

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA  
EL PROCESO PRODUCTIVO DE BARRAS ENERGÉTICAS DE  
LA EMPRESA MONTECRISTO BOLIVIA S.R.L.”**

**Por:**

**CARLA EMILIA MAMANI ALVARADO**

**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 de 2022**

**TARIJA-BOLIVIA**

## **Dedicatoria**

*Dedico este proyecto a mi madre Emiliana, que desde lo celestial guió mi camino y la autosuperación.*

*A mi padre Enrique, me demostró que con esfuerzo y dedicación se hacen realidad los sueños.*

*A mis padres de crianza Luis y Basilia, que gracias a su amor me enseñaron que la vida continúa aún en la tempestad.*

## ÍNDICE

Advertencia.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Pensamiento.....	iv
Resumen .....	v

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Antecedentes históricos .....	1
1.1.2. Antecedentes nacionales.....	1
1.1.3. Antecedentes internacionales .....	2
1.1.4. Antecedentes de la empresa.....	3
1.2. Identificación del problema.....	4
1.2.1. Descripción de la situación.....	4
1.2.2. Árbol de problemas .....	5
1.2.3. Formulación del problema.....	6
1.2.4. Árbol de soluciones .....	6
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general .....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
1.4. Justificación.....	7
1.4.1. Justificación técnica.....	7
1.4.2. Justificación económica.....	8

1.4.3.	Justificación personal .....	8
1.5.	Metodología de la investigación.....	9
1.5.1.	Tipo de investigación .....	9
1.5.2.	Enfoque de la investigación.....	9
1.5.3.	Métodos .....	9
1.5.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	9

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Sistema de control de calidad .....	11
2.1.1.	Control de calidad.....	11
2.1.2.	Calidad en alimentos .....	11
2.1.3.	Ciclo de Deming.....	13
2.1.4.	Aspectos de calidad .....	14
2.1.4.1.	Calidad.....	14
2.1.4.2.	Coste .....	14
2.1.5.	Herramientas de Control de Calidad .....	15
2.1.5.1.	Tablas de datos .....	16
2.1.5.2.	Análisis de Pareto .....	16
2.1.5.3.	Diagramas de dispersión.....	17
2.1.5.4.	Gráficos de control .....	18
2.1.5.5.	Diagrama de Ishikawa .....	23
2.2.	Satisfacción del cliente .....	24
2.2.1.	Identificación de las expectativas del cliente .....	25
2.2.1.1.	Identificación de clientes .....	25

2.2.1.2.	Determinación de expectativas .....	25
2.2.2.	Recopilación datos de satisfacción del cliente .....	25
2.2.2.1.	Características relacionadas con la satisfacción .....	25
2.2.2.2.	Indicadores indirectos de satisfacción del cliente .....	26
2.2.2.3.	Medidas directas de la satisfacción del cliente.....	26
2.3.	Presentación de la empresa.....	27
2.3.1.	Empresa .....	27
2.3.2.	Ubicación.....	28
2.3.3.	Organización.....	29
2.3.4.	Componentes estratégicos .....	29
2.3.4.1.	Misión.....	29
2.3.4.2.	Visión .....	30
2.3.4.3.	Valores.....	30
2.3.5.	Productos .....	30
2.3.6.	Materia prima e insumos .....	32
2.3.7.	Maquinaria y equipo .....	33
2.4.	Proceso productivo .....	36
2.4.1.	Diagrama de flujo .....	36
2.4.2.	Cursograma sinóptico .....	38
2.4.3.	Descripción del proceso .....	40
2.4.4.	Lay Out.....	43
2.5.	Residuos .....	45
2.6.	Componentes de la barra energética de cereales .....	46
2.6.1.	Cereales extruidos .....	46

2.6.1.1.	Cereales extruidos tipo arroz .....	47
2.6.1.2.	Cereales extruidos tipo miniboll.....	47
2.6.2.	Cereales instantáneos.....	48
2.6.3.	Jarabe.....	48
2.6.4.	Harina pregelatinizada.....	49
2.6.5.	Frutos secos y semillas .....	50
2.6.6.	Aditivos alimenticios.....	50
2.7.	Marco conceptual .....	51
2.7.1.	Investigación descriptiva .....	51
2.7.2.	Investigación aplicada .....	51
2.7.3.	Variabilidad .....	51
2.7.2.	Estandarización.....	51
2.7.3.	Parámetros de control .....	51
2.7.4.	Variables.....	51
2.7.5.	Atributos .....	52
2.7.6.	Manual de procedimientos .....	52
2.7.7.	Cursograma analítico.....	52
2.7.8.	Instructivos operativos.....	52

### **CAPÍTULO III**

#### **ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO**

3.1.	Diagnóstico del proceso productivo de barras energéticas.....	53
3.1.1.	Diagnóstico de las materias primas .....	53
3.1.1.1.	Cereales extruidos tipo arroz y bolitas .....	53
3.1.1.2.	Harina pregelatinizada.....	53

3.1.1.3.	Jarabe.....	54
3.1.1.4.	Cereales instantáneos.....	55
3.1.1.5.	Frutos secos y semillas .....	55
3.1.1.6.	Aditivos alimenticios.....	55
3.1.2.	Diagnóstico de la mezcla masa de cereales .....	57
3.1.3.	Fase de alimentación y compactación .....	58
3.1.4.	Fase de secado inicial .....	60
3.1.5.	Diagnóstico del proceso de corte longitudinal .....	61
3.1.6.	Diagnóstico del proceso de corte transversal .....	62
3.1.7.	Diagnóstico del proceso de secado final .....	63
3.1.8.	Proceso de envasado.....	65
3.1.9.	Proceso de almacenado antes del empaquetado .....	66
3.1.10.	Proceso empaquetado y embalaje.....	67
3.2.	Identificación de los puntos de control.....	69
3.3.	Identificación de modificaciones complementarias .....	71
3.4.	Determinación de los parámetros e indicadores de control.....	74
3.4.1.	Recepción de cereales.....	74
3.4.1.1.	Control de granulometría.....	74
3.4.1.2.	Control de humedad .....	77
3.4.1.3.	Control organoléptico.....	78
3.4.2.	Preparación del jarabe .....	78
3.4.2.1.	Grados brix .....	78
3.4.2.2.	Temperatura.....	86
3.4.3.	Mezclado de cereales.....	87

**CAPÍTULO IV**  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO**  
**PRODUCTIVO DE BARRAS ENERGÉTICAS**

4.1.	Formación del equipo de control de calidad.....	88
4.1.1.	Descripción de actividades del equipo de control de calidad.....	88
4.1.1.1	Gerencia.....	88
4.1.1.2.	Jefe de producción.....	89
4.1.1.3.	Responsable de selección y fraccionamiento de materia prima. ....	90
4.1.1.4.	Responsable de mezclado de cereales .....	90
4.1.1.5.	Responsable de la línea de producción.....	91
4.1.1.6.	Responsable de envasado .....	91
4.1.1.7.	Jefe de calidad .....	92
4.1.1.8.	Inspector de calidad de materias primas y materiales .....	93
4.1.1.9.	Inspector de calidad del proceso productivo. ....	93
4.1.1.10.	Inspector de calidad del producto envasado, empaquetado y almacenado .....	94
4.2.	Identificación puntos de control de calidad en el proceso productivo .....	95
4.3.	Síntesis del control de calidad en el proceso productivo.....	96
4.4.	Control de calidad de materias primas .....	97
4.4.1.	Especificaciones de calidad para los cereales extruidos tipo arroz. ....	97
4.4.2.	Especificaciones de calidad para los cereales extruidos tipo minibolitas. ....	99
4.5.	Control de calidad en el proceso productivo .....	101
4.5.1.	Especificaciones de parámetros de control en el jarabe .....	101
4.5.2.	Especificaciones de control en el mezclado de cereales .....	103



4.6.	Control de calidad en la línea de producción .....	105
4.6.1.	Encendido de tableros de control .....	105
4.6.2.	Control de la temperatura de tolva de alimentación .....	106
4.6.3.	Especificaciones de los rodillos superiores y bombas pistones.....	108
4.6.4.	Especificaciones de la parametrización en el corte longitudinal y corte transversal.....	111
4.6.5.	Especificaciones de la parametrización en las cámaras de refrigeración ..	113
4.7.	Control de la calidad en el producto terminado.....	117
4.8.	Medición de la satisfacción del cliente.....	119
4.9.	Costo de la propuesta.....	126
4.9.1.	Beneficios de la propuesta.....	126
4.9.1.1.	Económico.....	126
4.9.1.2.	Base para diseñar otros sistemas .....	127
4.9.2.	Costos de implementación de calidad .....	127

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones.....	129
5.2.	Recomendaciones .....	131

Bibliografía

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Árbol de problema de la empresa Montecristo Bolivia S.R.L. ....	5
Figura 1.2. Árbol de soluciones de la empresa Montecristo Bolivia S.R.L. ....	6
Figura 2.1. Ciclo de Deming PHVA .....	13
Figura 2.2. Diagrama de Pareto .....	16
Figura 2.3. Diagrama de dispersión.....	17
Figura 2.4. Gráfico de control del proceso estable y zonas de distribución .....	18
Figura 2.5. Estructura del diagrama de Pescado "Ishikawa" .....	23
Figura 2.6. Monitoreo y medición de la satisfacción del cliente.....	24
Figura 2.7. Ubicación geográfica de la fábrica Montecristo Bolivia S.R.L. ....	28
Figura 2.8. Estructura organizacional de Montecristo Bolivia S.R.L. ....	29
Figura 2.9. Proceso productivo de barras energéticas .....	33
Figura 2.10. Flujograma de barras energéticas.....	36
Figura 2.11. Cursograma sinóptico del proceso productivo de barras energéticas .	38
Figura 2.12. Distribución en planta de Montecristo Bolivia .....	43
Figura 2.13. Distribución de maquinaria en el proceso productivo de barras energéticas.....	44
Figura 2.14. Residuos de los procesos industriales en Montecristo Bolivia S.R.L	45
Figura 2.15. Componentes de la barra de cereales de Montecristo Bolivia S.R.L.	46
Figura 2.16. Cereal extruido en forma de Arroz .....	47
Figura 2.17. Cereal extruido en forma de Bolitas .....	47
Figura 2.18. Avena instantánea .....	48
Figura 2.19. Jarabe industrial para elaborar Barras energéticas.....	49
Figura 2.20. Harina pregelatinizada .....	49

Figura 2.21.	Almendras y maní tostado.....	50
Figura 3.1.	Preparación de jarabe para barras energéticas .....	54
Figura 3.2.	Mezcladora de la masa de cereales .....	57
Figura 3.3.	Alimentación y compactación inicial de la línea de producción .....	58
Figura 3.4.	Sobreposicionamiento del tapete de cereales.....	59
Figura 3.5.	Formación de grietas en el tapete de cereales .....	60
Figura 3.6.	Proceso de secado inicial y final .....	61
Figura 3.7.	Diagnóstico del proceso de corte longitudinal.....	62
Figura 3.8.	Diagnóstico de proceso de corte transversal .....	63
Figura 3.9.	Descripción del área de envasado .....	66
Figura 3.10.	Almacenamiento de barras energéticas envasadas.....	67
Figura 3.11.	Proceso de empaquetado y embalaje .....	67
Figura 3.12.	Curva granulométrica de cereales extruidos tipo mini bolitas .....	75
Figura 3.13.	Curva granulométrica de cereales extruidos tipo arroz.....	76
Figura 3.14.	Balanza de humedad digital de Montecristo Bolivia .....	77
Figura 3.15.	Gráfico $\bar{X}$ para el control en la media de los grados brix .....	84
Figura 3.16.	Gráfico R para de control en los rangos de los grados brix .....	85
Figura 4.1.	Equipo para realizar el control de calidad.....	88
Figura 4.2.	Tablero 1 .....	105
Figura 4.3.	Tablero 2 .....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Registro base para recolección de datos para el diagnóstico.....	10
Tabla 2.1.	Coeficientes para los gráficos de control $\bar{X}$ - R.....	22
Tabla 3.1.	Recolección de grados brix .....	79
Tabla 3.2.	Estratificación de los grados brix .....	80
Tabla 3.3.	Subgrupos de los grados brix .....	81
Tabla 3.4.	Resultados de medias y rango de los grados brix.....	82
Tabla 3.5.	Determinación de límites de control para gráficos $\bar{X}$ (brix).....	84
Tabla 3.6.	Determinación de límites de control para gráfico R (brix) .....	85
Tabla 3.7.	Determinación de límites de grados brix en la preparación del jarabe .	86
Tabla 3.8.	Determinación de límites de temperatura para la preparación del jarabe .....	87
Tabla 3.9.	Determinación de límites de tiempo en el mezclado de cereales .....	87

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1.	Presentación de la empresa Montecristo Bolivia S.R.L. ....	27
Cuadro 2.2.	Productos elaborados por Montecristo Bolivia S.R.L. ....	31
Cuadro 2.3.	Identificación de componentes del proceso .....	34
Cuadro 3.1.	Diagnóstico de materias primas dentro del proceso productivo de barras energéticas .....	56
Cuadro 3.2.	Diagnóstico del proceso de mezclado en la producción de barras energéticas.....	58
Cuadro 3.3.	Diagnóstico de la línea de producción de barras energéticas .....	64
Cuadro 3.4.	Diagnóstico de la tercera etapa del proceso de barras energéticas ..	68
Cuadro 3.5.	Identificación de los puntos de control e indicadores en el proceso productivo de barras energéticas .....	69
Cuadro 3.6.	Requerimientos de modificaciones y complementos a la línea de producción .....	71
Cuadro 3.7.	Evaluación sensorial de los cereales extruidos .....	78
Cuadro 4.1.	Especificación técnica de control de calidad en los cereales extruidos tipo arroz .....	97
Cuadro 4.2.	Acciones control de calidad en los cereales extruidos tipo arroz ....	98
Cuadro 4.3.	Especificación técnica de control de calidad en los cereales extruidos tipo minibolitas.....	99
Cuadro 4.4.	Acciones control de calidad en los cereales extruidos tipo minibolita .....	100
Cuadro 4.5.	Especificación técnica de control de calidad en la preparación del jarabe .....	101
Cuadro 4.6.	Acciones control de calidad en la preparación del jarabe.....	102

Cuadro 4.7.	Especificación técnica de control de calidad en la mezcladora de cereales .....	103
Cuadro 4.8.	Acciones control de calidad en el mezclado de cereales .....	104
Cuadro 4.9.	Especificación técnica de control de calidad en el calentador de tolva.....	106
Cuadro 4.10.	Acciones de control en el calentador de tolva .....	107
Cuadro 4.11.	Especificación técnica de control de calidad en los rodillos y pistones.....	108
Cuadro 4.12.	Acciones de control de calidad en los rodillos y pistones. ....	109
Cuadro 4.13.	Especificación técnica de control de calidad en los rodillos y pistones .....	110
Cuadro 4.14.	Especificación técnica de control de calidad en cortes longitudinal y transversal .....	111
Cuadro 4.15.	Acciones de control de calidad en los cortes longitudinales y transversales .....	112
Cuadro 4.16.	Especificación técnica de control de calidad en las cámaras de refrigeración. ....	113
Cuadro 4.17.	Acciones de control de calidad en las cámaras de refrigeración. ....	114
Cuadro 4.18.	Pérdidas de no calidad en el proceso productivo.....	126
Cuadro 4.19.	Costos de modificaciones y complementos a la línea del proceso productivo de barras energéticas (expresado en bolivianos).....	128

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A. Presentación de productos de la empresa montecristo Bolivia S.R.L.
- Anexo B. Cálculo de la pérdida de humedad en las cámaras de refrigeración
- Anexo C. Determinación de curva granulométrica de los cereales extruidos
- Anexo D. Determinación de los límites de control para la temperatura del jarabe utilizando glucosa “a”
- Anexo E. Determinación de los límites de control para la temperatura del jarabe utilizando glucosa “b”
- Anexo F. Determinación de los límites de control en el mezclado de cereales
- Anexo G. Resultados de análisis del producto terminado
- Anexo H. Modificaciones complementarias al proceso productivo
- Anexo I. Cursogramas analíticos del operador del proceso actual
  - Anexo I.1. Cursograma analítico de la marmita
  - Anexo I.2. Cursograma analítico preparación de jarabe
  - Anexo I.3. Cursograma analítico del mezclado de cereales
  - Anexo I.4. Cursograma analítico línea de producción
- Anexo J. Cursogramas analíticos del operador del proceso propuesto
  - Anexo J.1. Cursograma analítico propuesto del operador en el fraccionamiento
  - Anexo J.2. Cursograma analítico propuesto del operador en la preparación de jarabe
  - Anexo J.3. Cursograma analítico propuesto en el mezclado de cereales
  - Anexo J.4. Cursograma analítico propuesto en la línea de producción
- Anexo K. Manual de procedimientos de aceptación de cereales extruidos como materias prima
- Anexo L. Manual de procedimientos de la medición de satisfacción del cliente
- Anexo M. Manual de procedimientos muestreo de aceptación de calidad en atributos