

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA LÍNEA
DE PRODUCCIÓN DE YOGURT EN EBA - PLANTA SAN
LORENZO**

POR:

LUIS FABIAN VACA LÓPEZ

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

Enero de 2026

TARIJA - BOLIVIA

M. Sc. Ing. Fernando Cortez
DECANO

M. Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez
VICEDECANO

M. Sc. Ing. Emmy Alfaro Murillo
DIRECTOR DE DEPARTAMENTO

**APROBADA POR:
TRIBUNAL:**

Ing. Ismael Gerardo Castillo García

Ing. Dean Rafael Castillo Limachi

Ing. María Guadalupe Chuca Bejarano

Advertencia:

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

Dedicatoria:

Dedicado a mi amada familia, cuyo apoyo inquebrantable ha sido el motor de mi vida. Gracias por creer siempre en mí y por ser el pilar fundamental que me ha impulsado a estar aquí.

Agradecimiento:

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a toda mi familia, cuyo apoyo ha sido fundamental para que pudiera alcanzar este logro.

Pensamiento:

A mi familia: gracias por creer en mí cuando yo dudaba, por acompañarme en silencio cuando más lo necesitaba y por hacer posible este sueño. Luis Fabian Vaca López.

ÍNDICE

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

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes.....	1
1.1. Antecedentes teóricos.....	1
1.2. Descripción del problema.....	2
1.2.1. Formulación de pregunta	3
1.2.2. Árbol de problemas.....	4
1.2.3. Árbol de soluciones	5
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.4. Justificación.....	6
1.4.1. Justificación académica	6
1.4.2. Justificación técnica.....	7
1.4.3. Justificación legal	7
1.4.4. Justificación económica.....	7
1.4.5. Justificación personal.....	8
1.5. Metodología.....	8
1.5.1. Enfoque y tipo de investigación	8
1.5.2 Tipos de investigación	8
1.5.3. Métodos y técnicas de investigación	9
1.5.4. Población o sujeto de estudio	9
1.5.5. Tipo de muestreo	10
1.5.6. Tamaño de la muestra.....	10

1.5.7. Recolección de información	10
1.5.8. Instrumentos de recolección de información	11

CAPÍTULO II

EMPRESA

2.1. Empresa	12
2.2. Ubicación.....	12
2.3. Organización	13
2.4. Productos y/o servicios.....	14
2.5. Maquinaria y equipo.....	15
2.6. Materia prima e insumos	17
2.7. Proceso productivo	19
2.7.1. Diagrama de flujo del proceso	22
2.8. Lay Out.....	23
2.9. Residuos y/o desechos.....	24

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Mantenimiento.....	26
3.1.1. Definición	26
3.1.2. Objetivos del mantenimiento	26
3.2. Confiabilidad	27
3.2.1. Definición	27
3.2.2. Función de confiabilidad	27
3.2.3. MTTF y MTBF.....	28
3.2.4. Disponibilidad.....	29
3.3. Mantenibilidad.....	30
3.3.1. Definición	30
3.3.2. MTTR	30
3.3.3. Indicador OEE	31
3.4. Tipos de mantenimiento	32
3.4.1. Mantenimiento correctivo.....	32

3.4.2. Mantenimiento preventivo.....	33
3.5. Diagrama de flujo.....	34
3.6. Cursograma analítico.....	35
3.7. Método Ishikawa	35
3.8. Análisis de criticidad	37
3.9. Gestión de mantenimiento.....	38
3.9.1. Plan de mantenimiento	39
3.10. Matriz MEFI.....	40
3.11. La Matriz de Poder/Interés	41
3.12. NORMA BOLIVIANA NB 12017:2020	43
3.12.1. Definición	43
3.12.2. Modelo de gestión de la Norma NB 12017	43
3.12.3. Estructura y requisitos de la norma.....	43
3.12.4. Propuesta del plan de mantenimiento basado en la NB 12017:2020	44
3.12.5. Metodología de implementación basada en la NB 12017:2020	45

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO

4.1. Situación actual de la línea de producción de yogurt.....	47
4.1.1. Diagrama de flujo de producción de yogurt	47
4.2. Descripción de los equipos de la línea de producción de yogurt	49
4.2.1. Bomba centrífuga.....	49
4.2.2. Tanque de almacenamiento	50
4.2.3. Pasteurizador.....	50
4.2.4. Homogeneizador	51
4.2.5. Tanques de producción	52
4.2.6. Bomba lobular	53
4.2.7. Cinta transportadora.....	54
4.2.8. Tolva de envasado	55
4.2.9. Codificadora Videojet.....	56
4.2.10. Sacheteadoras	57

4.2.11. Caldero.....	58
4.2.12. Chiller	59
4.2.13. Banco de frío.....	60
4.2.14. Herramientas de apoyo de mantenimiento	63
4.2.15. Materiales de apoyo de mantenimiento	66
4.3. Diagnóstico de la situación actual de la empresa según el cumplimiento de los requisitos de la norma NB 12017:2020	68
4.3.1. Metodología.....	68
4.3.2. Identificación de requisitos, evaluación y diagnóstico de la NB 12017:2020.....	68
4.4. Selección de equipos críticos	70
4.4.1. Datos de los equipos de la línea de producción de yogurt.....	71
4.5. Análisis de criticidad	82
4.5.1. Criterios de criticidad	82
4.5.2. Análisis de criticidad	83
4.5.3. Rangos de criticidad	86
4.6. Análisis del mantenimiento actual	92
4.6.1. Estructura organizacional del mantenimiento actual	94
4.6.2. Descripción del proceso de mantenimiento actual de los equipos críticos de la línea de yogurt	95
4.6.3. Descripción del mantenimiento de las fallas por equipo	97
4.7. Gestión de repuestos.....	110
4.8. Indicador OEE actual de los equipos	114
4.8.1. Cálculo de la producción	114
4.9. Indicadores MTBF y MTTR actuales	118

CAPÍTULO V

PROPUESTA

5.1. Introducción.....	120
5.2. Contexto de la organización.....	121
5.2.1. Comprensión de la organización y su contexto	121

5.2.2. Compresión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	126
5.2.3. Matriz de Poder/Interés.....	128
5.2.4. Determinación del alcance del plan de mantenimiento	130
5.2.5. Plan de mantenimiento de activos	131
5.3. Liderazgo.....	134
5.3.1. Política de mantenimiento	134
5.4. Planificación.....	136
5.4.1 Planificación del mantenimiento	136
5.4.2. Definición de objetivos de mantenimiento	138
5.5. Apoyo.....	141
5.5.1. Recursos.....	141
5.5.2. Estructura jerárquica y organizacional	141
5.5.3. Toma de conciencia	142
5.5.4. Comunicación	143
5.5.5. Información documentada	145
5.6. Operación	148
5.6.1. Ejecución de acciones de coordinación	148
5.6.2. Ejecución operativa interna	149
5.7. Evaluación de desempeño	149
5.7.1. Seguimiento, Medición y Análisis.....	150
5.7.2. Auditorías internas.....	153
5.7.3. Revisión por la dirección	155
5.8. Mejora	155
5.9. Seguimiento de ejecución de fallas	161
5.10. Reducción de fallas	172
5.10.1. Reducción de fallas de alta criticidad en los equipos	172
5.10.2. Datos propuestos de los equipos.....	173
5.11. Indicador OEE propuesto del equipo	174
5.12. Indicadores MTBF y MTTR propuestos	177

5.13. Impacto de la propuesta.....	180
5.13.1. Análisis del diagnóstico y propuesta de mejora del indicador OEE	180
5.13.2. Análisis del diagnóstico y propuesta de mejora de los indicadores MTBF y MTTR.....	182
5.14. Gestión de repuestos.....	184
5.15. Cálculo de ROP.....	187
5.16. Cronograma de mantenimiento.....	190
5.17. Optimización de costos y vida útil de los equipos a través de programación lineal.....	191
5.17.1. Variables de decisión.....	191
5.17.2. Parámetros.....	192
5.17.3. Función objetivo.....	192
5.17.4. Ahorro económico.....	196

CAPITULO VI

ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA

6.1. Análisis del costo por paradas.....	197
6.2. Reducción total de tiempos de parada semestral.....	197
6.3. Cuantificación del costo de inversión.....	199
6.3.1. Costo de materia prima e insumos.....	199
6.3.2. Costo de mano de obra directa.....	200
6.3.3. Costo de mano de obra indirecta.....	201
6.4. Costo de capacitación.....	201
6.5. Costo semestral de repuestos.....	202
6.6. Precio de venta (P.U. de venta).....	204
6.7. Valoración del costo por parada.....	205
6.7.1. Producción recuperada.....	205
6.8. Costo total de inversión.....	207
6.9. Cálculo del ROI.....	207

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones	208
7.2. Recomendaciones	210
BIBLIOGRAFÍA	211

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	14
Tabla 2.....	15
Tabla 3.....	18
Tabla 4.....	61
Tabla 5.....	62
Tabla 6.....	63
Tabla 7.....	66
Tabla 8.....	69
Tabla 9.....	71
Tabla 10.....	71
Tabla 11.....	72
Tabla 12.....	73
Tabla 13.....	74
Tabla 14.....	75
Tabla 15.....	75
Tabla 16.....	76
Tabla 17.....	76
Tabla 18.....	77
Tabla 19.....	78
Tabla 20.....	79
Tabla 21.....	79
Tabla 22.....	80
Tabla 23.....	81
Tabla 24.....	83
Tabla 25.....	84
Tabla 26.....	84
Tabla 27.....	85
Tabla 28.....	86

Tabla 29.....	86
Tabla 30.....	87
Tabla 31.....	88
Tabla 32.....	89
Tabla 33.....	90
Tabla 34.....	92
Tabla 35.....	110
Tabla 36.....	112
Tabla 37.....	116
Tabla 38.....	118
Tabla 39.....	123
Tabla 40.....	125
Tabla 41.....	126
Tabla 42.....	128
Tabla 43.....	129
Tabla 44.....	136
Tabla 45.....	138
Tabla 46.....	139
Tabla 47.....	144
Tabla 48.....	146
Tabla 49.....	152
Tabla 50.....	154
Tabla 51.....	157
Tabla 52.....	158
Tabla 53.....	159
Tabla 54.....	172
Tabla 55.....	173
Tabla 56.....	175
Tabla 57.....	177
Tabla 58.....	181

Tabla 59.....	182
Tabla 60.....	186
Tabla 61.....	188
Tabla 62.....	193
Tabla 63.....	194
Tabla 64.....	194
Tabla 65.....	195
Tabla 66.....	195
Tabla 67.....	196
Tabla 68.....	197
Tabla 69.....	199
Tabla 70.....	200
Tabla 71.....	201
Tabla 72.....	202
Tabla 73.....	203
Tabla 74.....	203
Tabla 75.....	204
Tabla 76.....	204
Tabla 77.....	206
Tabla 78.....	206

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	4
Figura 2.....	5
Figura 3.....	12
Figura 4.....	12
Figura 5.....	13
Figura 6.....	22
Figura 7.....	23
Figura 8.....	37
Figura 9.....	42
Figura 10.....	48
Figura 11.....	49
Figura 12.....	50
Figura 13.....	51
Figura 14.....	52
Figura 15.....	53
Figura 16.....	54
Figura 17.....	55
Figura 18.....	56
Figura 19.....	57
Figura 20.....	58
Figura 21.....	59
Figura 22.....	60
Figura 23.....	60
Figura 24.....	70
Figura 25.....	82
Figura 26.....	91
Figura 27.....	93
Figura 28.....	95
Figura 29.....	99

Figura 30.....	102
Figura 31.....	105
Figura 32.....	108
Figura 33.....	122
Figura 34.....	130
Figura 35.....	133
Figura 36.....	142
Figura 37.....	142
Figura 38.....	162
Figura 39.....	165
Figura 40.....	168
Figura 41.....	170

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.....	223
Anexo 2.....	247
Anexo 3.....	253
Anexo 4.....	254
Anexo 5.....	261
Anexo 6.....	262
Anexo 7.....	265
Anexo 8.....	270
Anexo 9.....	283
Anexo 10.....	316
Anexo 11.....	349
Anexo 12.....	358
Anexo 13.....	268
Anexo 14.....	381
Anexo 15.....	388
Anexo 16.....	396
Anexo 17.....	398