

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL
LADRILLO 6 HUECOS NORMAL EN LA CERÁMICA SAN LUIS**

Por:

CHUCA BEJARANO MARIA GUADALUPE

**Modalidad de graduación Proyecto de grado presentado a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito
para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.**

Diciembre 2022

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

M.Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez
**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

M.Sc. Lic. Clovis Gustavo Succi Aguirre
**VICEDECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

M.Sc. Ing. Ernesto Caihuara Alejandro
**DIRECTOR DE DEPARTAMENTO DE PROCESOS
INDUSTRIALES, BIOTECNOLÓGICOS Y AMBIENTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Carla Guzmán Martínez

Ing. Olga Andrea Mercado Cordero

Ing. Jaime Enrique Luján Pérez

Advertencia

El tribunal calificador del presente proyecto, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo ellos únicamente responsabilidad de la autora

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a Dios por brindarme las fuerzas para superar los obstáculos y dificultades para llegar a este momento de mi vida profesional.

A mi madre por todo su trabajo, apoyo y ánimo que me permitió avanzar y cumplir con mis objetivos.

Agradecimiento

A Dios por sus bendiciones y por permitirme llegar a este momento.

Le agradezco a mi familia por todo el apoyo que me brindan.

Agradezco a mi docente guía la Ingeniera Mariana Cordero por su paciencia, disposición y sus consejos para el desarrollo de este proyecto.

Por último agradecer Cerámica San Luis por brindarme la oportunidad de desarrollar el presente proyecto, así como permitirme la libertad de estar en sus instalaciones y capacitarme en este rubro.

ÍNDICE

	Páginas
Advertencia	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Antecedentes sobre el tema.....	1
1.1.2. Antecedentes de la empresa	2
1.2. Identificación del Problema	3
1.2.1. Descripción de la situación	3
1.2.2. Árbol de problemas.....	5
1.2.3. Formulación de la pregunta de problema.....	5
1.2.4. Árbol de soluciones.....	6
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos	7
1.4. Justificación	7

1.5. Identificación de la empresa	8
1.5.1. Presentación de la empresa	8
1.5.1.1. Misión	9
1.5.1.2. Visión	9
1.5.2. Ubicación	9
1.5.3. Organización	11
1.5.4. Productos y/o servicios	12
1.5.5. Maquinaria y Equipo.....	15
1.5.6. Materia prima e insumos.....	18
1.5.7. Proceso productivo.....	19
1.5.7.1. Diagrama de flujo.....	19
1.5.7.2. Cursograma sinóptico	20
1.5.7.3. Descripción del proceso	21
1.5.8. Lay out	23
1.5.9. Residuos y/o desechos	24

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2. Marco teórico	26
2.1. El ladrillo.....	26
2.2. Características del ladrillo.....	26
2.2.1. Color.....	26

2.2.2. Textura	26
2.2.3. Características geométricas.....	27
2.2.3.1. Fisuras	27
2.2.4. Resistencia a la compresión	28
2.2.5. Absorción de agua.....	28
2.3. Variables que intervienen en el proceso productivo	29
2.3.1. Materia Prima.....	29
2.3.1.1. Clases de arcillas	29
2.3.1.1.1. Arcillas caoliniticas.....	29
2.3.1.1.2. Arcillas montmorilloniticas o esmectiticas	30
2.3.1.1.3. Arcilla illíticas.....	30
2.3.1.2. El residuo	30
2.3.1.3. Plasticidad	31
2.3.1.3.1. Composición mineralógica de la arcilla.....	31
2.3.1.3.2. Granulometría de la materia prima	31
2.3.1.3.3. La resistencia mecánica	33
2.3.1.3.4. Forma de las partículas	34
2.3.1.3.5. Influencia de la plasticidad	34
2.3.2. Los laminadores	35
2.3.3. Extrusión.....	36
2.3.3.1. Factores dependientes de la materia prima	36
2.3.3.2. La presión.....	41
2.3.3.3. El molde	41

2.3.3.3.1. Relación velocidad de salida y moldeo.....	42
2.3.3.3.2. Relación mezcla y moldeo	43
2.3.4. Secado	44
2.3.4.1. Mecanismo del secado en relación con la materia prima.....	44
2.3.4.2. La contracción de secado	49
2.3.1.4. Calentamiento de la pieza	52
2.3.1.4.1. Eliminación del agua de contracción	52
2.3.1.4.2. Eliminación del agua de porosidad	52
2.3.1.4.3. Relación secado y contracción de la pieza.....	53
2.3.5. Cocción	53
2.3.5.1. Reacciones de cocción	54
2.3.5.2. La curva de temperaturas	54
2.3.5.2.1. Desconchados en forma de bañera.....	54
2.3.5.2.2. Grietas de precalentamiento.....	55
2.3.5.2.3. Condensación de humedad.....	55
2.3.5.2.4. Cocción insuficiente.....	55
2.3.5.2.5. Cocción excesiva.....	55
2.3.5.2.6. Grietas de enfriamiento.....	56
2.4. Definiciones	56
2.4.1. Absorción de agua.....	56
2.4.2. Dimensión nominal	56
2.4.3. Dimensión real	56
2.4.4. Eflorescencia.....	56

2.4.5. Exfoliación	56
2.4.6. Peso nominal	57
2.4.7. Peso real	57
2.4.8. Ladrillo defectuoso	57
2.4.9. Lote	57
2.4.10. Muestra.....	57
2.4.11. Número de aceptación.....	57
2.4.12. Número de rechazo	57
2.4.13. Partida	57
2.4.14. Unidad de muestreo	57

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS O DIAGNÓSTICO

3. Análisis o diagnóstico	58
3.1. Tipo de investigación.....	59
3.2. Desarrollo del análisis	60
3.2.1. Preparación de la mezcla.....	60
3.2.2. Etapa de amasado.....	60
3.2.3. Etapa de moldeo.....	61
3.2.4. Dimensiones y pesos del ladrillo	61
3.2.5. Etapa de secado.....	61
3.3. Análisis de las etapas del proceso	62

3.3.1. Recepción de la arcilla y limo.....	62
3.3.1.1. Condiciones no aceptables de arcilla	62
3.3.1.2. Condiciones aceptables del limo.....	62
3.3.2. Determinar el porcentaje de residuo	63
3.3.2.1. Obtención del residuo en la Cerámica San Luis	63
3.3.2.2. Análisis del porcentaje de residuo	64
3.3.2.3. Análisis del porcentaje de contracción húmedo a seco.....	65
3.3.2.4. Análisis del porcentaje de contracción húmedo ha cocido	68
3.3.3. Presión de moldeado y dureza	70
3.3.3.1. Análisis de la presión de moldeo	72
3.3.4. Humedad en la mezcla	72
3.3.4.1. Análisis de la humedad	73
3.3.5. Dimensiones y pesos ladrillo extruido	74
3.3.5.1. Análisis dimensiones y peso húmedo	75
3.3.5.1.1. Peso	75
3.3.5.1.2. Alto.....	76
3.3.5.1.3. Ancho	77
3.3.5.1.4. Largo	78
3.3.6. Secado	79
3.3.6.1. Análisis Cámaras de secado.....	80
3.3.7. Dimensiones y pesos ladrillo seco	82
3.3.8. Parámetros dimensiones y pesos ladrillo cocido.....	83
3.3.8.1. Peso	83

3.3.8.1.1. Análisis de los datos registrados	84
3.3.8.2. Alto.....	84
3.3.8.2.1. Análisis de los datos registrados	85
3.3.8.3. Ancho	86
3.3.8.3.1. Análisis de los datos registrados	87
3.3.8.4. Largo	87
3.3.8.4.1. Análisis de los datos registrados	89
3.3.9. Presión parámetros	89
3.3.10. Absorción de humedad.....	90

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4. Desarrollo de la propuesta.....	92
4.1. Diagrama de Ishikawa.....	92
4.1.1.1. Recepción de la materia prima.....	93
4.1.1.2. Porcentaje de residuo	93
4.1.2. Moldeado	94
4.1.3. Mediciones	94
4.1.4. Secado	94
4.2. Puntos de control.....	95
4.2.1. Recepción del limo y arcilla.....	95
4.2.2. Análisis de punto de control en el porcentaje de residuo.....	95

4.2.3. Análisis de control del moldeo de la mezcla.....	96
4.2.4. Punto de control de dimensiones y peso del ladrillo húmedo.....	97
4.2.5. Control de porcentaje de no conformes tras la etapa de moldeo	97
4.2.6. Análisis de punto de control de calidad en secaderos.....	97
4.2.7. Control de dimensiones y peso del ladrillo seco.....	98
4.2.8. Control de porcentaje de no conformes tras la etapa de secado.....	98
4.2.9. Control de curva de temperaturas del horno	98
4.2.10. Muestreo por lote	99
4.2.10.1. Resistencia del producto terminado	100
4.2.10.2. Absorción de agua.....	101
4.2.11. Control de porcentaje de no conformes del producto	101
4.2.9. Diagrama de flujo propuesto.....	102
4.2.10. Puntos de control en Lay out.....	104
4.2.11. Parámetros de puntos de control	105
4.2.12. Presupuesto	107

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones y recomendaciones	108
5.1. Conclusiones	108
5.2. Recomendaciones.....	108
Bibliografía	

Índice de cuadros y/o tablas

	Páginas
Tabla I-1	12
Tabla I-2	15
Tabla I-3	18
Tabla II-1	27
Tabla II-2	28
Tabla II-3	28
Tabla II-4	49
Tabla III-1	65
Cuadro III-1	67
Tabla III-2	68
Cuadro III-2	69
Tabla III-3	71
Tabla III-4	73
Tabla III-5	75
Tabla III-6	79
Cuadro III-3	81
Tabla III-7	82
Tabla III-8	83
Tabla III-10	84
Tabla III-11	85
Tabla III-12	86

Tabla III-13	87
Tabla III-14	87
Tabla III-15	88
Tabla III-16	89
Tabla III-17	91
Tabla IV-1	96
Tabla IV-2	97
Tabla IV-3	100
Tabla IV-4	105

Índice de figuras

	Páginas
Fig. 1-1	5
Fig. 1-2	6
Fig. 1-3	8
Fig. 1-4	10
Fig. 1-5	11
Fig. 1-6	19
Fig. 1-7	20
Fig. 1-8	24
Fig. 1-9	25
Fig. 2-1	37
Fig. 2-2	38
Fig. 2-3	38
Fig. 2-4	39
Fig. 2-5	41
Fig. 2-6	42
Fig. 2-7	43
Fig. 2-8	45
Fig. 2-9	45
Fig. 2-10	46
Fig. 2-11	48
Fig. 2-12	50

Fig. 3-1	65
Fig. 3-2	66
Fig. 3-3	68
Fig. 3-4	69
Fig. 3-5	72
Fig. 3-6	76
Fig. 3-7	77
Fig. 3-8	78
Fig. 3-9	78
Fig. 3-10	83
Fig. 3-11	85
Fig. 3-12	86
Fig. 3-13	88
Fig. 4-1	92
Fig. 4-2	102

Índice de anexos

Anexo 1: Registro de datos relación residuo – dimensiones

Anexo 2: Registro de dimensiones y peso del ladrillo extruido

Anexo 3: Registro de datos de la cámaras de secado

Anexo 3.1: Registro de datos de la cámara 1 de secado

Anexo 3.1.1.: Determinación del punto crítico de la cámara 1 de secado

Anexo 3.1.2: Efecto del punto crítico en la cámara 1

Anexo 3.2: Registro de datos de la cámara 2 de secado

Anexo 3.2.1.: Determinación del punto crítico de la cámara 2 de secado

Anexo 3.2.2: Efecto del punto crítico en la cámara 2

Anexo 3.3: Registro de datos de la cámara 3 de secado

Anexo 3.3.1.: Determinación del punto crítico de la cámara 3 de secado

Anexo 3.3.2: Efecto del punto crítico en la cámara 3

Anexo 3.4: Registro de datos de la cámara 4 de secado

Anexo 3.4.1.: Determinación del punto crítico de la cámara 4 de secado

Anexo 3.4.2: Efecto del punto crítico en la cámara 4

Anexo 3.5: Registro de datos de la cámara 5 de secado

Anexo 3.5.1.: Determinación del punto crítico de la cámara 5 de secado

Anexo 3.5.2: Efecto del punto crítico en la cámara 5

Anexo 4: Datos de ladrillo extruido seco

Anexo 5: Datos de producto terminado

Anexo 5.1: Datos de peso de producto terminado

Anexo 5.2: alto producto terminado

Anexo 5.3: ancho de producto terminado

Anexo 5.4: Largo de producto terminado

Anexo 6: manual de funciones y procedimientos de inspección de la materia prima

Anexo 6.1: formulario para la inspección de la materia prima

Anexo 7: manual de funciones y procedimientos para determinar el porcentaje de residuo

Anexo 7.1: formulario para determinar el porcentaje

Anexo 8: manual de funciones y procedimientos para control de parámetros de ladrillos extruidos para secado

Anexo 8.1: formulario para control de parámetros de ladrillos extruidos para secado

Anexo 9: manual de funciones y procedimientos para control de parámetros de ladrillos extruidos (humedad y residuo)

Anexo 10: manual de funciones y procedimientos para control de temperaturas y humedad de las cámaras de secado

Anexo 10.1: formulario para control de temperaturas y humedad de las cámaras de secado

Anexo 11: manual de funciones y procedimientos para control de vagones secos .. 189

Anexo 11.1: Formulario para control de vagones secos

Anexo 12: manual de funciones y procedimientos para control de parámetros de ladrillos de prueba seco

Anexo 13: manual de funciones y procedimientos para control de resistencia del producto terminado

Anexo 13.1: formulario para control de resistencia del producto terminado

Anexo 14: manual de funciones y procedimientos para control de absorción de humedad

Anexo 14.1: formulario para control de absorción de humedad

Anexo 15: formulario para control de porcentaje de no conformes