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

    1.1 Descripción de las propiedades de Materiales No-Metálicos…..5

    1.2 Trituración y Molienda……9

    1.3 Análisis Químico y composiciones de fase……..13

    1.4 Análisis de Superficie……...16

    1.5 Análisis Termoquímicos y termo físicos……18

    1.6 Tamaño y Forma de la partícula……24

        1.6.1 Tamizado o Cribado……...26

        1.6.2 Técnicas de Sedimentación……..28

        1.6.3 Técnicas de difracción láser……..31

1.7 Aditivos……...34

1.8 Reología……35

CAPITULO 2.

2. DISEÑO DEL LABORATORIO……..……..48

2.1 Infraestructura del Laboratorio de Molienda y Almacenamiento……...49

2.2 Descripción de Equipos utilizados en la Sección 1…….50

2.2.1 Trituradora de Rodillos……...51

2.2.2 Mezcladora de Rodillos…….53

2.2.3 Molinos de Bolas y sistema motriz de rodillos……55

2.2.4 Tamizadora y Tamices ASTM.……...58

2.2.5 Mezcladora……...60

2.3 Infraestructura del Laboratorio de Análisis y experimentación.……62

2.4 Descripción de Instrumentos de Medición Utilizados en la Sección 2……..……63

2.4.1 Balanzas, Analítica y Electrónica ……64

2.4.2 Autoclave……..66

2.4.3 Picnómetro……...68

2.4.4 Agitador Mecánico……..69

2.4.5 Agitador Magnético…….70

2.4.6 Viscosímetro Brookfield…….71

2.4.7 Secador de lámparas infrarrojas……..73

2.4.8 Horno de resistencias (Secador)……..74

2.4.9 Medidor de Permeabilidad…….75

2.4.10 Desionizador de agua……77

2.4.11 Destilador de agua de laboratorio……78

2.4.12 Espectrofotómetro GENESYS 10 UV/SCAN…….80

2.4.13 Moldes de Yeso……..83

2.4.14 Prensa Hidráulica……...84

CAPITULO 3.

3. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS BAJO NORMAS ASTM PARA UNA CORRECTA CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS NO-METÁLICAS…….....86

3.1 PRACTICA 1: Reducción de Tamaño de Grano…….87

3.2 PRÁCTICA 2: Análisis Granulométrico (Clasificación de Partículas)……..…….....90

3.3 PRÁCTICA 3: Determinación De pH.…….94

3.4 PRÁCTICA 4: Elaboración de un Slurry.……96

3.5 PRÁCTICA 5: Determinación de Densidad y Porcentaje De Sólidos usando el Picnómetro……..……98

3.6 PRÁCTICA 6: Determinación del Valor Máximo de

Pandeo En Quema.....……..102

3.7 PRACTICA 7: Determinación del Modulo de Ruptura
en Seco para Arcillas y Cuerpos Cerámicos.
(REF. ASTM C 689 – 03a)…….....……105

3.8 PRÁCTICA 8: Determinación de Humedad Libre.
(Ref. ASTM C324-01)……..……..110

3.9 PRÁCTICA 9: Análisis de Residuos en Malla Húmeda.
(Ref. ASTM C325-81)……..……..112

3.10 PRÁCTICA 10: Contracción Lineal En Seco Y
Por Quema. (REF. ASTM C326-03)……..……..115

3.11 PRACTICA 11. Porcentaje de Humedad Retenida
y Perdidas Por Inanición (L.O.I.)…...……..120

3.12 PRÁCTICA 12: Determinación del Índice Azul de
Metileno en arcillas. (CEC) (REF. ASTM C837-99)……..……122

3.13 PRACTICA 13: Determinación de la Rata
De Filtrado (Permeabilidad Del Slurry)
(REF. ASTM C 866 – 77)…….…..126

3.14 PRÁCTICA 14: Determinación del Contenido de
Sulfatos Solubles (Método de Fotométrica).
(REF. ASTM C867-94)….....130

3.15 PRÁCTICA 15: Determinación Visual del Color de Quema
de la Materia Prima. (Método Adaptado)…….....……135

3.16 PRÁCTICA 16: Curva de Defloculación.……137

3.17 PRÁCTICA 17: Curva De Gelado……140

3.18 PRÁCTICA 18: Punto de Fusión de Materia Prima No Plástica……142

3.19 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

3.20 PRÁCTICA 20: Prueba de Sedimentación.……149

CAPITULO 4.

4. ASPECTOS Y CONSIDERACIONES IMPORTANTES EN EL DISEÑO DEL LABORATORIO……..151

4.1 Norma de calidad para laboratorios ISO/IEC 17025-2000…..152

4.2 Seguridad y prevención de accidentes……...168

4.3 Organización del mantenimiento…….181

4.3.1 Programa de mantenimiento de equipos de molienda y equipos varios.....…….184

4.3.2 Programa de calibración de instrumentos de laboratorio……..……186

CAPITULO 5.

5 INVERSIÓN DEL PROYECTO……..190

5.1 Costo Total del proyecto……191

5.2 Sondeo de empresas interesadas en usar los servicios de nuestro laboratorio…….198

CAPITULO 6.

6 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
M? -cm	Mega Ohms por centímetro.
$BaCl_2 2H_2O$	Cristales de Clorato de Bario.
$CaCO_3$	Carbonato de Calcio
η	Viscosidad
F	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