RESUMEN

El presente trabajo consistirá en la creación de un Laboratorio en el área de materiales de la FIMCP, con una descripción clara del manejo y las características de cada uno de los equipos e instrumentos a utilizarse, el cual nos permita complementar de manera práctica colaborando a la parte didáctica en el estudio de los materiales no metálicos existentes en el Ecuador, enfocado principalmente a la caracterización de las materias primas utilizadas en la industria de cerámica tradicional, con mira a desarrollar investigaciones en cerámica avanzada o nanotecnología de arcillas a través de los proyectos de investigación.

El diseño propuesto se desarrolla en dos secciones la primera, que consiste en el diseño del Laboratorio de Molienda y Almacenamiento como fase previa para tratar al material de su estado natural a un tamaño más manejable que nos permita llevarlo a la siguiente fase que es, la caracterización del material en un Laboratorio con instrumentos de medición y análisis, para poder así estudiar las propiedades y comportamiento que tienen cada uno de los materiales no metálicos del país, además, se presenta un lineamiento de pasos y propuestas a seguir para en un futuro muy cercano poder certificarse como un laboratorio de calidad bajo normas ISO/IEC 17025.

Se presenta un programa de mantenimiento y calibración para el perfecto funcionamiento de los equipos e instrumentos del laboratorio, los ensayos realizados se respaldan por una guía de procedimientos para cada sección del laboratorio y cada análisis que se realice, la misma que estará basada en las normas ASTM tratando de acoplarlas a nuestras limitaciones técnicas y de tecnología.

Como ya existe un primer acercamiento hacia las principales industrias cerámicas del país, y teniendo la referencia de las necesidades y oportunidades que se presenten dentro de este campo, se busca como meta principal que este Laboratorio, pueda contribuir con análisis certificados y estandarizados a la industria ecuatoriana.

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN ......................................................................................................II

INDICE GENERAL .........................................................................................IV

ABREVIATURAS.............................................................................................X

SIMBOLOGIA..................................................................................................XI

INDICE DE FIGURAS....................................................................................XII

INDICE DE TABLAS.....................................................................................XIV

INTRODUCCIÓN..............................................................................................1

CAPITULO 1.

1. CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIALES NO-METÁLICOS………….3
   1. Descripción de las propiedades de Materiales No-Metálicos…..5
   2. Trituración y Molienda………………………………………………9
   3. Análisis Químico y composiciones de fase……………………..13
   4. Análisis de Superficie……………………………………………...16
   5. Análisis Termoquímicos y termo físicos…………………………18
   6. Tamaño y Forma de la partícula…………………………………24
      1. Tamizado o Cribado…………………………………...26
      2. Técnicas de Sedimentación…………………………..28
      3. Técnicas de difracción láser…………………………..31
   7. Aditivos……………………………………………………………...34
   8. Reología…………………………………………………………….35

CAPITULO 2.

2. DISEÑO DEL LABORATORIO………..……………………………………..48

* 1. Infraestructura del Laboratorio de Molienda y Almacenamiento…………………………………………………...49
  2. Descripción de Equipos utilizados en la Sección 1…………….50
     1. Trituradora de Rodillos………………………………...51
     2. Mezcladora de Rodillos………………………………..53
     3. Molinos de Bolas y sistema motriz de rodillos………55
     4. Tamizadora y Tamices ASTM………………………...58
     5. Mezcladora……………………………………………...60
  3. Infraestructura del Laboratorio de Análisis y experimentación……………………………………………………62
  4. Descripción de Instrumentos de Medición

Utilizados en la Sección 2……………...…………………………63

* + 1. Balanzas, Analítica y Electrónica ……………………64
    2. Autoclave………………………………………………..66
    3. Picnómetro……………………………………………...68
    4. Agitador Mecánico……………………………………..69
    5. Agitador Magnético…………………………………….70
    6. Viscosímetro Brookfield……………………………….71
    7. Secador de lámparas infrarrojas……………………..73
    8. Horno de resistencias (Secador)……………………..74
    9. Medidor de Permeabilidad…………………………….75
    10. Desionizador de agua…………………………………77
    11. Destilador de agua de laboratorio……………………78
    12. Espectrofotómetro GENESYS 10 UV/SCAN……….80
    13. Moldes de Yeso………………………………………..83
    14. Prensa Hidráulica……………………………………...84

CAPITULO 3.

3. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS BAJO NORMAS ASTM

PARA UNA CORRECTA CARACTERIZACIÓN DE LAS

MATERIAS PRIMAS NO-METÁLICAS…………………............................86

* 1. PRACTICA 1: Reducción de Tamaño de Grano……………….87
  2. PRÁCTICA 2: Análisis Granulométrico

(Clasificación de Partículas)……………………....………..........90

* 1. PRÁCTICA 3: Determinación De pH…………………………….94
  2. PRÁCTICA 4: Elaboración de un Slurry…………………………96
  3. PRÁCTICA 5: Determinación de Densidad y

Porcentaje De Sólidos usando el Picnómetro……..……………98

* 1. PRÁCTICA 6: Determinación del Valor Máximo de

Pandeo En Quema......…………………………………………..102

* 1. PRACTICA 7: Determinación del Modulo de Ruptura

en Seco para Arcillas y Cuerpos Cerámicos.

(REF. ASTM C 689 – 03a)…………...............…………………105

* 1. PRÁCTICA 8: Determinación de Humedad Libre.

(Ref. ASTM C324-01)……..……………………………………..110

* 1. PRÁCTICA 9: Análisis de Residuos en Malla Húmeda.

(Ref. ASTM C325-81)……..……………………………………..112

* 1. PRÁCTICA 10: Contracción Lineal En Seco Y

Por Quema. (REF. ASTM C326-03)……..……………………..115

* 1. PRACTICA 11. Porcentaje de Humedad Retenida

y Perdidas Por Inanición (L.O.I.)…....…………………………..120

* 1. PRÁCTICA 12: Determinación del Índice Azul de

Metileno en arcillas. (CEC) (REF. ASTM C837-99)……..……122

* 1. PRACTICA 13: Determinación de la Rata

De Filtrado (Permeabilidad Del Slurry)

(REF. ASTM C 866 – 77)……..…...........................................126

* 1. PRÁCTICA 14: Determinación del Contenido de

Sulfatos Solubles (Método de Fotométrica).

(REF. ASTM C867-94)…........................................................130

* 1. PRÁCTICA 15: Determinación Visual del Color de Quema

de la Materia Prima. (Método Adaptado)……………......…….135

* 1. PRÁCTICA 16: Curva de Defloculación……………………….137
  2. PRÁCTICA 17: Curva De Gelado………………………………140
  3. PRÁCTICA 18: Punto de Fusión de Materia Prima No Plástica…………………………………………………………….142
  4. PRÁCTICA 19: Determinación del Porcentaje de Absorción

de Agua, Densidad General, Porosidad Aparente y

Gravedad Específica Aparente en Materiales Quemados

(REF. ASTM-C373-88)………….......…………………………..145

* 1. PRÁCTICA 20: Prueba de Sedimentación…………………….149

CAPITULO 4.

1. ASPECTOS Y CONSIDERACIONES IMPORTANTES EN EL

DISEÑO DEL LABORATORIO……………………………………………..151

* 1. Norma de calidad para laboratorios ISO/IEC 17025-2000…..152
  2. Seguridad y prevención de accidentes………………………...168
  3. Organización del mantenimiento……………………………….181
     1. Programa de mantenimiento de equipos de molienda

y equipos varios.......…………………………………….184

* + 1. Programa de calibración de instrumentos de laboratorio……..……………………………………….….186

CAPITULO 5.

1. INVERSIÓN DEL PROYECTO……………………………………………..190
   1. Costo Total del proyecto…………………………………………191
   2. Sondeo de empresas interesadas en usar los servicios de nuestro laboratorio……………………………………………….198

CAPITULO 6.

1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES………….………………….203

APÉNDICES.

BIBLIOGRAFÍA.

ABREVIATURAS

m. Metro

cm. Centímetro

mm. Milímetro

nm. Nanómetro

µm. Micra. (micrómetro)

pulg. Pulgada

Kg. Kilogramo

g. Gramo

s. Segundo

Hz. Hertz.

KW. Kilo vatio

Hp. Horse power (Caballo de fuerza)

Amp. Amperios.

VAC Voltaje de Corriente Alterna.

OD Diámetro

H Altura

SS Stainless Steel (Acero Inoxidable)

psi. Libras fuerza sobre pulgadas cuadradas

GPM. Galones por minutos

RPM. Revoluciones por minutos

MBI Methylene Blue Index (Índice de Azul de Metileno)

ppm. Partes por millón

EPP Equipo de Protección Personal

S&SO Salud y Seguridad Ocupacional

INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

ASM American Society Materials

ASTM American Society for Testing and Materials

S.E.S.O Sociedad Ecuatoriana de Seguridad, Salud Ocupacional y Gestión Ambiental

SIMBOLOGIA

µ Micra

ω Velocidad angular

MΩ-cm Mega Ohms por centímetro.

BaCl22H2O Cristales de Clorato de Bario.

CaCO3 Carbonato de Calcio

η Viscosidad

Φ Diámetro

γ Taza de deformación

τ Esfuerzo cortante.

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1 Esquema de trituradora de rodillos………………………………11

Figura 1.2 Curvas de análisis termo físico…………………..……………….20

Figura 1.3 Curva de Quemado...................................................................23

Figura 1.4 Curva de frecuencia de material retenido en el tamiz...............28

Figura 1.5 Esquema de un Análisis con Rayos X…...................................31

Figura 1.6 Esquema de un Análisis por Difracción Láser……...................32

Figura 1.7 Esquema de la Reología……………………………………….....36

Figura 1.8 Modelo de Newton…………………………………………………38

Figura 1.9 Comportamiento de un fluido Newtoniano…….........................39

Figura 1.10 Comportamiento de un fluido Pseudo plástico…..……………..40

Figura 1.11 Comportamiento de un fluido Dilatante….…….........................40

Figura 1.12 Comportamiento de un fluido Plástico…...…….........................41

Figura 1.13 Diagrama funcional del Viscosímetro…....................................42

Figura 1.14 Esquema del modelo cilindro concéntrico……………...............44

Figura 1.15 Esquema del modelo cono y plato……...............……...............45

Figura 2.1 Trituradora de Rodillos……………………………………............52

Figura 2.2 Vista Lateral Rodillos Dentados................................................52

Figura 2.3 Mezcladora de Rodillos.............................................................54

Figura 2.4 Vista superior del mecanismo de mezcla..................................54

Figura 2.5 Sistema motriz de rodillos.........................................................57

Figura 2.6 Molinos de Bolas.......................................................................57

Figura 2.7 Tamizadora (RO-TAP)..............................................................59

Figura 2.8 Juego completo de tamices.......................................................59

Figura 2.9 Mezcladora................................................................................61

Figura 2.10 Balanza Electrónica y Analítica.................................................65

Figura 2.11 Autoclave...................................................................................67

Figura 2.12 Picnómetro................................................................................68

Figura 2.13 Agitador Mecánico.....................................................................69

Figura 2.14 Agitador Magnético...................................................................71

Figura 2.15 Viscosímetro y juego de spindles..............................................72

Figura 2.16 Secador de lámparas infrarrojas...............................................73

Figura 2.17 Horno de resistencias................................................................75

Figura 2.18 Medidor de permeabilidad (BAROID)........................................76

Figura 2.19 Filtro Desionizador....................................................................78

Figura 2.20 Destilador..................................................................................80

Figura 2.21 Espectrofotómetro GENESYS 10..............................................82

Figura 2.22 Moldes de Yeso.........................................................................84

Figura 2.23 Prensa Hidráulica......................................................................85

Figura 3.1 Soporte Cerámico...................................................................104

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Técnicas Espectroscópicas.......................................................14

Tabla 2 Técnicas de Análisis por Microscopia.......................................16

Tabla 3 Etapas de desintegración de la materia prima No metálica......22

Tabla 4 Etapas de Sinterización.............................................................24

Tabla 5 Principio Analítico vs. Tamaño de grano...................................26

Tabla 6 Técnicas de Análisis para tamaños de partículas.....................33

Tabla 7 Efectos del choque de corriente dependiendo el amperaje....175

Tabla 8 Número de Industrias cerámicas en Ecuador.........................199

Tabla 9 Nombre de las Industrias de Cerámica Tradicional................200

Tabla 10 Nombre de las industrias cerámicas que han estado

Importando minerales no metálicos........................................202