ocurrencia de accidentes. Estos factores son el comportamiento, la curiosidad, la ignorancia o la instrucción inadecuada, también la falta de planificación, decisiones precipitadas y el exceso de confianza de los cuales la inexperiencia y la negligencia por un lado y el exceso de confianza han mostrado ser el motivo del 80% al 90% de los accidentes de trabajo.

A fin de evitar peligros y accidentes durante el trabajo es conveniente seguir normas de seguridad y prevención que los eviten y mantengan la seguridad y buen desarrollo de las actividades mineras. Dentro del conjunto de actividades a realizar en los trabajos de explotación , se ha visto conveniente seguir las siguientes normas y prevenciones, para un óptimo desarrollo de los trabajos mineros.

Normas y prevenciones a considerar durante los trabajos de preparación, arranque carga y transporte de material y actividades varias a realizar en la explotación.

- Vestir al personal con uniformes o ropa de trabajo adecuada a su puesto de trabajo y la protección adecuada a su puesto de trabajo y la protección adecuada (casco de seguridad, protectores corporales)
- No permitir el ingreso del personal a trabajar en malas condiciones de salud, así como el ingreso de personas a trabajar en malas condiciones de salud, así como el ingreso de personas no autorizadas a los frentes de trabajo.
- Mantenerse alejado de maquinaria en operación en un radio mínimo de 20 metros para el personal auxiliar de la misma.
- Realizar el mantenimiento de maquinaria (lubricación, limpieza, reparación) solamente cuando se encuentren detenidas y bajo vigilancia.
- Almacenar combustibles, grasa y aceites en locales implementados con equipos de extinción para incendios. Se debe permitir solo el paso de personal autorizado a estas instalaciones.
- Las herramientas manuales deben ser entregadas directamente a las manos de quien lo solicita, nunca arrojadas por el aire.
- Mantener los frentes de trabajo libres de cualquier deslizamiento de material o acumulación de agua.

- Destruir periódicamente desechos inflamables, madera en mal estado, basura, ropa grasienta.
- Inspeccionar regularmente el cumplimiento de las normas de seguridad.
- Colocar carteles en los frentes de trabajo exteriores de la cantera e instalaciones que alerten y orienten a cualquier persona sobre el peligro de su ingreso al campo minero.
- Capacitar al trabajador sobre los riesgos que presenta cada fase del trabajo y cada elemento utilizado para garantizar su integridad y la de quienes trabajan con él.
- Mantener el espacio suficiente de seguridad entre las máquinas que operan simultáneamente para evitar accidentes por contacto.

5.11 Conclusiones.

Las conclusiones a las cuales se ha llegado en el presente capítulo son las siguientes:

- El material de acuerdo a la caracterización se presenta óptimo para la fabricación de materiales de construcción, es decir la fabricación de ladrillo común. De acuerdo a esta alternativa se ha evaluado la rentabilidad de la explotación del material en función al precio de esta materia prima la cual ha sido del 31.78 %. Si bien se presenta una

rentabilidad de 13.78 puntos a la tasa bancaria, esta se considera será elevada, una vez industrializado el material, por las siguientes consideraciones:

- El alto índice de incremento poblacional a nivel local y provincial, lo que influye directamente en el requerimiento de vivienda y su construcción.
- La construcción de vivienda, se relaciona directamente con la demanda de materiales de construcción.

Este marco de análisis, conduce a reconocer la importancia relevante de la proyección de arcillas para la fabricación de materiales de construcción. Actualmente a nivel local y provincial se obtiene estos productos de la ciudad de Catamayo y Huaquillas y los que se produce en algunos sectores de la provincia pero que no abastecen la demanda por lo que se importa de las ciudades mencionadas.

Se debe acotar también que debido a los altos costos en la transportación, estos materiales de construcción (ladrillo y teja) elevan su precio considerablemente.

Esto se verifica por el costo de 80 dólares el stock de 1000 unidades de ladrillo común en la ciudad de Loja, el cual se cotiza en la localidad de Yanzatza en 220 dólares. Esta proyección económica, ve la posibilidad de obtener un rendimiento económico estableciendo la utilización de la materia prima del lugar para la fabricación de materiales de construcción en una primera instancia, y con estudios más avanzados del material e implementación de tecnología poder obtener calidades más finas de productos en el transcurso de la explotación.

CAPITULO VI.

CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA PARA SU UTILIZACIÓN INDUSTRIAL

La caracterización de las Arcillas del Sector San Antonio – La Delicia se ha efectuado con el objetivo de establecer la utilidad del material como materia prima. Para ello se ha realizado una recopilación de los requerimientos industriales que son necesarios en este tipo de material de acuerdo al tipo de producto obtenido; y por comparación de los resultados de los análisis y ensayos efectuados determinar la validez del material para su utilización.

6.1. Utilización de arcillas en la Industria.

Las arcillas son utilizadas en un amplio campo de la pequeña, mediana y gran industria, en donde la diferencia para aprovechamiento consiste en el tipo de industria y los procesos de tratamiento a los cuales se somete el material para poder ser utilizados.

La producción y desarrollo de cerámicas a nivel mundial están concentradas en:

- **Japón:** Invierte aproximadamente US\$ 530 millones/año en investigación y desarrollo de materiales, de los cuales US\$ 200 millones corresponden a cerámicas con una participación en el mercado mundial del 65%. Las principales compañías y organizaciones en cerámicas son: Ministerio

de Industria y Comercio (MITI), Imperial Chemical Industries, Asahi Glass Co., Toshiba, Nippon Steel Corporation, Toyota y Mitsubishi. Hay más de 170 empresas dedicadas a los cerámicos¹⁹

- **Estados Unidos:** Invierten aproximadamente US\$ 340 millones/año en investigación de materiales, cerca de US\$ 100 millones corresponden a cerámicas con una participación del 25% en el mercado mundial. Las principales empresas y organizaciones dedicadas a las cerámicas son los Departamentos de Energía, de Defensa y de Comercio, la NASA, 3M Corp, la General Motors y la Ford Co¹⁹.

- **Alemania y Francia:** Se encuentran en tercer lugar en el desarrollo de cerámicas con un atraso de cerca de 5 años respecto a Japón y Estados Unidos. En Alemania se invierten US\$ 970 millones/año en materiales. Algunos centros de investigación de Alemania son el Ministerio de Investigación y Tecnología, el Instituto Max Planck, y el Ministerio de Defensa¹⁹.

- **España e Italia:** La fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos en España ha experimentado cambios considerables. En 2000 la producción de baldosas fue alrededor de 621 millones de metros cuadrados, cifra que lo sitúa como primer país del mundo en volúmenes de producción junto con Italia. Esto ha repercutido en una mayor automatización del proceso y en una mejora de la calidad del producto¹⁹.

¹⁹ Arcillas Industriales : Yacimientos y Aplicaciones. Doval Montoya M, M García Romero y otros.

6.2. Arcillas Utilizadas en la Industria

Las arcillas comúnmente utilizadas, se componen generalmente de ciertas especies de minerales, aunque se debe mencionar que las variedades de los minerales que componen a una arcilla son extensas. Aquí se describen los tipos más conocidos y los que mayor utilización presentan en nuestro medio.

6.2.1. Tipos

6.2.1.1. Caolines

Las arcillas de este tipo, son mineralógicamente compuestas por caolín, especie mineral cuyo compuesto químico es el silicato de Aluminio hidratado.

Estas arcillas son de coloración blanca y por su contenido en hierro, pueden presentar tonalidades amarillentas²⁰.

6.2.1.2. Montmorillonita

Esta especie mineralógica, forma arcillas de una coloración ploma, aunque existen arcillas de este grupo mineralógico que se presentan con tonalidades rojas, por la presencia de óxidos de hierro.⁶

²⁰ Evaluación Cuantitativa y Cualitativa de Arcillas en la hoya de Loja y su posible utilización industrial. Tesis de grado. Granda Henry, Sisalima Norman. Tesis de Grado. UNL 2002

6.2.1.3. Illitas

Otra especie mineral, de la cual se componen varios tipos de arcilla es la illita, denominada también hidromuscovita .Las arcillas conformadas por este mineral, son también de importancia para la industria. La inmensa variedad de arcillas, ocurren por los procesos geológicos de formación y acumulación de este material, así como la variación en la composición química de los tipos descritos.⁶

6.3. Características de las Arcillas utilizadas industrialmente.

Las características industriales que se han recopilado a continuación, toman como referencia el producto a obtenerse, para el cual se utiliza la arcilla como materia prima. Se debe manifestar, que no existe una normativa o especificaciones detalladas, por la gran variedad de arcillas existentes, por lo cual la información que a sido tomada para la evaluación corresponde a las citas bibliográficas de varios autores, trabajos de evaluación de arcillas realizados por centros de investigaciones, de los cuales se a podido recolectar la información para realizar la comparación centrada específicamente a los datos obtenidos del análisis del material.

6.3.1. Contracción del Material

La contracción del material, o disminución del tamaño, se experimenta tanto durante el secado del material al natural así como durante la cocción del mismo²¹.

²¹ Materiales de Construcción. Felix Orús Asso

Tabla 2. PORCENTAJE DE CONTRACCIÓN TOTAL, A DIFERENTES TEMPERATURAS PARA ALGUNAS ARCILLAS DE ALFARERÍA

Arcillas	% de contracción		
Roja de Ohio	11.5	12.5	13.6
Roja	11.0	15.0	15.0
De loza	9.0	15.0	12.0
De loza	6.5	8.5	10.5
Plastica inglesa	14.0	18.0	18.0
Refractaria	8.0	10.0	11.0
Caolin de Florida	12.5	16.5	18.5
Caolin de Georgia	8.0	9.0	12.0

Fuente: Evaluación de arcillas en la localidad de Centeno. ISMM-CUBA

CUADRO 41. PORCENTAJES DE CONTRACCIÓN DEL MATERIAL POR TIPO DE PRODUCTO

Tipo de Producto	Porcentajes de Contracción del Material
Productos Cerámicos: Lozas, Parcelanas, Baldosas para piso y pared (*)	2 – 3 %
Productos de Alfarería: Recipientes y Utensilios.	
C. Secado Natural	3 %
C. Secado Cocción	1 – 2 %
Materiales de Construcción:	
Tejas	
C. Secado Natural	3 – 4 %
C. Secado Cocción	2 %
Ladillo Común	
C. Secado Natural	7 – 8 %
C. Secado Cocción	6 – 5 %

Fuente: Varios autores

Estos porcentajes de contracción, pueden ser modificados de acuerdo al tipo de producto que se desea obtener, haciendo uso de materiales desgrasantes orgánicos, de preferencia no influyan mayormente en el volumen de la masa durante la cocción.²²

6.3.2. Plasticidad

La plasticidad, otra característica importante para la utilización de una arcilla, se puede disminuir o controlar de acuerdo a la necesidad para el moldeo de la forma que tendrán los productos.

Esta tarea, se efectúa mediante la mezcla de arcillas denominadas “plásticas” por su alto índice de plasticidad y arcillas “magras” las cuales no presenta la plasticidad adecuada para moldearse. Para la disminución de la plasticidad, es decir para poder obtener una masa manejable en el moldeo, se controla la adición de agua²².

TABLA 3. ÍNDICE DE PLASTICIDAD.

Arcillas	Índice de plasticidad
De alta plasticidad	Mayor que 17
Plásticas	7 - 17
De baja plasticidad	0 - 7

Fuente: Evaluación de arcillas en la localidad de Centeno. ISMM-CUBA

²² Evaluación de Arcillas en la localidad de Centeno, Cuba. Daris Fonseca Instituto Superior Mineralógico de Moa , Cuba.2004

6.3.3. Temperatura de Cocción

La Temperatura de cocción a la cual se somete el material moldeado, son específicas de acuerdo al tipo de producto a obtenerse. En el siguiente cuadro se dan algunos rangos de temperatura necesarios para diferentes productos²².

CUADRO 42. TEMPERATURAS DE COCCION PARA ALGUNOS PRODUCTOS DE ARCILLA

Tipo de Producto	Temperaturas
Productos Cerámicos:	
- Lozas, porcelanas	1100° – 1200°
- Cerámica para pisos y paredes	1270° – 1370°
Productos de Alfarería:	
- Recipientes y Utensilios	860° – 1010°
Materiales de Construcción:	
- Ladrillos	870° – 80°
- Tejas	1070° – 1170°
Materiales Refractarios:	
- Ladrillo Refractario	1260° – 1370°
	1450° – 1510°

Fuente: Caracterización de arcillas industriales en la hoy de Loja Tesis de Grado UNL

TABLA 4. CERÁMICA QUE EMPLEA ARCILLAS DE BAJO PUNTO DE FUSIÓN

•	Arcillas de bajo punto de fusión	1100 – 1150°C
	▪ Temperatura de cochura	800 – 900°C
	▪ Absorción	Menor o igual a 25%
	▪ Contracción al secado	Menor o igual a 6%
	▪ Pérdida por ignición	Menor o igual a 10%
•	Margas calizas arcillosas	
	▪ Arcillas	Mayor o igual a 10%
	▪ Carbonato de Calcio	Menor o igual a 60%
	▪ Temperatura de cochura	600 – 700°C
	▪ Contracción al secado	Menor 5%
	▪ Pérdida por ignición	Menor 15%
	▪ Contracción a la quema	1 %
	▪ Humedad para introducirla al horno	11 %

Fuente: Evaluación de arcillas en la localidad de Centeno. ISMM-CUBA

Las arcillas ricas en Silicatos de Aluminio y pobres en Fe, Ca y Mg son consideradas, arcillas de alto punto de fusión, y presentan algunas de las siguientes características.

TABLA 5. CERÁMICA QUE EMPLEA ARCILLA DE ALTO PUNTO DE FUSIÓN

▪	Al ₂ O ₃	36 – 42 %
▪	SiO ₂	50 – 57 %
▪	CaO y MgO	Menos de 0,5 %
▪	FeO	2 %

Fuente: Evaluación de arcillas en la localidad de Centeno. ISMM-CUBA

Proceso de cocción

Al cocerse, la arcilla, que es un material plástico y fácil de conformar, se transforma en una sustancia dura y permanente. Durante la cocción se producen profundos cambios en la arcilla. La arcilla cocida es completamente diferente tanto física como químicamente. Después de cocida, la arcilla, que era blanda, fácilmente desintegrable, plástica y sin resistencia, se convierte en un material duro, semejante a una roca e impermeable al agua. El primer cambio que sufre durante la cocción es la terminación de su secado, el cual debe llevarse a cabo lentamente, pues la formación de vapor de agua en la pasta de arcilla puede provocar su estallido.

El siguiente cambio ocurre aproximadamente a los 350°C, donde el agua combinada químicamente comienza a eliminarse. En este punto debe darse a la cocción suficiente tiempo para evitar el desarrollo repentino de vapor de agua y la posible rotura del objeto.

A los 500 °C la arcilla se ha deshidratado completamente y no se ablandará o desintegrará en el agua. También habrá perdido su plasticidad, teniendo lugar un cambio químico irreversible, que no está acompañado de contracción.

Otro cambio importante que se produce durante las primeras etapas de la cocción es la oxidación o descomposición de todos aquellos elementos de la arcilla que no están ya en forma de óxidos, los cuales pueden ser materia orgánica como

el carbón, e inorgánicas como los carbonatos o sulfatos, la cual se completa a los 900°C aproximadamente.

Al aumentar la temperatura, el cuarzo, asociado a la arcilla como un mineral accesorio, se reordena en una forma ligeramente diferente.

Cuando se alcanzan los 573°C los cristales de cuarzo cambian de cuarzo alfa a cuarzo beta, el cual va acompañada de un ligero ($\pm 2\%$) aumento de volumen, que es reversible, cuando se enfría el cuarzo cambia de beta a alfa volviendo a tomar su forma cristalina y tamaño originales. Este cambio de volumen en el cuarzo de una pasta cerámica debe realizarse lentamente para evitar daños en las piezas.

Gran parte de la cerámica que sale del horno agrietada está dañada o bien por un calentamiento o un enfriamiento demasiado rápido a esta temperatura crítica²².

6.3.4. Coloración del Material sometido a Cocción.

La coloración que presentan las arcillas al ser sometidas a cocción es una particularidad de importancia que regula la utilidad como materia prima de la arcilla en la fabricación de productos.

El material en estado natural, presenta coloraciones de acuerdo a la composición química, que se ve modificada al elevarse la temperatura. La mezcla de clases de arcilla, influye de igual forma en el color obtenido.²³

CUADRO 43. COLORACION DE COCCION

Tipo de Producto	Coloración del Material
Productos Cerámicos: - Lozas, Porcelanas - Materiales Eléctricos - Cerámica de Piso y Pared	Blanco Blanco Café oscuro Rojo anaranjado
Productos de Alfarería: - Recipientes - Utensilios	Rojo – Caoba Rojo – Caoba Rosado
Materiales de Construcción: - Ladrillos - Tejas	Rojo anaranjado Amarillo de Cuero Rojo anaranjado

Fuente: Varios autores

6.3.5. Agua de Plasticidad y secado

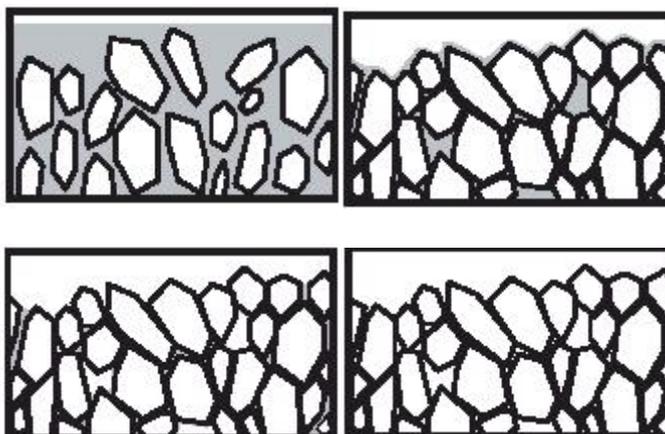
El agua, es empleada como el plastificante para moldeado de la arcilla. Una vez moldeado el objeto o producto, esta se elimina mediante secado. Por ello se ha establecido de acuerdo a los productos el porcentaje de agua requerido evitando el exceso porque ésta influye directamente en el manejo de la pasta para el moldeado y secado. El secado de la arcilla va siempre acompañado de contracción. La

²³ La industria ladrillera. Pedro Reverte

arcilla plástica se contrae alrededor de un 5% y las muy plásticas pueden contraerse hasta un 8%.

A medida que se desarrolla el proceso de secado, el agua superficial eliminada se reemplaza por el agua proveniente del interior de la pieza, debido a ello, las partículas se van acercando y unas con otras, alcanzándose la contracción máxima, cuando todas las partículas se hallan en contacto, como se muestra en la siguiente figura.

FIGURA 5. MECANISMO DE LA CONTRACCIÓN DE SECADO



La contracción, aunque se desarrolle lentamente, provoca dificultades durante el secado.

A medida que la película de agua entre los granos de arcilla se pierde por evaporación, las partículas se acercan más entre sí, cerrando el espacio interlaminar. Cuando la superficie de la masa de arcilla está ligeramente seca, el agua del interior sale por atracción capilar.

El secado se produce uniformemente, a menos que la masa sea muy gruesa. El efecto acumulativo de cada partícula acercándose unas a otras es la contracción de toda la masa.

La contracción y el secado están relacionados generalmente con la estructura del grano de la arcilla y por tanto con la plasticidad. Las arcillas de tamaño de grano muy fino se contraen más debido a la presencia de mayor cantidad de intersticios llenos de agua que se cierran.

Cuando toda el agua se ha evaporado y las partículas están en contacto ha concluido el secado, a pesar de que ellas pueden estar húmedas y el secado no está completo, hasta que se elimine por evaporación.

El secado más rápido de una parte del objeto que otra, provoca la contracción desigual entre las mismas trayendo como consecuencia el curvado o agrietamiento. Para evitar los indeseados procesos de alabeo, agrietamiento o deformación, es necesario un secado lento y uniforme.²²

Formas de facilitar el secado

El proceso de secado se facilita añadiendo a la arcilla cualquier tipo de partículas no plásticas, las cuales tienden a absorber menos agua que la arcilla y proporcionan poros abiertos o canales a través de los cuales se evapora el agua.

Las partículas no arcillosas, especialmente las de tamaño relativamente grandes tienen gran uso cuando los objetos deben hacerse con paredes

gruesas como esculturas o terracotas. En este caso se utiliza comúnmente la chamota, que no sufre contracción posterior y disminuye la contracción total.²⁴

6.3.6. Composición Química.

La composición química es de importancia en las arcillas empleadas en Cerámica, en donde la pureza de la Arcillas y los porcentajes de los compuestos que la integran condicionan las propiedades obtenidas en el producto acabado, o durante su fabricación.

TABLA 6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ARCILLAS INDUSTRIALES

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ARCILLAS INDUSTRIALES	
Compuesto	Porcentajes de composición
SiO ₂	30 – 50 – 65.45 – 69.63
Al ₂ O ₃	36 – 42 – 23.23 – 19.61
Fe ₂ O ₃	1.29 – 1.67-5
CaO	0.43- 0.5 – 1.20
K ₂ O	0.54 – 1.67

Fuente: Varios autores

Se debe mencionar que la composición química real de las arcillas, aunque es necesario conocerla, tienen pocas veces algún interés en el proceso de formulación de la mezclas, siendo esta importante y de mayor interés en industrias específicas.

La composición química influye en la coloración de la arcilla una vez que se ha sometido a cocción. La relación se presenta en el siguiente cuadro.

²⁴ Arcilla y Vidriado para el Ceramista. Rhodes Daniel

CUADRO 44. RELACIONES DE COMPOSICION QUIMICA Y COLORACION DE COCCION

Composición química de la arcilla	Coloración presentada sometida a cocción
Arcillas ricas en Alúmina (Al_2O_3)	Productos de coloración blanca
Arcillas ricas Alúmina y pobres en Hierro	Productos de coloración amarilla o gris
Arcillas pobres en Alúmina y ricas en hierro	Productos de color rojo, las más empleadas en la fabricación de materiales de construcción. Proporción adecuada $Al_2O_3: Fe \rightarrow 1:3$. Arcillas con proporción de Fe mayor no es apta para calidades finas.
Arcillas pobres en Alúmina, ricas en Fe y cal	Tipo marga arcillosa. Temperaturas bajas: color rojo . Temperaturas altas: blanco o amarillo por formación de silicatos cálcicos. Proporción: alúmina / Fe 1: 1,6 ; 1:2,5

Fuente: Materiales de construcción. Félix Orús Asso

6.3.7. Granulometría

El tamaño del material, influye tanto para la extracción, como en el tratamiento y utilización de la arcilla. El tamaño de material es diferente para fabricar una porcelana fina que para fabricar tubos de desagüe⁵. El conjunto empleado comúnmente no es mayor a 0,05mm para productos de alta calidad y de 0,5 a 0,6 mm para productos de menor elaboración.²²

6.4. Determinación de las características de las Arcillas del Sector.

La determinación de las características del material, se obtuvo mediante los Análisis y Ensayos de Laboratorio descritos en el Capítulo III, y que se pueden observar en los anexos.

6.4.1. Resultados del Análisis de Composición Mineralógica.

Las arcillas del Sector de estudio, se componen de los siguientes minerales, los cuales se detallan en función de las zonas establecidas.

CUADRO 45. COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DE LAS MUESTRAS

Zona	Composición	Formula	%
Zona 1	Montmorillonita	$AlSi_2O_6(OH)_2$	25.86
	Feldespato	$(K_{0.65}Rb_{0.35})AlSi_3O_8$	74.13
Zona 1	Montmorillonita	$AlSi_2O_6(OH)_2$	16.67
	Feldespato	$(K_{0.65}Rb_{0.35})AlSi_3O_8$	83.33

6.4.2. Resultados del análisis de la Composición Química.

La composición Química del material, se da igualmente en función de las zonas delimitadas.

CUADRO 46. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS MUESTRAS

Zona	Compuesto Químico	Porcentaje
Zona 1	SiO ₂	55.26 %
	Fe ₂ O ₃	10.68 %
	Al ₂ O ₃	14.71 %
Zona 2	SiO ₂	62.14 %
	Fe ₂ O ₃	5.21 %
	Al ₂ O ₃	20.68 %

6.4.3. Resultados del Ensayo de Contracción del Material.

La contracción del material, experimentado tanto al natural como durante la cocción se anota en el siguiente cuadro:

CUADRO 47. CONTRACCIÓN DEL MATERIAL

Zona	% de C. Natural	% de C. Cocción	% de C. Total
Zona 1	11.9%	5.9%	17.8%
Zona 2	10.7%	2.3%	13.0%

6.4.4. Resultados del Análisis de Plasticidad.

El resultado de la determinación de los valores de límite líquido, límite plástico mediante los que se ha determinado el índice de plasticidad se anotan en el siguiente cuadro.

CUADRO 48. PLASTICIDAD DEL MATERIAL

Zona	Limite liquido	Limite plástico	Índice de Plasticidad
Zona 1	68.00	37.00	31.00
Zona 2	59.00	30.00	29.00

6.4.5. Resultados de la Coloración del material**CUADRO 49. COLORACIÓN DEL MATERIAL COCIDO**

Zona	Coloración Natural	Coloración sometida a Cocción
Zona 1	Roja Anaranjado	Rojo Ladrillo
Zona 2	Amarillo - Pardo	Roja Anaranjado

6.5 Caracterización de las Arcillas del Sector para la utilización industrial.**6.5.1 Caracterización**

En base a las características de las arcillas obtenidas mediante los trabajos de laboratorio las cuales han sido evaluadas en el capítulo III, referido a los trabajos de exploración y zonificación, y en el presente capítulo con las características de las arcillas establecidas para las industrias más comunes y el empleo que se pretende dar al material, se puede manifestar los siguiente:

- ◆ Las arcillas del sector de estudio, son arcillas de tipo común, compuestas por montmorillonita y feldspatos en los porcentajes determinados

mediante el análisis respectivo. De acuerdo a los mismos, se deduce que el material es una arcilla común.

◆ La contracción experimentada por el material es mayor a la establecida durante el secado natural, por cuanto de acuerdo con la bibliografía si se pretende utilizar el material es necesario la adición de un control durante el proceso de secado.

◆ La plasticidad, se enmarca dentro del rango establecido para arcillas de alta plasticidad lo que se ha podido constatar por la contracción experimentada, situación que la bibliografía de arcillas también la establece de esta forma y menciona para su control la adición de partículas no sujetas a contracción o también llamados desgrasantes. En este caso se puede decir que el material para ser empleado requeriría de una mezcla con arena común que logre rebajar su plasticidad y controlar la contracción. Se podría decir también que el material es apto para formular mezclas en las cuales se necesite de arcilla con elevada plasticidad.

◆ La coloración del material quemado se presenta apta para objetos de alfarería y materiales de construcción, no teniendo más observaciones que considerar en este aspecto.

◆ El material ha sido sometido hasta una temperatura de 1080° (condicionada por el equipo utilizado), a la cual se observa el endurecimiento, deduciéndose que el material necesita una temperatura más elevada para obtener el punto de fusión o también que podría ser refractaria

6.5.2 Evaluación

La evaluación de la utilidad en la que se puede emplear al material, relacionada con todo lo manifestado, son las siguientes:

Uso para la elaboración de Objetos de Alfarería

Uso para la elaboración de Materiales de Construcción.

De los siguientes usos, la elaboración de materiales de construcción es la que más significancia presenta en cuanto a rendimiento económico por cuanto se escoge como el uso más propicio que se le debe dar a las arcillas del sector.

6.5.3 Utilización en la fabricación de Materiales de Construcción.

Para el empleo de las arcillas del sector “San Antonio – La Delicia” en la fabricación de materiales de construcción como ladrillo común, se ha elaborado:

El cálculo de volumen de material por unidad de producto (ladrillo), mediante el cual estimar el rendimiento por metro cúbico de arcilla en unidades de producto. El esquema de tratamiento de la arcilla para elaboración de ladrillo.

6.5.3.1 Cálculo del volumen del material por unidad de producto.

Una vez definido el empleo de las arcillas del Sector, se ha creído conveniente determinar el rendimiento del material para la fabricación de una unidad del producto a obtener. Esta se basa en los porcentajes de contracción que experimenta el material al natural y una vez cocido.

6.5.3.2 Esquema de procesamiento de material para la fabricación de ladrillo.

Ver figura 5.

**CUADRO 50 CÁLCULO DE VOLUMEN DE MATERIAL POR UNIDAD DEL
PRODUCTO**

FIGURA 6 ESQUEMA DE PROCESAMIENTO DE MATERIAL

CAPITULO VII.

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

7.1. Introducción

La provincia de Zamora Chinchipe, ubicada al Sur Oriente de Nuestro País, entre las estribaciones de las Cordilleras Central y Oriental o denominada también Zona Sub Andina, se presenta como una zona rica en Recursos Naturales, tanto Renovables como No Renovables.

La explotación de estos Recursos data desde el año 1500, cuando en aquel entonces se extraía Oro desde el lugar que hoy se conoce como el Asentamiento Minero de Nambija. Este indicio de riqueza, hizo que los Colonos abran su camino a través de los Ríos y Lavaderos, comerciándose el oro obteniendo “en polvo por botellas”. Paralelamente a estos acontecimientos, se inicio a asentamientos humanos que a su vez iniciaron la explotación de especies maderables, luego los lugares desbrozados fueron usados en cultivos de naranjillas y otros cultivos de clima Cálido – húmedo (Café, Cacao, Yuca, Plátano, Tomate), utilizándose también como Invernas y Potreros.

Estos asentamientos humanos, fueron convirtiéndose en poblaciones, siendo Yanzatza una de ellas con un desarrollo urbano actual del 15% anual.³ Como se ha descrito la zona desde los inicios de su colonización ha provisto de variados recursos naturales. Estudios actuales han determinado en una u otra forma algunos aspectos de destrucción del ambiente, producto de la explotación de los recursos naturales a nivel

global, no sólo en lo que ha Recursos Minerales se refiere, por cuanto se ha creído conveniente evaluar la situación actual del sector y mediante la evaluación de los impactos a generarse por la explotación mineral obtener las medidas apropiadas para la corrección y mitigación del impacto, proyectando que estas soluciones restituyan no solamente las condiciones actuales del sector, sino que puedan mejorar dichas condiciones para una vez satisfecha la explotación mineral, sirvan nuevamente a las actividades agropecuarias que han desarrollado la zona y permitan la regeneración de un medio ambiente propicio para los organismos biológicos, dentro de los cuales también se incluye el hombre.

Se ha idealizado de esta forma, por cuanto como producto de la explotación mineral se puede obtener los recursos económicos necesarios, estableciendo así realmente un proyecto económicamente rentable y ambientalmente sustentable.

7.2. Caracterización del Medio

7.2.1. Medio Físico

Para la caracterización del medio Físico, se ha tomado en consideración las siguientes componentes ambientales: Agua, Aire, Clima, Suelos.

7.2.1.1. Agua

7.2.1.1.1. Calidad de Agua

Esta componente ambiental, se registra en el sector de estudio a través de una pequeña vertiente de agua de origen subterráneo, en la que por

su tipo de origen se puede catalogar como agua libre de contaminación o contaminantes externos.

7.2.1.2. Aire

7.2.1.2.1. Calidad de aire

La zona en general, debido a la forestación abundante aún a pesar de la intervención antrópica, dispone de un aire limpio. Estudios realizados en otras zonas de desarrollo minero de la provincia realizados por organizaciones de protección ambiental como Fundación Ecológica Arco Iris de la ciudad de Loja, han determinado un contenido de oxígeno del 92% en el aire.

7.2.1.3. Clima

El cambio climático mundial, también registra modificaciones en la zona, registrándose disminución en la pluviosidad de la zona en relación a otros años. El tipo de clima es Calido-Húmedo. Los factores que comprende el clima se describen a continuación.

7.2.1.3.1. Precipitaciones

Las precipitaciones en la zona, se registran en los 2284.6 mm anuales, siendo los meses que mayor precipitación registran los meses de Junio y Julio. El resto del año se presentan transitorio.

7.2.1.3.2 Temperatura

La temperatura es variable, entre temperaturas que oscilan desde los 18 hasta 34.6 grados centígrados, con un promedio anual de 23 grados centígrados.

7.2.1.3.3 Radiación solar

La radiación solar, es variable con periodos de mayor y menor intensidad en el día, en relación a la nubosidad variable.

7.2.1.3.4 Nubosidad

La nubosidad es variable, presentándose con mayor intensidad hacia las primeras horas de la mañana, disminuyendo con el transcurso de este.

7.2.1.3.5 Humedad

Las condiciones de humedad son por las características del clima de alrededor del 90%.

7.2.1.3.6 Velocidad del viento

La velocidad del viento, se ha calculado en un promedio de 7.0 km por hora

**CUADRO 51. ESTADISTICA ANUAL DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS
ESTACIÓN METEREOLÓGICA YANZATZA**

ESTADISTICA ANUAL DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS ESTACIÓN METEREOLÓGICA YANZATZA	
FACTORES CLIMATOLOGICOS	PROMEDIO ANUAL
Temperatura del aire a la sombra	23°C
Humedad Relativa	90%
Precipitaciones	2284.6 mm
Nubosidad	6 octas
Evaporación	97.8mm
Punto de Rocío	21.3°C
Tensión de Vapor	25.6 hPa
Velocidad Media del Viento	7.0 Km/h

Fuente: Anuarios Meteorológicos. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI.

7.2.1.4. Suelos

7.2.1.4.1. Suelos Superficiales

Los suelos superficiales, son de tipo arcilloso, estos presentan una profundidad pequeña con un máximo de 15 a 18 centímetros de espesor, los mismos que se componen de materias orgánicas en descomposición por la humedad, el mismo se ubica desde los 900 hasta los 1100 metros sobre el nivel del mar. La producción de forrajes de este suelo para alimentación de especies animales es escasa en nutrientes calculándose un valor de 2 ha / UVA/año.²⁵ De acuerdo a estudios efectuados, estos suelos presentan una excelente recuperación mediante la utilización de cubiertas vegetales del tipo Pueraria Phaseoloide.

²⁵ Estudio Agropecuario del cordón fronterizo Ecuador-Perú. Zonificación de Suelos. 2000

7.2.1.4.2. Subsuelos

El subsuelo, se presenta como capas de arcillas, de profundidad variable. Estudios de tipo agropecuario, muestran que este material es químicamente pobre, desaturado, con una capacidad de intercambio catiónico de 18 meq /100g. La saturación de base es menor al 35%, se registra además un rango de acidez y aluminio tóxico alto.

7.2.1.4.3. Topografía

La topografía del suelo, se determina de acuerdo a las estructuras geomorfológicas las cuales se caracterizan por elevaciones montañosas y lugares planos de valle, entre las cuales se localizan sectores de Pie de Monte con pendientes del relieve menores al 15%.

7.2.2 Medio Biótico

El medio biótico analizado comprende el conjunto de flora y fauna natural e implantada en el sector.

7.2.2.1. Flora

7.2.2.1.1. Vegetación

Al momento actual el área cuenta con una vegetación natural secundaria. Las especies vegetales que se han registrado se detallan a continuación.

CUADRO 52. CONJUNTO DE FLORA (Vegetación)

CONJUNTO DE FLORA.		
ESPECIES DE VEGETACION		
Nombre Común	Familia	Nombre Científico
Platanillo	Musaceae	Heliconia Sp.
Beldaco	Leguminosae	Pseudobombax millei
Bejuco	Araceae	Antlweium Scandes
Helecho	Pterophyta	Nephrolepis Biserrata

7.2.2.1.2. Bosques

Los bosques naturales, igualmente son de tipo secundario, estimándose abarcan un 10% de la superficie del sector, por la tala que se ha realizado años atrás de las especies primarias existentes. En relación a la clasificación de Zonas de Vida de Holdrige, esta es una zona de Bosques Húmedo Pre Montano (b.h.P.M.). Las especies de bosques se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 53. CONJUNTO DE FLORA (Forestales nativas)

CONJUNTO DE FLORA.		
ESPECIES FORESTALES		
Nombre Común	Familia	Nombre Científico
Guarumbo.	Moraceae	Cecropía montana
Nogal	Juglandaceae	Juglands netrópica
Chonta	Arecaceae	Bactris Gasipaes
Guaba	Mimosoidal	Inga edulis

7.2.2.1.3. Cultivos y Pastizales

Estos cubren el 90 % de la superficie del terreno, y se encuentran distribuidos de la siguiente manera.

Los cultivos existentes, son cultivos de Café, Cacao, Banano y Cítricos, poco abundantes y abandonados, en suma abarcan un 15% del área cubierta por cultivos y pastizales.

Los Pastizales, ocupan la mayor parte de la superficie del terreno (85% restante), dentro de la cual se han cultivado algunas especies de pasto para forraje, pudiendo diferenciar superficies ocupadas por *Cetaria Splendida*, *Axonopus Scoparius* y *Pueraria Phaseloide*.

7.2.2.2. Fauna

7.2.2.2.1. Especies de fauna Silvestre

Debido a la influencia antrópica en el sector, la fauna silvestre es escasa, de todos modos se evidencia la presencia de algunas especies, las que se anotan a continuación:

CUADRO 54. CONJUNTO DE FAUNA

CONJUNTO DE FAUNA REPRESENTATIVA DEL SECTOR.	
ESPECIES DE MAMÍFEROS.	
Nombre Común.	Nombre Científico.
Conejo Silvestre	Sylvilagus Brasiliensis
Guatusa	Dasyprocta Punctata
Ratón de Campo	Oryzoms Sp.
Murciélago	Desmodus Rotundus.
ESPECIES DE AVES	
Nombre Común	Nombre Científico.
Lechuza	Tito alba
Carpintero	Venidiornis Callanatus
Golondrina	Natiochelidon Cyanoliuca
Tórtola	Zenaida Auriculata.
ESPECIES DE REPTILES	
Nombre Común	Nombre Científico
Lagartija	Bothrops Sp.
ESPECIES DE ANFIBIOS	
Nombre Común.	Nombre Científico
Rana	Electherodactylus
Sapo	Dentrobates Sp.

De igual forma se registra la presencia de variedad de insectos vulgarmente conocidos como arañas, grillos, ciempiés, zancudos, variedad de hormigas, comején, morojas y variedades de cigarras.

7.2.3 Medio Perceptual

Dentro de este medio, se contempla la imagen que induce el área a la vista de cualquier observador denominada. Paisaje natural.

7.2.3.1. Paisaje

La panorámica del Paisaje, comprende el valle del Río Zamora y las elevaciones de baja y mediana altura circundantes, por las cuales descienden flujos de agua superficial, denominadas quebradas.

Las zonas de valle se conforman de sectores de invernadas y potreros, en contradicción con las zonas más altas que a su vez son líneas de cumbre divisoras de las cuencas del Río Zamora y Nangaritza y las cuales se cubren con vegetación y forestación Primaria propia de la zona dando como resultado un paisaje modificado en las partes bajas y llanas, pero a la vez natural en las partes altas.

7.2.4 Medio Socio Económico Cultural

7.2.4.1. Población

La Población existente, se circunscribe a la Parroquia Yanzatza en la que actualmente existe una población de 3152 personas la cual se dedica a las siguientes ramas de la actividad productiva: Agricultura, Ganadería, Servicios, Comercial, Caza, Pesca y Silvicultura, además de Explotación de Minas y Canteras.

En el sector de estudio no se localiza asentamientos poblacionales trasladándose la población que realiza en el mismo sus actividades productivas desde la población central. Las actividades mencionadas son Agricultura y Ganadería.

7.2.4.2. Uso de Suelo

Según estudios PRONAREG – ORSTOM (1980) el área general al cual se circunscribe el sector de Estudio, corresponde a zonas de colonización antigua, pionera de la RAE, que se caracteriza por una relativa antigüedad del proceso de colonización que originó el doblamiento de la zona en la década de 1930 y 1940 provocados por la apertura de Caminos.

Luego la zona paulatinamente sufrió un proceso de minifundización por parcelaciones por herencia y ventas sucesivas de las fincas de los primeros colonos.

El suelo actualmente se dedica al uso agropecuario, hasta los 1100 metros, caracterizados por una deforestación muy dinámica. Los cultivos desarrollados, así como ganadería es para consumo familiar y comercial.

7.2.4.3. Producción

La producción de la zona, se centra en productos alimenticios como: Café, Cacao, Caña, Plátano, Yuca, Ganado Vacuno según información de CONEFA – Yanzatza de 400 reses semanales para los mercados de Loja y Guayaquil. Alimentos Elaborados como Miel de Abeja “La Estancia” y Licores (“Araza” licor de Membrillo). También se explota maderables y dentro de la producción Minera Oro y Arenas Silíceas.

7.2.4.4. Infraestructura

7.2.4.4.1. Servicios Básicos

7.2.4.4.1.1. Agua

Se dispone de Agua Entubada cercana al Sector, lo cual va a la planta de tratamiento para abastecimiento de la Parroquia Yanzatza.

7.2.4.4.1.2. Salud

La infraestructura y el servicio correspondiente a la Salud, es proporcionado por la parroquia Yanzatza, en donde existe un hospital con capacidad de 20 camas, existiendo además centros de salud y dispensarios médicos públicos y privados.

7.2.4.4.1.3. Energía

Existe una red de distribución de Energía Eléctrica a nivel urbano y una red de alto voltaje que cruza cercana al sector de estudio.

7.2.4.4.1.4. Comunicación

La infraestructura de comunicación existente en lo que se refiere a la parroquia Yanzatza es de Servicio Telefónico y la infraestructura de servicio de Internet Satelital.

7.2.4.4.1.5. Transporte

A nivel de la parroquia se cuenta con servicio continuo de transporte interprovincial, así como también servicio de transportación interno. Hacia el sector se cuenta con una vía de tercer orden carrosable.

7.2.4.5. Campo Ocupacional

7.2.4.5.1. Mano de Obra

Existente en la parroquia oferta de personal para Servicios en Actividades de tipo agropecuario, minero y artesanal, así como personal calificado en operación de maquinarias, transporte y reparación de maquinaria y equipos.

7.2.4.5.2. Profesionales

En igual forma, se dispone de personal en variadas profesiones entre ellas, Agrónomos, Veterinarios, Ingenieros Comerciales, Civiles, abogados y técnicos en minería

7.2.4.6 Medio Cultural

7.2.4.6.1 Diversidad Cultural

Debido a la presencia de habitantes nativos de las etnias Shuar así como Saraguro y Colonos de otras regiones del país por la zona

en general, lo que de una u otra forma influye en el desenvolvimiento antrópico de esta área y que es a su vez un rasgo característico singular de esta zona.

7.2.4.6.2 Arte y Cultura

La manifestación de la diversidad cultural mencionada, se ve reflejada en la elaboración de artesanías hechas de barro (arcilla) y otros tipos como piedras talladas de la etnia Shuar y variedad de tejidos de la etnia Saraguro.

7.3 Identificación y valoración de los impactos ambientales generados al medio ambiente.

7.3.1 Identificación

La identificación del impacto ambiental generado por el presente proyecto se ha realizado, siguiendo la metodología del Dr. Luna Leopold, la cual se basa en la elaboración de una Matriz, en donde se relacionan las acciones que pueden causar impacto hacia el medio ambiente y los factores y condiciones ambientales que se pueden considerar van a ser afectados, modificándose la matriz de acuerdo al tipo de proyecto.

En relación a esto se consideran como acciones las actividades a desarrollarse en cada fase de la explotación y como factores ambientales ser modificados los medios físicos, bióticos, perceptual y socio económico cultural los cuales han sido previamente seleccionados y caracterizados por los cuales representen

el medio ambiente del sector y a los cuales se piensa se impactara detrimentemente a beneficiosamente con el presente proyecto.

7.3.2 Valoración

Una vez que se ha identificado cuales serán los impactos, estos deben ser valorados esta valoración se ha hecho asignado en una escala de 1 a 10, de acuerdo a la magnitud o tamaño del impacto tomando los rangos numéricos de 1 a 3 para las mínimas alteraciones, de 4 a 6 para alteraciones medias y de 7 a 10 para las alteraciones de gran magnitud, distinguiendo los impactos beneficiosos con un signo positivo de las negativos las cuales se señalan con un signo negativo.

El segundo número califica en cambio numéricamente al impacto desde el punto de vista de la importancia que este manifieste, considerando para ello la intensidad, la duración, extensión, persistencia y otros factores que permiten juzgar la importancia del impacto. La escala numéricamente es 1 a 10 considerando los valores de 1 a 3 para los impactos de poca importancia, 4 a 6 para los de mediana relevancia y de 7 a 10 para los más importantes.

La matriz en la cual se señala los impactos identificados así como su valoración se da en los siguientes cuadros:

CUADRO 55.MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTO AMBIENTAL

CUADRO 56. MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTO AMBIENTAL

7.3.3 Resultados de la Matriz

Mediante la identificación y valoración de la matriz de impacto ambiental aplicada para la evaluación preliminar de las afectaciones que se desarrollaran por las actividades de la explotación de las arcillas del sector, se ha logrado determinar la valoración cuantitativa de los mismos.

Estos resultados que han sido obtenidos mediante la ponderación de la magnitud de cada afectación y la importancia para el medio. La cantidad de afectaciones establecidas para el medio físico una cantidad de 13 afectaciones negativas para la componente aire, para la componente agua un total de 6 afectaciones negativas y dos positivas, para la componente suelo una cantidad de 12 afectaciones negativas y 3 positivas.

Para el medio biótico el resultado nos da un total de 3 afectaciones negativas y 2 positivas para la componente flora y 5 negativas y una positiva para la componente fauna.

El medio Perceptual compuesto por la componente ambiental paisaje se ve afectado por un número de 5 afectaciones negativas y 1 positiva.

Por ultimo la cantidad de afectaciones para el medio socio económico cultural es de 4 afectaciones negativas y 2 positivas para la componente denominada uso del suelo, una cantidad de 7 afectaciones positivas para la componente

infraestructura y finalmente para la componente economía un total de 9 afectaciones positivas y ninguna positiva.

La proyección obtenida de acuerdo a las actividades a realizar por la explotación, refleja una cantidad de 5 actividades negativas y 2 positivas por la fase de exploración y las cuales ya se han realizado en el transcurso del presente trabajo.

Lo proyectado para las fases siguientes empezando por la fase de explotación es de 45 afectaciones negativas y 13 afectaciones de orden positivo, mediante el plan de regeneración ambiental se proyectan 12 afectaciones positivas y ninguna negativa.

La valoración para cada uno los medios establecidos que se han obtenido de la ponderación se ilustran en los siguientes gráficos:

GRÁFICO 8. VALORACION PARA EL MEDIO FISICO

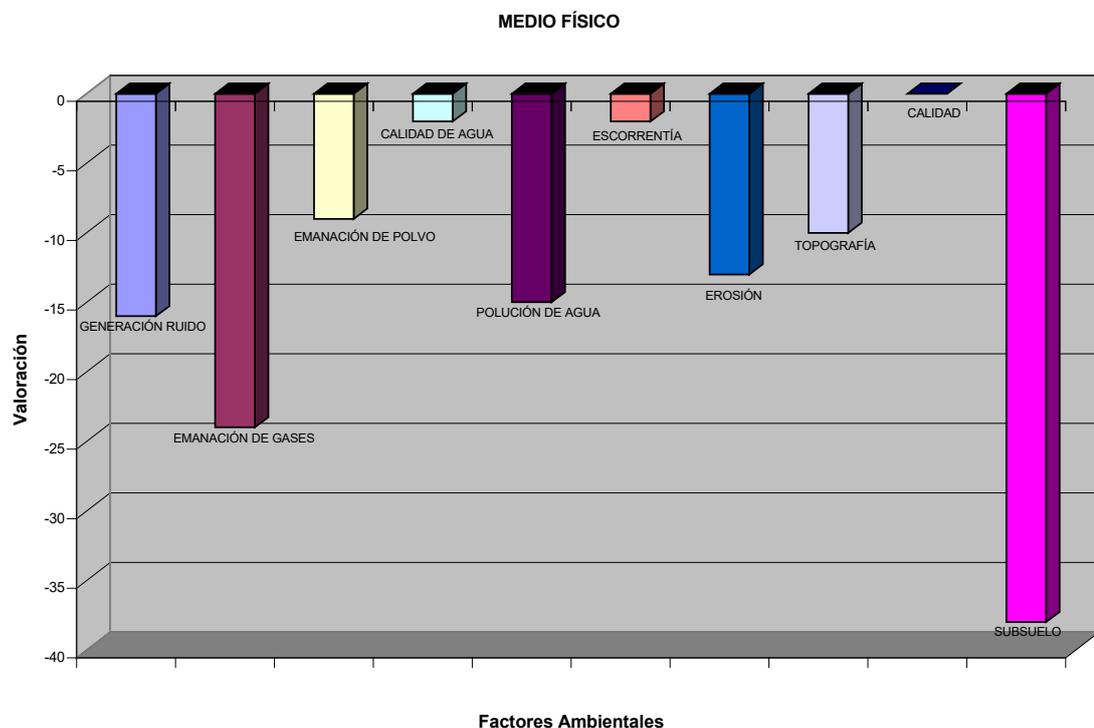


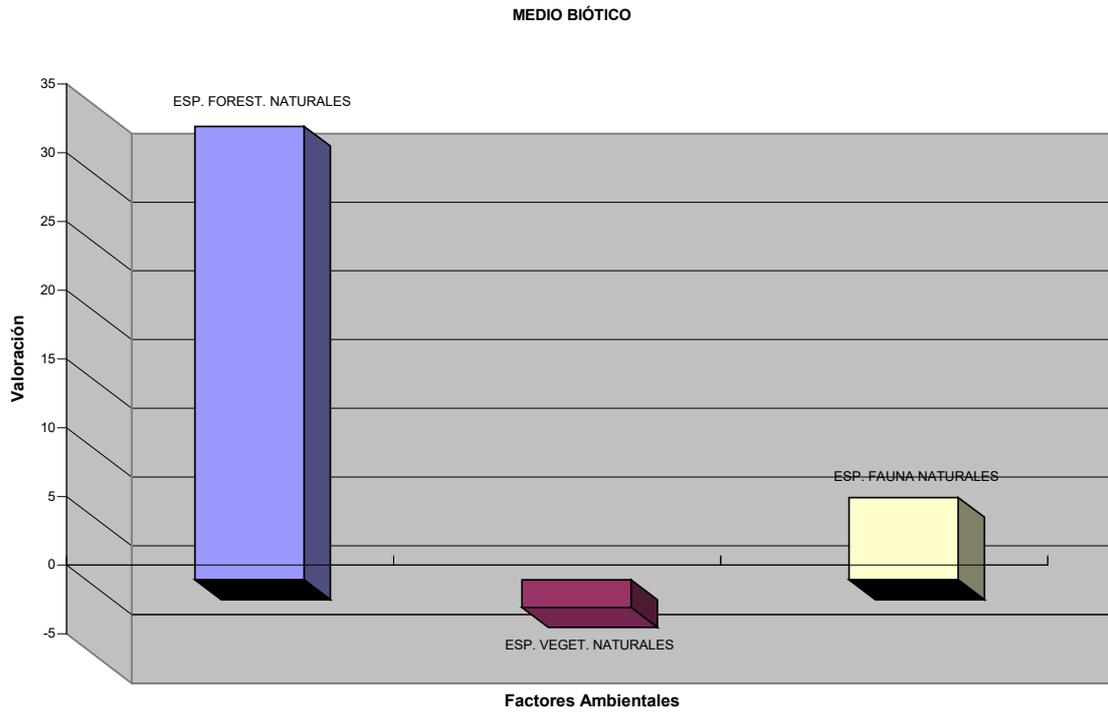
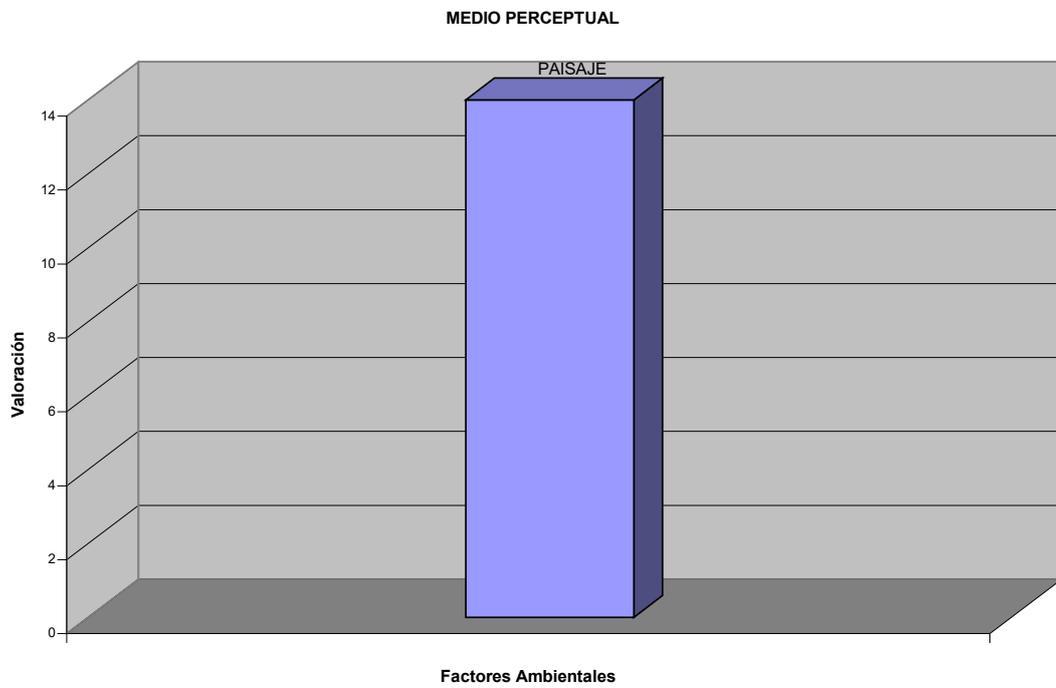
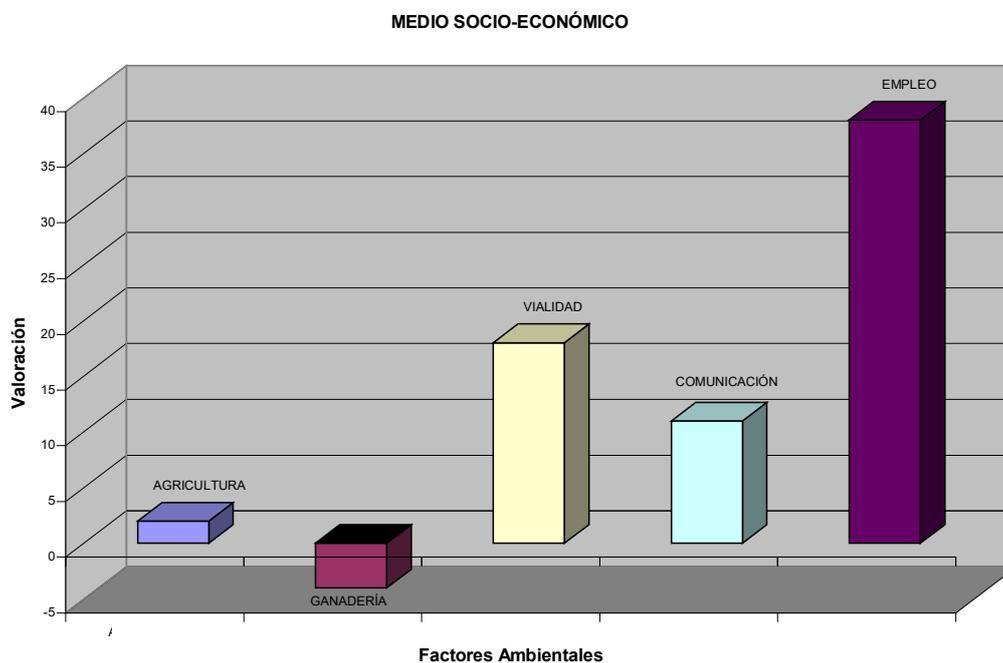
GRÁFICO 9. VALORACION PARA EL MEDIO BIÓTICO**GRÁFICO 10. VALORACION PARA EL MEDIO PERCEPTUAL**

GRÁFICO 11. VALORACION PARA EL MEDIO SOCIOECONOMICO



7.4 Impactos Generados al Medio

Un impacto ambiental es un efecto o un cambio en un parámetro ambiental determinado, hablando en un tiempo específico y un área delimitada, cuyo origen es una acción particular. Este efecto o cambio que no se hubiera presentado si la actividad no se hubiera realizado.

Dentro del presente proyecto, se abarca un determinado tipo de actividades a desarrollarse por la explotación minería y las cuales es obvio generan efectos en las condiciones actuales del medio.

Los efectos que se generan, han sido identificados, mediante la aplicación de la metodología escogida para el caso y de igual forma valorados en

función de la magnitud e importancia que cada uno representa en relación a las condiciones ambientales del sector.

7.4.1 Impactos al Medio Físico

7.4.1.1 Impactos a la Componente Aire

Este componente ambiental se prevé será afectada por los siguientes alteraciones:

Incremento del Nivel de Ruidos

Generación de Gases

Emanación de Polvo

El incremento de Ruido, se considera al igual que la emanación de gases, debido a que al momento actual no existen actividades ni maquinarias que provoquen estas afectaciones, los cuales se presentarán al operar la maquinaria en las actividades planificadas. El ruido generado como los gases emanados se piensan aunque generan contaminación su incidencia es de baja escala.

Con respecto a la emanación de Polvo, aunque se preve no es una afectación de mayor importancia, se considera por poseer durante el año de períodos de verano, los que también se presentan como tendencia general durante 3 días luego del apogeo Lunar. Se considera de baja importancia por la humedad contenida del material en banco, lo cual evita el levantamiento del polvo al aire.

7.4.1.2 Impactos a la Componente Agua

Para esta componente se prevé las siguientes afectaciones

Polución del Agua

Escorrentía

Donde la influencia de aguas lluvias sobre el campo minero será el medio que generan las afectaciones mencionadas obteniéndose aguas con sólidos en suspensiones, turbias al efectuarse el arrastre de aguas por los drenajes.

En igual forma sucede con la escorrentía, debiéndose prever las medidas adecuadas en cada caso.

7.4.1.3 Impactos a la Componente Suelo

Los impactos a esta componente se describen a continuación:

Cambio en la Topografía del Suelo, pues la misma se irá modificando en función del avance de la explotación, producida por la operación de maquinaria en la renovación de la Cobertura Vegetal y el arranque de material y también por la realización de labores de exploración.

Modificación de la calidad del suelo, provocada por la renovación de cobertura vegetal, aunque se debe manifestar que la calidad es baja por la fuerte actividad agropecuaria que se ha desarrollado, por lo que la magnitud del impacto sobre la calidad del suelo actual es considerada baja.

El subsuelo del sector, es uno de los elementos a ser más afectado pues se constituye como el sitio en donde se deposita el material de interés. Se ha considerado afectaciones de baja magnitud por las actividades de exploración y de alta escala e importancia para las actividades de extracción.

Estos son los impactos que se han identificado van a afectar en menor o mayor escala al medio físico, positiva o negativamente.(ver cuadro Medio Físico)

7.4.2 Impactos al Medio Biótico

7.4.2.1 Impactos a la componente flora

La afectación a esta componente son:

Tala de Especies Forestales, las que serán derribadas como parte de la Remoción de Cobertura Vegetal, aunque no presenta una importancia significativa por la escasa densidad sobre el terreno y el tiempo prolongado que tomará hasta llegar a los sitios sobre los cuales se encuentran plantadas.

Se debe manifestar que la mayoría de especies forestales ya se han talado por actividades desarrolladas tiempo atrás.

Remoción de Especies Vegetales Naturales, lo cual supone una afectación aunque en baja escala, debido a la poca existencia en el sector, pues ha sido reemplazada por otros cultivos.

7.4.2.2 Impactos a la componente fauna

Desplazamiento de especies de Fauna Natural, debido a la presencia de maquinaria en el sector, remoción de los materiales lo cual deriva en el cambio de las condiciones actuales a las cuales ya están adaptados los especímenes que se registran en el sector. Estos impactos al igual que en el medio Físico se consideran negativos. Estas son las afectaciones ambientales al medio biótico.(la valoración cuantitativa se ilustra en el gráfico Medio biótico)

7.4.3 Impactos al Medio Perceptual

El medio perceptual a la visión en conjunto que proyecta el sector a un observador se prevé será también modificado.

7.4.3.1 Impactos al Paisaje Natural

El cambio en la modificación del Paisaje Observable actualmente será provocado por la extracción del material, ya que se obtendrá un nuevo

perfil topográfico del sector, aunque en principio este paisaje natural ya fue modificado de un paisaje boscoso a un paisaje de Invernas y potreros, por cuanto se considera una magnitud e importancia de media escala y de carácter negativo.

(La valoración cuantitativa se observa en el gráfico denominado Medio Perceptual)

7.4.4 Impactos al Medio Socio Económico Cultural

7.4.4.1 Impactos al Uso del Suelo

Los impactos al uso de suelo actual son específicamente dos:

Modificación de las Actividades Agrícolas, debido a que el terreno va a ser removido ocupando el espacio que actualmente se dedica a esta actividad, aunque de carácter de operación del sistema de explotación puede dar facilidad para que esta actividad se desarrolle en los sitios en los cuales la explotación tardará en desplazarse.

Modificación de Actividades Ganaderas, al igual que en las actividades agrícolas pero con una menor incidencia pues esta actividad no es frecuente ya en el sector.

7.4.4.2 Infraestructura

La modificación de la infraestructura se dará con carácter positivo en dos factores, la vialidad y la comunicación. La vialidad se verá mejorada, pues para acceder al sector se necesitará mantener la vía en buenas condiciones, beneficiándose con ello algunas personas que acceden a sus terrenos por esta vía. El transporte de igual forma se modifica, debido a que el paso de vehículos tendrá un mayor acceso.

Las comunicaciones son también ampliadas por el desarrollo vial ya que se pondría llevar servicio telefónico hasta el lugar.

7.4.4.3 Impactos a la Economía

El factor económico será modificado por efecto de la generación de empleo que el proyecto producirá, catalogándose como un impacto positivo ya que contribuye a la elevación de los ingresos a la población involucrada.

La valoración del impacto a esta componente se la a ilustrado en el gráfico denominado Medio Socio económico.

7.5 Medidas de Mitigación

Como se puede observar en la Matriz de Identificación y Valoración del Impacto Ambiental, las actividades que generan una mayor incidencia negativa son la

Remoción de Cobertura Vegetal y las de Extracción de Material, por cuanto las medidas de mitigación se dirigen principalmente hacia la corrección de estas afectaciones.

Las medidas de mitigación a desarrollarse se explican a continuación.

7.5.1 Recuperación de Suelo

La recuperación del suelo removido se proyecta realizarse mediante las siguientes actividades:

Recolocación de la capa de suelo removida.

Regeneración de la cobertura vegetal.

7.5.1.1 Recolocación de la capa de suelo removida.

En las actividades de explotación se planificó que la remoción de cobertura vegetal se realice con un cierto adelanto o casi simultánea al avance de la explotación de acuerdo a las franjas trazadas conforme al avance de las franjas se obtiene los espacios vacíos, en los cuales se recolocará la capa de suelo removida.

7.5.1.2 Regeneración de Cobertura Vegetal

Inmediatamente a la recolocación de la capa removida se procede a la regeneración de Cobertura Vegetal.

Para ello se ha creído la siembra de un tipo de leguminosa que por sus condiciones de ventajas en la adaptación al medio ha sido seleccionada. El tipo de leguminosa mencionado es la Pueraria Phaseloide o Kudzú.

Sus características se presentan a continuación:

COBERTURA VEGETAL TIPO

Clasificación: Leguminosa

Nombre Vulgar: Kudzú

Nombre Científico: Pueraria Phaseloide

Características:

Bejuco de avance tipo rastrero, de hojas en forma de trébol, flor de coloración azul celeste que segrega un tipo de miel. Sus semillas son vainas alargadas conteniendo granos los cuales se esparcen por la acción solar.

Ventajas:

Alto desarrollo en terrenos removidos.

Evita la erosión del suelo por sus raíces fuertes.

Mantiene la humedad del suelo, fijando 8 quintales por hectárea de fertilizante natural (NO₂, NO₃)

Excelente para su utilización en alimentación de especies de Ganadería (Bovinos, Cuy entre otras)

Desventajas:

Establecimiento del cultivo en 2 años.

Limpeza periódica del cultivo hasta su establecimiento.

Nota: Esta información, no está contemplada aun en planes de mitigación, la misma se basa en información de investigación particular.

7.5.2 Limpieza de Drenajes Artificiales.

Para la evacuación de aguas lluvias, se ha previsto la construcción de cunetas. El agua recogida a través de estas se procederá a sedimentarse mediante pozas de sedimentación antes de su evacuación a las corrientes naturales.

7.5.3 Mantenimiento de Maquinaria y Equipos

Para la disminución de ruidos generados y el máximo aprovechamiento de combustibles se deberá realizar el mantenimiento apropiado de la maquinaria. Los gastos en esta actividad ya se han considerado en los egresos por operación de maquinaria.

7.5.4 Construcción de Zonas de Amortiguamiento

Para reducir el impacto hacia las especies de fauna, se ha previsto crear un área hacia donde estas se reubiquen. Para ello se realizará la siembra de especies de arbustos naturales hacia los alrededores del campo de explotación, los que por su pertenencia natural al medio se establecen fácilmente.

7.5.5 Reforestación

La reforestación se realizará mediante la plantación dentro de la zona de amortiguamiento de especies forestales, que por ser de un tiempo más retardado para su crecimiento, deberán estar protegidos dentro de esta zona, hasta que el avance de la explotación permita la reforestación dentro del campo minero.

7.6 Presupuesto para la Implementación de Medidas de Mitigación /Anual.

CUADRO 57. PRESUPUESTO ANUAL PARA ACTIVIDADES DE MITIGACION

ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL USD
Construcción de Zona de Amortiguamiento.*	ha	2	300	600.00
Recuperación de Suelos	ha	0.2	500	100.00
Construcción de Pozas para limpieza de Drenajes*	u	4	250	1000.00
Mantenimiento	General			500.00
Reforestación.	ha	0.2	500	100.00
Asistencia Profesional	Personal	2	300	600.00
TOTAL USD				2800.00

*Estas actividades son exclusivas para el Primer Año.

7.7 Cronograma de Ejecución de las Actividades de Mitigación.

CUADRO 58. CRONOGRAMA ANUAL DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	1º AÑO	2º AÑO	3º AÑO	4º AÑO
Construcción de Zona de Amortiguamiento	—			
Construcción de Pozas de Sedimentación	—			
Recuperación de Suelos		—	—	
Reforestación		—	—	
Mantenimiento		—	—	
Asistencia Profesional		—	—	

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

Al final del presente trabajo de tesis, y una vez analizado el mismo, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

⇒ Mediante los trabajos explorativos se ha determinado que las arcillas del sector de estudio “San Antonio – La Delicia”, son arcillas de origen meteórico, producidas por la descomposición de una masa granítica intrusiva aflorante en el área, la cual se ha deducido que geológicamente pertenece al batolito de Zamora. El depósito mineral se presenta yaciendo en forma de capas, dispuesto geométricamente en forma tabular y tabular inclinada y ubicado a nivel de la superficie

⇒ Las características del material, tanto naturales como las determinadas mediante trabajos de laboratorio, han permitido evaluar la calidad de las arcillas y mediante lo cual se pudo diferenciar dos zonas, dentro del cuerpo mineral las mismas que para su zonificación preliminar se procedieron a denominar como:

Zona 1 con arcillas de coloración rojo para el primer sector y la segunda denominada **Zona 2** con arcillas de coloración amarillenta para el segundo sector delimitado.

⇒ Los trabajos de laboratorio y sus resultados fueron comparados con los parámetros que se pudieron establecer para arcillas de tipo industrial lo que a permitido zonificarlas, de acuerdo a la valides del material para su empleo industrial, específicamente el uso del material para la elaboración de materiales de construcción del tipo ladrillo común, industrialización que emplea arcillas comunes y poca exigencias industriales.

⇒ Las reservas obtenidas fueron reservas de categoría A, cuyo cálculo se realizó mediante las metodología empleada para el cálculo se reservas de materiales no metálicos específicamente el método de el Promedio Aritmético y el método de Perfiles Verticales.

⇒ La cuantificación de material, realizado a través del cálculo de reservas probadas para cada zona y para la totalidad del sector, ha permitido establecer una cantidad de reservas mediante el método de la cuadrícula de 108412.80 m³ y para la denominada zona 2 una cantidad de reservas de 209165.80 m³ por esta misma metodología. Las reservas totales se establecen en 317578.60 m³ o su equivalente de acuerdo al peso volumétrico del material de 489071 toneladas.

⇒ La segunda metodología empleada, de perfiles verticales permitió establecer un volumen de reservas de 39501.211 m³ de material para la

denominada zona 1 y para la zona 2 un volumen de reservas de 220505.899 m³, lo que sumado equivale a un total de 260007.11 m³ de material y las cuales expresadas en peso dan una cantidad de reservas de 400410 toneladas.

⇒ La cuantificación que se ha determinado como establecida para el cuerpo mineral ha sido la del método de perfiles verticales, en razón de los valores que ofrecen las metodologías empleadas que como se puede establecer son aproximados entre si, lo cual por seguridad de acuerdo a la categoría de reservas a calcular hace que se escoja los valores mas bajos.

⇒ Las reservas probadas para el cuerpo mineral se establecen en 400410 toneladas de material, cuantificadas dentro del cuerpo zonificado. Las reservas explotables se han calculado considerando perdidas y diluciones del material en 384395 toneladas

⇒ El sistema de explotación óptimo para la explotación del cuerpo mineral es el de cantera, el cual ha sido diseñado y adoptado como la variante que garantiza bajos costos, rentabilidad y seguridad para la explotación. Mediante el análisis de factibilidad realizado se ha calculado una rentabilidad del 31.78 %

⇒ Mediante la caracterización de las arcillas se ha definido la utilidad de esta como materia prima para la elaboración de materiales de construcción del tipo ladrillo común. La utilización del material para este empleo según se ha podido determinar requiere la adición de desgrasantes los

cuales evitan la aparición de grietas en el proceso de fabricación de los productos antes mencionados.

⇒ Mediante el plan de manejo ambiental a seguir renovará la superficie a ocuparse en la explotación, de modo que sea utilizable luego de la explotación por el medio ambiente natural y actividades de producción agropecuarias características del lugar.

8.2. RECOMENDACIONES

Se puede proponer las siguientes recomendaciones:

⇒ Ampliar la zona de investigación, con el objetivo de establecer otras variedades de arcilla e implementar la zonificación hacia otros sectores de similares características lo que permitirá contar con marco más amplio de información con respecto a la calidad de arcillas de la provincia, cantidad de reservas establecidas que puedan ser tomadas para la planificación de potenciales inversiones.

⇒ Someter el material a otros tipos de análisis y ensayos mediante los cuales se pueda predecir su utilización para otros usos industriales o calidades más finas de materiales de construcción.

⇒ Legalizar la concesión minera del sector ante el Estado Ecuatoriano, mediante lo cual se pueda iniciar el aprovechamiento de las arcillas para la fabricación de los productos en los cuales se puede utilizar el material.

⇒ Divulgar el presente trabajo a conocimiento del público con el objetivo de que sea considerada para la inversión de capitales locales y externos.

⇒ Elaborar el estudio de Impacto Ambiental definitivo, el mismo que permitirá la legalización de la explotación del yacimiento.

⇒ Implementar el plan de manejo ambiental con el objetivo de recuperar la zona e incorporarla nuevamente en la actividad productiva.

ANEXOS

FOTOGRAFIA 1. VISTA GENERAL DEL SECTOR DE ESTUDIO



FOTOGRAFIA 2. VISTA GENERAL DEL SECTOR DE ESTUDIO



FOTOGRAFIA 3. CAMINO DE ACCESO



FOTOGRAFIA 4. LABOREOS DE EXPLORACION



FOTOGRAFIA 5. TIPOS DE ARCILLAS (ARCILLAS ROJAS)



FOTOGRAFIA 6. TIPOS DE ARCILLAS (ARCILLAS AMARILLAS)



FOTOGRAFIA 7. TRABAJOS DE LABORATORIO (HORNO DE ALTA TEMPERATURA)



FOTOGRAFIA 8. TRABAJOS DE LABORATORIO (COCCION DE ARCILLAS)



FOTOGRAFIA 9. ARCILLA EN ESTADO NATURAL



FOTOGRAFIA 10. ARCILLA COCIDA



FOTOGRAFIA 11. PRODUCTOS FABRICADOS EN BASE DE ARCILLA (LADRILLO COMUN)



FOTOGRAFIA 12. FLORA Y FAUNA DEL SECTOR



BIBLIOGRAFIA

1. ESTADISTICA DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS. Anuario Meteorológico. 1990.
2. H. CONSEJO PROVINCIAL DE ZAMORA CHINCHIPE. Plan de Desarrollo Sustentable de la Provincia de Zamora Chinchipe 2001.
3. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS, INEC. VI Censo de Población y V de Vivienda. 2001.
4. HOJA GEOLOGICA PAQUISHA. HOJAS TOPOGRÁFICAS YANZATZA Y LOS ENCUENTROS Escala 1:250000, Escala 1:50000. Instituto Geográfico Militar. 1996.
5. BATEMAN Alan M. Yacimientos de Rendimiento Industrial.
6. GEOTECNIA Y CIMIENTOS I. Propiedades de los suelos y las rocas. Varios autores. Biblioteca UTPL.
7. EXTON Mckinstry Hugh. Geología Económica. Biblioteca UNL.
8. PARMALEE C. A., BROS E. Arcillas y otros Minerales Cerámicos. 1994.
9. OLEG V. Lepin, ARIOZA Iznaga José. Búsqueda, Exploración y Evaluación de Yacimientos Minerales Sólidos. Tomo I.
10. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Instituto Superior de Investigaciones. FIGEMPA.
11. UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA. Unidad de Ingeniería Civil, Geológico Minera.
12. FIGUEROA Luis. Curso de Mecánica de Rocas. UNL.2000
13. OLEG V. Lepin, ARIOZA Iznaga José. Búsqueda, Exploración y Evaluación de Yacimientos Minerales Sólidos. Tomo II. Cálculo de reservas.

14. FIGUEROA Luis. Curso de Explotación Minera a Cielo Abierto. UNL. 2000
15. SHESKO E. F. Clasificación De Sistemas De Explotación A Cielo Abierto. UNL. 2000
16. BUSTILLO REVUELTA M, LOPEZ JIMENO. Clasificación de Sistemas de Explotación . Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de España.
17. KOMATSU LATIN AMERICA, Corp. Catálogos de Maquinaria Retroexcavadoras. (DITECA GUAYAQUIL)
18. VALAREZO Jorge. Curso de Organización Y Planificación de los Trabajos Mineros. UNL. 2002.
19. YACIMIENTOS Y APLICACIONES. Arcillas Industriales. Editorial Centro de Estudios Ramón Arases S.A. Madrid.
20. GRANDA Henry, SISALIMA Norman. Evaluación Cualitativa y Cuantitativa de arcillas en la hoya de Loja y su posible utilización industrial. Tesis de grado. UNL. 2002
21. ORUS Asso Felix. Materiales de construcción.. Editorial Dosatt. 7ma Edición.
22. FONSECA NAVARRO Daris. Evaluación de arcillas rojas en la localidad de Centeno, Cuba. Instituto Superior Mineralógico de Moa, Cuba. 2004.
23. REVERTE Pedro. La Industria Ladrillera. Biblioteca UTPL.
24. RHODES Daniel. Arcilla Y Vidriado Para El Ceramista. Ediciones Ceac. España.
25. Estudio Agropecuario del cordón Fronterizo ECUADOR – PERU. 2000.