

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

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE EMBOTELLADO DE VINO EN  
DAMAJUANAS 4.650 cc. EN BODEGAS “LA VICTORIA”**

**Por:**

**ANGELA LOURDES BONILLA CUELLAR**

**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**

V°B°

---

MSc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

**DECANO FAC. CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA**

---

MCs. Lic. Clovis Gustavo Succi Aguirre

**VICEDECANO FAC. CIENCIAS Y  
TECNOLOGÍA**

---

Ing. Ernesto Evaristo Caihuara Alejandro

**DIRECTOR DPTO. PROCESOS INDUSTRIALES, BIOTECNOLÓGICOS Y  
AMBIENTALES**

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

---

Ing. Raúl Mejía Mogrovejo

---

Ing. Ismael Gerardo Castillo García

---

Ing. Lariza Roxana Zenteno Navarro

El tribunal calificador del presente trabajo,  
no se solidariza con la forma, términos,  
modos y expresiones vertidas en el mismo,  
siendo estas responsabilidades de la autora.

**DEDICATORIA**

Principalmente a Dios, por guiar mi camino día a día, por ser mi fuente de amor, fortaleza y gozo, por llenar mi vida con muestras de amor constante; a mis padres Jaime Bonilla y Lourdes Cuellar por su apoyo incondicional hasta el final de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por brindarme sabiduría en cada momento, a mis padres por su afecto, cariño y valores inculcados, por demostrarme ejemplos de superación, humildad, sacrificio y amor.

A nuestra docente guía Ing. Mariana Cordero por su calidad profesional y el tiempo brindado para guiarnos, motivarnos, alentarnos y direccionar nuestros conocimientos en el desarrollo del proyecto.

A la UAJMS por formarnos en su prestigiosa casa de estudios y desarrollarnos profesionalmente.

## ÍNDICE

### Páginas

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

## INTRODUCCIÓN

<b>Antecedentes .....</b>	<b>1</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
a) Identificación del problema.....	2
b) Árbol de problemas .....	4
c) Árbol de soluciones .....	5
d) Formulación del problema.....	6
<b>Objetivos .....</b>	<b>6</b>
a) Objetivo general .....	6
b) Objetivos específicos.....	6
<b>Justificación .....</b>	<b>6</b>
a) Justificación social .....	6
b) Justificación económica .....	7
c) Justificación técnica .....	7
d) Justificación académica .....	7
<b>Delimitación del estudio.....</b>	<b>8</b>
a) Limitación científica.....	8
b) Limitación espacial.....	8
c) Limitación temporal .....	8
<b>Alcance.....</b>	<b>8</b>
<b>Descripción general de la empresa .....</b>	<b>9</b>
a) Situación de la empresa .....	9
b) Organización .....	9
c) Personal de la empresa por área de trabajo .....	10

a)	Ubicación.....	11
b)	Productos .....	11
a)	Materia prima utilizada en el proceso .....	14
b)	Reactivos utilizados.....	14
c)	Maquinaria y equipos .....	15
a)	Descripción detallada del proceso productivo.....	16
a)	Diagrama de flujo del proceso.....	20
b)	Lay Out de la empresa.....	21
c)	Desechos que produce la empresa.....	22
	<b>Metodología .....</b>	<b>22</b>

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

1.1.	Antecedentes de investigación .....	25
1.2.	Fundamentos .....	26
1.2.1.	Productividad.....	26
1.2.1.1.	Características generales de la productividad.....	26
1.2.1.2.	Medición de la productividad.....	26
1.2.1.3.	Indicadores de productividad .....	27
1.2.2.	Automatización de procesos industriales .....	28
1.2.2.1.	Automatización eléctrica.....	28
1.3.	Teorías básicas .....	29
1.3.1.	Distribución en planta .....	29
1.3.1.1.	Distribución en planta por procesos .....	29
1.3.2.	Diagrama de recorrido.....	29
1.3.3.	Estudio de tiempos .....	30
1.3.4.	Determinación del Tamaño de Muestras.....	31
1.3.5.	Cursograma analítico.....	33
1.3.6.	Diagramas de flujo .....	33
1.3.6.1.	Simbología de diagrama de flujo.....	33
1.3.7.	Diagrama de funciones cruzadas .....	34
1.3.8.	Diagrama Ishikawa.....	35

1.3.9.	Diagrama de operaciones de proceso .....	35
1.3.9.1.	Símbolos de los diagramas del proceso.....	36
1.3.10.	El diagrama de proceso operativo .....	37
1.3.11.	Diagrama de proceso bi manual .....	37
1.3.11.1.	Composición de diagrama bimanual .....	37
1.3.12.	Equipo de protección personal .....	38
1.3.13.	Manual de mantenimiento .....	38
1.3.13.1.	Finalidad del mantenimiento .....	38
1.3.14.	Método cualitativo por puntos.....	39
1.4.	Metodología.....	39
1.4.1.	Investigación aplicada .....	39
1.5.	Descripción de diseño mecánico .....	40
1.5.1.	Sistemas de embotellado .....	40
1.5.2.	Equipo de envasado de líquidos .....	40
1.5.2.1.	Envasadora automática lineal para líquidos .....	40
1.5.3.	Proceso de llenado de líquidos .....	40
1.5.3.1.	Llenado por Gravedad .....	40
1.5.4.	Proceso de sellado .....	41
1.5.4.1.	Cierre a rosca.....	41
1.5.4.2.	Encorchado manual .....	41
1.5.5.	Sistemas de transporte: .....	41
1.5.5.1.	Transporte por placas articuladas .....	41
1.5.5.1.1.	Cálculo de longitud de cinta transportadora.....	42
1.5.5.1.2.	Cálculo de selección de motor para accionamiento de cinta transportadora.....	44
1.5.5.1.3.	Selección de Conductor eléctrico.....	45
1.5.6.	Sistema de llenado.....	45
1.5.6.1.	Velocidad de la cinta transportadora .....	45
1.5.6.2.	Caudal de salida del sistema de llenado .....	46
1.6.	Descripción de diseño automático.....	46
1.6.2.	Elementos de procesos para automatizar.....	46



1.6.3.	Elementos complementarios para procesos eléctricos .....	46
1.6.3.1.	Funcionamiento por pulsos .....	46
1.6.3.2.	Pulsadores.....	47
1.6.3.3.	Accionadores .....	47
1.6.4.	Componentes necesarios para el sistema de control automático.....	47
1.6.4.1.	PLC Logo Básico .....	47
1.6.4.2.	Variador de frecuencia .....	47
	Principio de funcionamiento .....	48
1.6.4.3.	Válvulas de llenado .....	49
1.6.4.3.1.	Válvulas de baja presión .....	49
1.6.4.4.	Motor trifásico.....	50
1.6.4.5.	Temporizador .....	50
1.6.5.	Materiales para instalación eléctrica .....	51
1.6.5.1.	Cableado.....	51
1.6.5.2.	Disyuntor térmico.....	51
1.6.5.3.	Impulsadores .....	51
1.7.2.	Aspectos técnicos y otras consideraciones.....	52
1.7.2.1.	Motores solos .....	53
1.7.2.2.	Circuitos de motores.....	53
1.7.3.	Aspectos de seguridad.....	54
1.7.3.1.	De la prevención y protección contra incendios .....	55
1.7.3.2.	Del resguardo de la maquinaria.....	55
1.7.3.3.	Del equipo eléctrico.....	55

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE EMBOTELLADO ATUAL**

2.1.	Introducción.....	56
2.2.	Descripción del proceso de embotellado actual .....	58
2.3.	Diagrama de flujo de funciones cruzadas.....	60
2.4.	Diagrama Ishikawa.....	61
2.5.	Diagrama sinóptico del proceso de embotellado.....	63
2.6.	Diagrama de recorrido del proceso de embotellado .....	65

2.6.	Cursograma bimanual.....	67
2.6.1.	Cursograma bimanual del proceso de tapado con corcho sintético.....	67
2.6.2.	Cursograma bimanual del proceso de tapado con tapa rosca.....	68
2.6.3.	Cursograma bimanual del proceso de etiquetado.....	69
2.7.	Estudio de tiempo.....	70
2.7.1.	Estudio de tiempos de etiquetado.....	71
2.8.	Descripción de herramientas y materiales que intervienen en el proceso ....	72
2.8.1.	Descripción de herramientas que intervienen en el proceso .....	72
2.8.2.	Descripción de materiales que intervienen en el proceso.....	73
2.9.	Mano de obra empleada en el proceso por etapas .....	74
2.10.	Calculo de productividad.....	75
2.11.	Análisis de alternativas.....	76
2.11.1.1.	Implementación de llenadora semiautomática de 2 boquillas.....	76
2.11.1.2.	Características de alternativa A.....	77
2.11.1.3.	Ventajas del equipo alternativa A .....	78
2.11.1.5.	Costos de implementación alternativa A.....	79
2.11.2.	Alternativa B .....	79
2.11.2.1.	Implementación de un equipo semiautomático de llenado y optimización en proceso de tapado y etiquetado .....	79
2.11.2.2.	Características de alternativa B .....	79
2.11.2.3.	Ventajas de equipo de alternativa B .....	80
2.11.2.4.	Requerimiento de mano de obra alternativa B .....	81
2.11.2.5.	Costos de implementación alternativa B .....	81
2.11.3.	Selección de alternativa por puntos.....	82

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL SISTEMA**

3.1.	Introducción.....	84
3.2.	Consideraciones preliminares que se tomaron en cuenta para el sistema automático .....	85
3.3.	Elementos necesarios para el funcionamiento del sistema automático .....	85
3.3.	Cálculos preliminares para la selección de equipos de deslizamiento .....	87
3.3.1.1.	Tiempo de traslado de botellas.....	87

3.3.1.2.	Cálculo de longitud de cinta transportadora.....	88
3.3.1.3.	Selección de motor .....	90
3.3.1.4.	Selección de conductor eléctrico .....	92
3.3.1.5.	Velocidad de la cinta transportadora .....	92
3.4.	Sistema de llenado.....	93
3.4.1.	Cálculo de caudal de salida .....	93
3.5.	Capacidad del sistema .....	93
3.6.	Diagrama eléctrico etapa de llenado.....	94
3.7.	Esquema Ladder de PLC .....	94
3.8.	Características del sistema.....	94
3.9.	Diagrama de embotellado propuesto .....	98
3.10.	Rediseño de lay-out propuesto en el área de embotellado .....	99
3.11.	Cursograma analítico del proceso de embotellado propuesto .....	103
3.12.	Cursograma bimanual propuesto .....	104
3.13.	Cálculo de productividad propuesto.....	107
3.14.	Estudio de tiempos propuesto.....	107
3.14.1.	Resumen de estudio de tiempo propuesto .....	107
3.15.	Presupuesto de inversión del sistema de embotellado propuesto.....	109
3.15.1.	Costo de mano de obra .....	109
3.15.2.	Costo de materiales .....	110
3.15.3.	Costo de equipos .....	110
3.16.	Resumen de costos totales.....	111
3.17.	Cronograma de instalación del sistema .....	111
3.18.	Resultados y discusión .....	113
3.18.1.	Análisis y discusión de resultados.....	113
3.18.2.	Comparación de proceso actual y propuesto .....	114

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

11.1.	Conclusiones .....	115
11.2.	Recomendaciones .....	115
	<b>Bibliografía .....</b>	<b>116</b>

## Índice de cuadros y tablas

	Páginas
Cuadro 1 <i>Presentación de la empresa</i> .....	9
Cuadro 2 <i>Personal de la empresa por área de trabajo</i> .....	10
Cuadro 3 <i>Descripción de línea de productos “Bodegas La Victoria”</i> .....	12
Cuadro 4 <i>Materia prima</i> .....	14
Cuadro 5 <i>Reactivos utilizados</i> .....	14
Cuadro 6 <i>Maquinaria y equipo</i> .....	15
Cuadro 7 <i>Matriz metodológica</i> .....	23
Cuadro I-1 <i>Indicadores de productividad</i> .....	27
Cuadro I-2 <i>Simbología de diagramas de flujo</i> .....	34
Cuadro I-3 <i>Simbología del diagrama de flujo de funciones cruzado</i> .....	35
Cuadro I-4 <i>Símbolos del diagrama del proceso</i> .....	36
Cuadro I-5 <i>Método de evaluación cualitativa por puntos</i> .....	39
Cuadro I-6 <i>Ventajas y desventajas del variador de frecuencia</i> .....	48
Cuadro II-1 <i>Ficha técnica vino en damajuana</i> .....	56
Cuadro II-3 <i>Resumen de tiempos sellado manual</i> .....	71
Cuadro II-4 <i>Resumen de tiempos etiquetado</i> .....	71
Cuadro II-5 <i>Descripción de herramientas</i> .....	72
Cuadro II-6 <i>Descripción de materiales</i> .....	73
Cuadro II-7 <i>Mano de obra empleada en el proceso</i> .....	74
Cuadro II-8 <i>Características alternativa A</i> .....	77
Cuadro II-9 <i>Mano de obra empleada alternativa A</i> .....	78
Cuadro II-10 <i>Características alternativa B</i> .....	80
Cuadro II-11 <i>Mano de obra empleada alternativa B</i> .....	81
Cuadro III-1 <i>Características del sistema automático</i> .....	95
Cuadro III-1 <i>Resumen de estudio de tiempos tapado con corcho sintético</i> .....	108
Cuadro III-2 <i>Resumen de estudio de tiempos tapado con tapa rosca</i> .....	108
Cuadro III-3 <i>Resumen de estudio de tiempos etiquetado</i> .....	108
Tabla I-1 <i>Tabla de número de muestras</i> .....	32
Tabla II-I <i>Inversión alternativa A</i> .....	79

Tabla II-2 <i>Inversión alternativa B</i> .....	82
Tabla II-3 <i>Método cualitativo por puntos para selección de mejor alternativa</i> .....	82
TablaIII-1 <i>Costo mano de obra</i> .....	109
TablaIII-2 <i>Costo de materiales</i> .....	110
Tabla III-3 <i>Costo de equipos</i> .....	110
Tabla III-4 <i>Resumen de costos totales</i> .....	111

## Índice de figuras

	<b>Páginas</b>
Figura 0-1 <i>Árbol de problemas</i> .....	4
Figura 0-2 <i>Árbol de soluciones</i> .....	5
Figura 0-3 <i>Estructura orgánica de la empresa</i> .....	10
Figura 0-4 <i>Ubicación geográfica de la empresa</i> .....	11
Figura 0-6 <i>Diagrama de flujo elaboración de vino</i> .....	20
Figura 0-7 <i>Lay - Out de la empresa</i> .....	21
Figura 1-1 <i>Factores de holguras</i> .....	31
Figura I-2 <i>Factores de dimensionamiento de alimentación de régimen no permanente</i> .....	53
Figura I-3 <i>Grados de proteccion usuales de motores electricos</i> .....	54
Figura 2-1 <i>Diagrama de funciones cruzadas</i> .....	60
Figura 2-2 <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	61
Figura 2-3 <i>Diagrama de Recorrido</i> .....	65
Figura 2-4 <i>Modelo semiautomático de llenado de 6 boquillas</i> .....	77
Figura 3-1 <i>Esquema general de sistema eléctrico</i> .....	86
Figura 3-2 <i>Diagrama eléctrico propuesto</i> .....	96
Figura 3-3 <i>Esquema Lader de PLC</i> .....	97
Figura 3-4 <i>Diagrama de embotellado propuesto</i> .....	98
Figura 3-5 <i>Lay out propuesto</i> .....	101
Figura 3-6 <i>Diagrama de recorrido propuesto</i> .....	102
Figura 3-6 <i>Cronograma de ejecución de proyecto</i> .....	112

## Índice de anexos

<i>Anexo 2-1 Diagrama de recorrido actual</i> .....	
<i>Anexo 2-2 Estudio de tiempos actual</i> .....	
<i>Anexo 2-3 Proforma de Cotizaciones Alternativa A</i> .....	
<i>Anexo 2-3 Proforma de Cotizaciones Alternativa B</i> .....	
<i>Anexo 3-1 Ficha técnica de componentes</i> .....	
<i>Anexo 3-2 Esquema y simulación eléctrica del proyecto</i> .....	
<i>Anexo 3-3 Esquema Lader del PLC</i> .....	
<i>Anexo 3-3 Manual de funciones propuestos área de embotellado</i> .....	
<i>Anexo3-4 Manual de procedimiento propuestos área de embotellado</i> .....	