

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



**"PLAN DE ESTANDARIZACIÓN DEL CAFÉ TORRADO EN LA
EMPRESA EL CRIOLLITO DE LA CIUDAD DE TARIJA"**

POR:

RODRIGUEZ VICTORIO JOSE RODRIGO

**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 2025

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

M.Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

M.Sc. Lic. Fernando E. Cortez Michel

VICEDECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGIA

M.Sc. Ing. Emmy Adela Alfaro Murillo

DIRECTORA DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ing. Jaime Enrique Lujan Perez

Ing. Dean Rafael Castillo Limache

Ing. Maria 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

Este trabajo está dedicado a mi familia, cuyo apoyo ha sido mi mayor motor y fortaleza. Agradezco su comprensión, su entrega y el tiempo que siempre me brindaron. Y, por encima de todo, dedico este logro a Dios, quien ilumina mi vida y dirige mi andar.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la serenidad necesarias para avanzar con paso firme y alcanzar esta meta que hoy se concreta.

A mis amados padres, Eduardo Rodríguez y Carmen Victorio, cuyo apoyo incondicional, guía y confianza han sido un pilar esencial en cada etapa de mi formación. Su ejemplo y dedicación me inspiran a seguir superándome.

A mi querida mamita Crescencia Martínez, quien en vida me brindó amor, apoyo sincero y sabios consejos, y que hoy, desde el cielo, sigue iluminando mi camino y alentando mis esfuerzos.

Al plantel docente de la carrera de Ingeniería Industrial de la UAJMS, por su compromiso, entrega y vocación, que han contribuido de manera fundamental a mi crecimiento académico y profesional.

A todos los familiares y amigos que estuvieron presentes a lo largo de este proceso, quienes, con su compañía, palabras de ánimo y comprensión, hicieron más llevadero cada desafío.

Al Sr. Walter Mamani y a la Lic. Virginia Ramos, por abrirme las puertas de la empresa El Criollito y brindarme la oportunidad de adquirir experiencia valiosa para mi desarrollo profesional.

Y a la Ing. Virginia Heredia, por su apoyo constante, por compartir generosamente sus conocimientos y por acompañarme con paciencia y dedicación durante este estudio.

PENSAMIENTO

Comienza haciendo lo necesario; luego haz lo posible y de repente estarás haciendo lo imposible

-San Francisco de Asís

ÍNDICE

ADVERTENCIA.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
PENSAMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1. Introducción	2
1.1 Antecedentes	2
1.1.1 Antecedentes del campo.....	2
1.1.2 Antecedentes de la empresa de estudio	3
1.2 Descripción del problema	5
1.2.1 Planteamiento del problema.....	5
1.2.2 Árbol de problemas	7
1.2.3 Formulación del problema	8
1.2.4 Árbol de soluciones.....	9
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo general.....	10
1.3.2 Objetivos específicos	10
1.4 Justificación.....	10
1.4.1 Justificación académica.....	10
1.4.2 Justificación técnica	11
1.4.3 Justificación económica	11
1.4.4 Justificación personal.....	11
1.4.5 Justificación legal.....	12
1.5 Metodología	12

1.5.1 Enfoque y tipo de investigación.....	12
1.5.2 Métodos y técnicas de investigación.....	13
1.5.3 Población o sujeto de estudio.....	13
1.5.4 Tipo de muestreo	14
1.5.5 Tamaño de la muestra.....	14

CAPÍTULO II EMPRESA

2. Empresa.....	16
2.1 Identificación de la empresa.....	16
2.2 Ubicación	16
2.3 Organización	17
2.4 Productos y/o servicios	18
2.5 Maquinaria y equipos.....	19
2.6 Materia prima e insumos.....	19
2.7 Lay out	20

CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

3. Marco Teórico	23
3.1 Conceptos importantes	23
3.1.1 Proceso productivo.....	23
3.1.2 Puntos críticos	23
3.1.3 Capacidad productiva.....	23
3.1.4 Eficiencia.....	23
3.1.5 Indicador	24
3.1.6 Indicadores de eficiencia.....	24
3.1.7 Plan.....	24
3.1.8 Programa	24
3.1.9 Método	24
3.1.10 Técnica	25

3.1.11 Calidad	25
3.1.12 Mejora continua	25
3.1.13 Sistema productivo.....	25
3.1.14 Estandarización	25
3.1.15 Conceptos adicionales sobre estandarización	26
3.2 Conceptos de herramientas aplicadas.....	27
3.2.1 Cursograma analítico	27
3.2.2 Diagrama	27
3.2.3 Cronograma.....	28
3.2.4 Manual de procedimientos	28
3.2.5 Balance másico.....	28
3.2.6 Diagrama de flujo del proceso	28
3.2.7 Lay out o distribución de planta.....	28
3.2.8 Diagrama Hombre-Máquina	28
3.2.9 Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto).....	29
3.2.10 Teoría de la medición y determinación de tiempos en la producción	29
3.3 Conceptos generales.....	30
3.3.1 Café pergamino y verde	30
3.3.2 Proceso de torrado.....	31
3.3.3 Perfil de torrado.....	31
3.3.4 Materia prima y selección	31
3.3.5 Molienda y empaque	31
3.3.6 Tamizadoras	31
3.3.7 Deshumificadores.....	32
3.3.8 Selección y preparación de granos.....	32
3.3.9 Torrado	32
3.3.10 Enfriamiento y almacenamiento	32
3.3.11 Indicadores de calidad del café pergamino y torrado.....	32
3.4 Fundamentos teóricos del análisis de humedad	33

3.4.1 Humedad en el grano de café.....	34
3.4.2 Humedad ambiental	35
3.4.3 Relevancia para la producción de café torrado	35
3.5 Principios térmicos aplicados al proceso de tostado y torrado del café.....	35
3.5.1 Concepto y relevancia de la temperatura en el tostado y torrado	36
3.5.2 Factores que interactúan con la temperatura.....	37
3.5.3 Etapas críticas del proceso	37

CAPÍTULO IV DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

4. Diagnóstico de la empresa	39
4.1 Proceso productivo del café torrado.....	39
4.2 Descripción por etapas del proceso productivo del café torrado	40
4.3 Balance masico general del café torrado.....	42
4.4 Cursograma analítico del proceso productivo del café torrado.....	43
4.5 Análisis del grano pergamino y el café torrado.....	44
4.5.1 Descripción del producto y condiciones de elaboración.....	44
4.5.2 Registro de valores obtenidos por lote.....	45
4.5.3 Análisis de variabilidad entre muestras.....	47
4.6 Tiempos por etapa del proceso productivo y por lotes.....	50
4.6.1 Condiciones bajo las que se tomaron los tiempos.....	50
4.6.2 Registro de tiempos por actividad y lote.....	50
4.6.3 Detección de tareas con mayor duración o irregularidad.....	54
4.7 Análisis de los niveles de humedad por área.....	55
4.7.1 Resultados obtenidos por zona de trabajo.....	55
4.8 Registro y control de temperaturas del proceso productivo del café torrado.....	58
4.8.1 Formas de control térmico utilizadas	58
4.8.2 Rango de temperaturas en la tostadora.....	59
4.8.3 Desviaciones térmicas observadas	62

4.8.4 Ausencia de registro documentado y su impacto	64
4.9 Identificación y análisis de puntos críticos de control (PCC).....	65
4.9.1 Etapas identificadas con riesgos	65
4.9.2 Selección de los puntos críticos de control	69
4.9.3 Análisis de cada PCC identificado	73
4.10 Evaluación de desempeño y percepción del personal mediante encuestas	82
4.11 Hallazgos Integrados del Diagnóstico.....	83

CAPÍTULO V PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN

5. Propuesta de estandarización	87
5.1 Actualización del flujograma	87
5.2 Maquinaria y equipos propuestos.....	89
5.2.1 Etapas de recepción y secado.....	89
5.1.2 Etapa de selección del grano	93
5.1.3 Etapa de tostado	94
5.1.4 Etapas de torrado y vaciado	98
5.1.5 Enfriado, triturado y envasado al vacío.....	100
5.3 Estrategias y técnicas propuestas	102
5.3.1 Etapas de recepción, pesado y secado.....	102
5.3.2 Etapa de selección del grano	108
5.3.3 Etapa de tostado	109
5.3.4 Etapas de torrado y vaciado	115
5.3.5 Etapas de enfriado, triturado y envasado al vacío.....	118
5.3.6 Enfriado post molienda	120
5.4 Propuesta de gestión de documentación y trazabilidad.....	122
5.5 Programa de capacitación	124
5.6 Impacto esperado de la propuesta de estandarización.....	125

5.6.1 Justificación técnica de la nueva etapa incorporada en el flujograma estandarizado	125
5.6.2 Resultados de la estandarización y optimización por etapa	126
5.6.3 Tiempos esperados	129
5.6.4 Impacto de la propuesta en la jornada laboral.....	130

CAPÍTULO VI ANÁLISIS ECONÓMICO

6. Análisis económico	135
6.1 Presupuesto de inversión del plan de estandarización	135
6.2 Evaluación de ahorro de costos operativos	137
6.3 Calculo del ROI.....	138

CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7. Conclusiones y recomendaciones	141
7.1 Conclusiones	141
7.2 Recomendaciones.....	143
Bibliografía	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de la empresa “El criollito”	16
Tabla 2 Materia prima e insumos usados para la elaboración del Café Torrado.....	20
Tabla 3 Descripción por etapas	40
Tabla 4 Composición de cada lote de café torrado	44
Tabla 5 Resultados analizados del café pergamino	45
Tabla 6 Resultados del perfil del café pergamino	45
Tabla 7 Resultados analizados del café torrado	46
Tabla 8 Resultado del perfil del café torrado	47
Tabla 9 Variabilidad en el café pergamino	48
Tabla 10 Variabilidad en el café torrado.....	49
Tabla 11 Datos de tiempo por etapas y lotes	51
Tabla 12 Identificación de variables	53
Tabla 13 Etapas con mayor duración de tiempo	54
Tabla 14 Niveles de humedad relativa por zona de trabajo	56
Tabla 15 Formas de control térmico identificadas	59
Tabla 16 Desviaciones térmicas	62
Tabla 17 Consecuencias e Impacto de la Ausencia de Registro Documentado en el Proceso del café torrado	64
Tabla 18 MATRIZ AMEF	66
Tabla 19 Datos para el diagrama de Pareto	69
Tabla 20 Selección PCC y PCP.....	72
Tabla 21 Resumen y análisis del Diagrama hombre vs maquina etapa tostado	75
Tabla 22 Resumen y análisis del diagrama hombre-maquina etapa del torrado	77
Tabla 23 Matriz de hallazgos	83
Tabla 24 Tabla de humedad vs tiempo	105
Tabla 25 Descripción del plan de implementación	108
Tabla 26 Criterios para MCDM	111
Tabla 27 Método de Toma de Decisiones Multicriterio	112

Tabla 28 Documentación propuesta	122
Tabla 29 Tabla de acciones implementadas y mejoras por etapa	127
Tabla 30 Tabla comparativa de tiempos observados y tiempos estandarizados.....	129
Tabla 31 Jornada laboral actual.....	130
Tabla 32 Jornada laboral propuesta.....	131
Tabla 33 Jornada actual envasado	132
Tabla 34 Jornada propuesta envasado	132
Tabla 35 KPI de productividad producción-jornada	133
Tabla 36 KPI de productividad jornada-lote	133
Tabla 37 Presupuesto de inversión del plan de estandarización.....	135
Tabla 38 Comparativo de desempeño operativo antes y después de la estandarización	137
Tabla 39 Evaluación de costos ahorrados bajo el proceso propuesto	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Árbol de problemas.....	7
Figura 2	Árbol de soluciones	9
Figura 3	Vista satelital de la ubicación de la empresa.....	17
Figura 4	Organigrama de la empresa “El Criollito”	18
Figura 5	Lay out de la empresa “El Criollito”	21
Figura 6	Flujograma.....	39
Figura 7	Diagrama masico del café torrado	42
Figura 8	Proceso productivo del café torrado en la empresa “El Criollito”.....	43
Figura 9	Comparación de humedad relativa y nivel de prioridad.....	58
Figura 10	Temperaturas en la etapa de tostado	60
Figura 11	Temperatura en la etapa de torrado	61
Figura 12	Diagrama de Pareto.....	70
Figura 13	Cursograma analítico del proceso de la recepción y selección de granos .	74
Figura 14	Utilización en el proceso de tostado	76
Figura 15	Resumen del diagrama hombre maquina con la utilización en la etapa del torrado	78
Figura 16	Diagrama de Ishikawa de la etapa de vaciado y enfriado.....	80
Figura 17	Flujograma propuesto	88
Figura 18	Higrómetro HTC-2	90
Figura 19	Mesa de Secados solar parabólico	91
Figura 20	Agratronix Probador de Humedad de Café Modelo 08150	92
Figura 21	Maquina clasificadora de café tipo pantalla vibratoria lineal (JFD-SZ-30)	94
Figura 22	Termopar tipo K con termopozo cerámico C610, Resitermica	96
Figura 23	Controlador de Temperatura Digital, BEM 702	97
Figura 24	Área de tostado	98
Figura 25	D150 Evolution Classic	99
Figura 26	Ventilador industrial.....	100
Figura 27	Compactadora manual	101

Figura 28 Grafica de curva de secado	106
Figura 29 Cursograma analítico del proceso de recepción, pesado y secado	107
Figura 30 Escala Agtron Gourmet.	109
Figura 31 Temperaturas teóricas esperadas.....	114
Figura 32 Área de tostado dividida	117
Figura 33 Posiciones y ventilación cruzada.....	119
Figura 34 Plano de torrado.....	120

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A EMPRESA

A.1 PRODUCTOS EN EL CRIOLLITO

A.2 MAQUINARIA Y/O EQUIPOS

ANEXO B DIAGNÓSTICO

B.1 CONDICIONES BAJO LA CUAL DE TOMARON LOS TIEMPOS

B.2 PROCESO PRODUCTIVO DETALLADO

B.3 CONDICIONES EN LA CUALES SE ELABORÓ EL CAFÉ TORRADO

B.4 CURSOGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAFÉ TORRADO DEL LOTE 1

B.5 CURSOGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAFÉ TORRADO DEL LOTE 2

B.6 CURSOGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAFÉ TORRADO DEL LOTE 2

B.7 ANALISIS DE HUMEDADES

ANEXO B.8 TEMPERATURAS TOMADAS EN LA ETAPA DE TOSTADO

ANEXO B.9 TEMPERATURAS TOMADAS EN LA ETAPA DE TORRADO

ANEXO B.10 DIAGRAMA HOMBRE VS MAQUINA DE LA ETAPA DE TOSTADO

ANEXO B.11 DIAGRAMA HOMBRE MAQUINA ETAPA DE TORRADO

ANEXO B.12 ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE PERSONAL

ANEXO B.13 RESULTADO DE ENCUESTAS

ANEXO B.13 ANALISIS DE LA ENCUESTA

ANEXO C PROPUESTA

Anexo C.1 FICHAS TECNICAS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS

ANEXO D PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTANDAR para el proceso productivo del café torrado

ANEXO E MANUALES DE PROCEDIMIENTOS

E.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LAS ETAPAS DE RECEPCIÓN, PESADO Y SECADO DEL GRANO

E.2 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LAS ETAPA INSPECCIÓN Y SELECCIÓN DEL GRANO

E.3 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LAS ETAPAS DE PESADO Y TOSTADO

E.4 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LAS ETAPAS DE TORRADO Y VACIADO

E.5 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LAS ETAPAS DE ENFRIADO, TRITURADO Y ENVASADO AL VACÍO

E.6 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LAS ETAPAS DE MOLIENDA, ENFRIADO Y ENVASADO

ANEXO F INSTRUCTIVOS

ANEXO F.1 INSTRUCTIVO DE SELECCIÓN DEL GRANO

ANEXO F.2 INSTRUCTIVO SECADO

ANEXO F.3 INSTRUCTIVO DE LOTES

ANEXO G PROGRAMA DE CAPACITACIÓN