

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TESIS DE GRADO PREVIA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTROMECAÁNICO.

TEMA: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN EXHAUSTING PARA LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (CEYPSA), UBICADA EN LATACUNGA – COTOPAXI, 2010.

AUTORES:

Guanopatin Coque Wilson Geovanny

Casa Chiluisa Edwin Eduardo

24 - 01 - 1995

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. MSC. Medardo Ulloa

ASESOR DE TESIS:

Ing. Edwin Moreano

Latacunga – Ecuador

2012

AUTORÍA

Nosotros WILSON GEOVANNY GUANOPATIN COQUE y EDWIN EDUARDO CASA CHILUISA, en pleno uso de nuestras facultades, autorizamos a la UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI, la publicación en la biblioteca de la institución el proyecto de grado con el tema “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN EXHAUSTING PARA LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (CEYPSA), UBICADA EN LATACUNGA – COTOPAXI, 2010”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Wilson Geovanny Guanopatin Coque

C.C.050266721-5

Edwin Eduardo Casa Chiluisa

C.C.050267334-6

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de director del trabajo de investigación sobre el tema: **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN EXHAUSTING PARA LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (CEYPSA), UBICADA EN LATACUNGA – COTOPAXI, 2010.”** De Casa Chiluisa Edwin Eduardo y Guanopatin Coque Wilson Geovanny , postulantes de la **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, ESPECIALIZACIÓN DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA**, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico para ser sometido a la evaluación de Tribunal de Validación del proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Abril del 2012

Ing. Ms c. Medardo Ulloa.noooooooooooo
Director de tesis.

CERTIFICACIÓN

HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo IV, (art.9 literal f), del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, informo que los postulantes: Wilson Geovanny Guanopatin Coque y Edwin Eduardo Casa Chiluisa, han desarrollado su tesis de grado de acuerdo al planteamiento formulado en el plan de tesis con el tema: “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN EXHAUSTING PARA LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (CEYPSA), UBICADA EN LATACUNGA – COTOPAXI, 2010.”, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis se encuentra habilitada para presentarse al acto de la defensa de tesis.

Ing. Msc. Medardo Ulloa.noooooooooooooooooooo

Director de tesis.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
Latacunga – Ecuador

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente trabajo de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, ESPECIALIZACIÓN DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA**, por cuanto, los postulantes: Wilson Geovanny Guanopatin Coque y Edwin Eduardo Casa Chiluisa, han desarrollado su tesis de grado de acuerdo al planteamiento formulado en el plan de tesis con el tema: **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN EXHAUSTING PARA LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (CEYPSA), UBICADA EN LATACUNGA – COTOPAXI, 2010.”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Abril 2012

Por constancia firman:

nooooooooooooooooooooooooooooo

.....
 Dr. Francisco Vizcaino
 PRESIDENTE

.....
 Ing. Daniel Mejía
 MIEMBRO

.....
 Nombres de Miembro de Tribunal
 PROFESIONAL EXTERNO

.....
 Lic. Juan Vizquete
 OPOSITOR

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le doy gracias a Dios por la vida que me ha brindado, por cumplir con mi meta tan anhelada en mi vida, gracias a mis padres por el sacrificio, la paciencia y los consejos implantados en mi ser para así nunca rendirme y seguir adelante, cumpliendo con mis objetivos propuestos, y más aun gracias por el amor y la comprensión que me entregaron a cada momento de mi vida.

Gracias a todos los maestros que de buen corazón supieron entregar, sus conocimientos y sabiduría para culminar con éxito mi carrera profesional.

Agradezco a mis amigos por la confianza y el compañerismo mantenido durante toda la vida, y especialmente a los compañeros de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Wilson Guanopatin Coque

Primero el agradecimiento a Dios por regalarme esta preciosa vida terrenal, a mis padres gracias a su cariño y apoyo llegue a realizar uno de los anhelos más grandes de la vida fruto de la confianza y el amor depositado hacia mí y con el cual he logrado terminar mis estudios profesionales que constituye el legado más grande que pudiese recibir por el cual viviré eternamente agradecido, a mis profesores quienes impartieron sus conocimientos.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de este trabajo, hago extensivo mis más sinceros agradecimientos.

Edwin Casa Chiluisa

DEDICATORIA

Esta meta tan anhelada en mi vida está dedicado a mis padres, porque siempre confiaron en mí, brindándome el apoyo necesario e imponiendo sus mejores consejos en cada etapa de mi vida, y a mis hermanas por darme la confianza y el apoyo moral para cumplir este sueño, y en especial aquella hermana que me inspiro para seguir adelante aunque ya no esté presente en esta vida.

Wilson Guanopatin Coque

Con profundo cariño dedico este proyecto a Dios y a quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho, a quienes nunca podre pagar todos sus desvelos ni aún con las más grandes riquezas del mundo a mi madre Delia Chiluisa y a mi padre José Casa, porque gracias a su confianza, amor, amistad sincera y a su apoyo incondicional fue posible culminar mi carrera profesional.

Gracias a mis hermanos Franklin, Paulina y Anita por su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado.

Edwin Casa Chiluisa

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORÍA	II
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	III
CERTIFICACIÓN	IV
AVAL DE LA CONSTRUCCION DEL EQUIPO.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
INDICE DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE ANEXOS	XVI
RESUMEN	XVIII
ABSTRAC	XIX
CERTIFICACIÓN DE ABSTRAC	XX
INTRODUCCIÓN	XXI

CAPÍTULO I

	PAG.
1. FUNDAMENTO TEÓRICO	1
1.1. ALIMENTOS ENLATADOS Y PROCESOS DE CONSERVACIÓN	1
1.1.1. Alimentos Enlatados.....	1
1.1.1.1. Propiedades de los Alimentos Enlatados.....	2
1.1.1.2. Ventajas del Enlatado	3
1.1.1.3. Peligros del Enlatado	4
1.1.2. Procesos para la Conservación de Alimentos.....	4
1.1.2.1. Conservación por Calor	5
1.1.2.2. Conservación por Curado	5
1.1.2.3. Conservación por Frio	6
1.1.2.4. Conservación por Medios Químicos	6
1.2. MÁQUINAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES EN LA PRODUCCIÓN ALIMENTARIA.	7
1.3. TÚNEL EXHAUSTING	8
1.3.1. Aplicación del Exhausting en los Enlatados	10
1.3.2. Vapor Saturado para el proceso de Agotado	10
1.3.3. Transferencia de Calor en los Procesos de Agotado	11
1.3.3.1. Transferencia de Calor por convección.....	12
1.4. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EXHAUSTING	12
1.4.1. Aceros Inoxidable.....	12
1.4.1.1. Propiedades y Clasificación de los Aceros Inoxidable.....	14
1.4.1.1.1. Aceros Inoxidable Martensíticos	15
1.4.1.1.1.1. Propiedades Básicos	15
1.4.1.1.1.2. Usos Comunes	16
1.4.1.1.2. Aceros Inoxidables Ferríticos	16
1.4.1.1.2.1. Propiedades Básicos	16

1.4.1.1.2.2.	Usos Comunes	17
1.4.1.1.3.	Aceros Inoxidables Austeníticos	17
1.4.1.1.3.1.	Propiedades Básicas	17
1.4.1.1.3.2.	Usos Comunes	18
1.4.1.2.	Nomenclatura de los Aceros Inoxidables	18
1.4.2.	Tubería de Vapor	19
1.5.	COMPONENTES PRINCIPALES DEL EXHAUSTING	19
1.5.1.	Motorreductor	19
1.5.1.1.	Características Físicas del Reductor o motorreductor	21
1.5.1.2.	Características de Trabajo a realizar	22
1.5.1.3.	Condiciones del Ambiente	22
1.5.1.4.	Beneficios del Uso de Motorreductores	22
1.5.1.5.	Etapas de Reducción de un Motorreductor	23
1.5.1.5.1.	Simple o de Una Etapa	23
1.5.1.5.2.	Doble o de Dos Etapas	23
1.5.1.5.3.	Triple o de Tres Etapas	24
1.5.1.6.	Tipos de Motorreductores y aplicaciones	24
1.5.2.	Banda Transportadora	24
1.5.3.	Variador de Frecuencia	25
1.5.3.1.	Composición de un variador de Frecuencia	27
1.5.3.1.1.	Etapa Rectificadora	27
1.5.3.1.2.	Etapa Intermedia	27
1.5.3.1.3.	Inversor o "Inverter"	28
1.5.3.1.4.	Etapa de Control	28
1.5.3.2.	Ventajas y Desventajas de la Utilización del "V D F"	29
1.5.3.2.1.	Ventajas	29
1.5.3.2.2.	Desventajas	29
1.5.4.	Control de Temperatura	30
1.5.4.1.	Factores a Considerar para la Selección del Controlador	31
1.5.5.	Sensores de Temperatura	31
1.5.5.1.	Termocuplas	32
1.5.5.1.1.	Clasificación de las Termocuplas	33
1.5.5.1.2.	Características de las termocuplas	34
1.5.5.1.3.	Factores a Considerar para la Selección de Termocuplas	35
1.5.5.1.3.	Factores a Considerar para la Selección de Termocuplas	35
1.6.	ELEMENTOS FINALES DE CONTROL Y REGULACIÓN	36
DE FLUIDOS	36
1.6.1.	Válvula Reguladora de Presión de Vapor	36
1.6.1.1.	Partes de la Válvula de Control	37
1.6.1.1.1.	Actuador	37
1.6.1.1.2.	Cuerpo	38
1.6.1.1.3.	Misión de las Válvulas de Control	38
1.6.2.	Trampa de Vapor	39
1.6.3.	Válvulas de Solenoide o Electroválvulas	39
1.6.3.1.	Partes de una Válvula Solenoide	41
1.6.4.	Indicadores de Presión	41
1.6.4.1.	Manómetros	42
1.6.4.1.1.	Tipo de Manómetros	42

1.6.4.1.1.1.	Manómetros de Tubo de Bourdon.....	42
1.6.4.1.1.2.	Manómetros de Fuelle	43

CAPÍTULO II

2.	MÉTODOLOGÍA	45
2.1.	INTRODUCCIÓN	45
2.2.	TÉCNICAS DE TOMA DE DATOS	46
2.2.1.	Fuente de datos Primarios	48
2.2.2.	Fuente de datos Secundarios	49
2.3.	PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	49
2.3.1.	Modelo del Formato de Protocolo de Pruebas	50
2.4.	PARAMETROS DE DISEÑO Y FUNCIONALES	50
2.4.1.	Restricciones y Limitaciones.....	51
2.4.2.	Parámetros de Diseño	51
2.4.2.1.	Parámetros Funcionales	52
2.4.2.2.	Voltaje	52
2.4.2.3.	Accionamiento.....	52
2.4.2.4.	Capacidad de Carga	53
2.4.2.5.	Tamaño y Peso	53
2.4.2.6.	Beneficios del Túnel de Exhausting	54
2.4.2.7.	Materiales para la Construcción	54
2.4.2.8.	Vida Útil	55
2.4.2.9.	Costos	55
2.4.2.10.	Proceso de Construcción	55
2.4.2.11.	Condiciones de Trabajo	56
2.4.2.12.	Esquema de la Máquina.....	56
2.5.	PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO	57
2.6.	INGENIERÍA DE DISEÑO	58
2.6.1.	INTRODUCCIÓN	58
2.6.2.	Propuesta	59
2.6.2.	Presentación.....	59
2.6.3.	Factibilidad	59
2.6.4.	Objetivos Específicos	60
2.7.	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO A CONSTRUIRSE	60
2.7.1.	Características de los elementos a ser Transportados.....	61
2.8.	DISEÑO DE LA MÁQUINA Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.	62
2.8.1.	Diseño de la Cámara de Agotado	62
2.8.1.1.	Base de la Cámara	63
2.8.1.2.	Tapas Frontales.....	64
2.8.1.3.	Tapas Superiores de la Cámara de Agotado	65
2.8.1.3.1.	Selección de Materiales para la Cámara de Agotado	65
2.8.2.	Diseño del Transportador de Enlatados.....	66
2.8.2.1.	Cálculo para la selección de la Banda Transportadora.....	66
2.8.2.2.	Características de la Banda Transportadora	76
2.8.2.3.	Cálculo de los Rodillos.....	77

2.8.2.3.1.	Análisis Mecánico	77
2.8.2.4.	Diseño del Sistema Tensor	81
2.8.3.	Diseño del Sistema de Calefacción	82
2.8.3.1.	Flautas Disipadoras de Vapor	82
2.8.3.2.	Botella de Desahogo	83
2.8.3.3.	Selección de Materiales	83
2.8.4.	Diseño de la Estructura	86
2.8.5.	Diseño de la Mesa de apoyo	87
2.8.6.	Elementos de Sujeción	88
2.8.7.	Diseño del Control Eléctrico	89
2.8.7.1.	Diseño del Circuito de Control y Fuerza	89
2.8.7.1.1.	Circuito de control	90
2.8.7.1.1.1.	Tablero de Mando	90
2.8.7.1.1.2.	Tablero de Control	90
2.8.7.1.1.2.1.	Elementos Externos	90
2.8.7.1.1.2.2.	Elementos Internos	90
2.8.7.1.2.	Diseño del Circuito de Control	91
2.8.7.1.3.	Diseño del Circuito de Fuerza	91
2.8.7.2.	Selección y Características de los Elementos Eléctricos	92

CAPÍTULO III

3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	95
3.1.	INTRODUCCIÓN	95
3.2.	CONSTRUCCIÓN DEL EXHASUTING	95
3.2.1.	Requerimientos para la Construcción	96
3.2.1.1.	Herramientas y Accesorios Utilizados en la Construcción del Túnel de Exhausting	96
3.2.1.2.	Máquinas - Herramientas y Equipos	97
3.2.1.3.	Materia Prima	98
3.2.1.4.	Elementos Normalizados Seleccionados	99
3.2.1.5.	Descripción de Elementos a Construirse	100
3.2.2.	Operación Tecnológicos Realizados en la Construcción	100
3.2.3.	Hoja de Procesos	101
3.2.4.	Montaje	112
3.2.5.	Operaciones Tecnológicas Realizadas en el Montaje	112
3.2.6.	Procesos de Pintura	113
3.3.	COSTO DE FABRICACIÓN DE LA MÁQUINA	114
3.3.1.	Costo Directo	114
3.3.1.1.	Costo de Materiales Directos	114
3.3.1.2.	Costos de Elementos Normalizados	115
3.3.1.3.	Costos de Maquinado	116
3.3.1.4.	Costos de Mano de Obra	117
3.3.1.5.	Costos de transporte	117
3.3.1.6.	Costo Total Directo	118
3.3.2.	Costo Indirecto	118
3.3.2.1.	Costo de Materiales Indirectos	118
3.3.2.2.	Costo de Ingeniería	119

3.3.2.3.	Gastos Imprevistos	119
3.3.2.4.	Costo de Materiales de Oficina	120
3.3.2.5.	Costo Total Indirecto	120
3.3.3.	Costo Total de la Máquina	120
3.3.4.	Salvamento del Túnel de Exhausting	121
3.3.4.1.	Depreciación del Túnel de Exhausting	121
3.4.	PRUEBAS DE CAMPO	123
3.4.1.	Materiales y Equipos utilizados en las Pruebas de Campo	123
3.4.2.	Resultados de las Pruebas	123
3.4.2.1.	Verificación de las Dimensiones Principales	124
3.4.2.2.	Verificación de los Componentes Principales	125
3.4.2.3.	Pruebas de Funcionamiento en Vacío	125
3.4.2.4.	Pruebas de Funcionamiento con Carga	126
3.4.2.5.	Control de Velocidad del Transportador	127
3.4.2.6.	Control del Sistema de Calefacción en la Cámara de Agotado	127
3.5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	128
3.6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
3.6.1.	CONCLUSIONES	130
3.6.2.	RECOMENDACIONES	131
	BIBLIOGRAFÍA	132
	CONSULTADA	132
	CITADA	133
	LINKOGRAFÍA	134
	ANEXOS	135
	PLANOS	163
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TÚNEL DE EXHAUSTING	168

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO

	PAG.
Tabla 1.1. Propiedades de los Aceros Inoxidables	15
Tabla 1.2. Nomenclatura de los Aceros Inoxidables, Normas AISI.....	18
Tabla 1.3. Campo de Aplicación de los Motorreductores	24
Tabla 1.4. Clasificación de las Termocuplas	34

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Tabla2.1. Características de los Elementos a Transportar	61
Tabla 2.2. Selección de Materiales para la Cámara de Agotado	65
Tabla 2.3. Características de Funcionamiento del Transportador	67
Tabla 2.4. Características del Motorreductor Seleccionado	74
Tabla 2.5. Características de la Banda Transportadora	76
Tabla 2.6. Elementos para el Sistema de Calefacción	84
Tabla 2.7. Características de Elementos de Sujeción	88
Tabla 2.8. Características de los Elementos Eléctricos	93

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 3.1. Herramientas y Accesorios	97
Tabla 3.2. Maquinas Herramientas y Equipos	98
Tabla 3.3. Operaciones Tecnológicas	101
Tabla 3.4. Operaciones Tecnológicas Realizadas en el Montaje del Túnel de Exhausting.....	113
Tabla 3.5. Costo de Materiales Directos.....	114
Tabla 3.6. Costo de los Elementos Normalizados	115
Tabla 3.7. Costo para la Instalación Eléctrica	116
Tabla 3.8. Costo de Maquinaria.....	116
Tabla 3.9. Costo de Mano de Obra	117
Tabla 3.10. Costo por Transporte	118
Tabla 3.11. Costo Total Directos	118
Tabla 3.12. Costo de Materiales Indirectos	119
Tabla 3.13. Costo de Ingeniería	119
Tabla 3.14. Costo de Materiales de Oficina	120
Tabla 3.15. Costo Total Indirecto	120
Tabla 3.16. Costo Total de la Máquina	120
Tabla 3.17. Depreciación Anual.....	122

Tabla 3.18.	Resultados de Prueba de Dimensionamiento	125
Tabla 3.19.	Resultados de Prueba de Componentes	125
Tabla 3.20.	Resultados Pruebas en Vacío.....	126
Tabla 3.21.	Resultados Pruebas con Carga.....	126
Tabla 3.22.	Control de Velocidad del Transportador	127
Tabla 3.23.	Control de Temperatura en la Cámara.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

	PAG.
Figura 1.1. Máquinas Industriales.....	8
Figura 1.2. Túnel de Exhausting.....	9
Figura 1.3. Distribución de los Distintos tipos de Vapor.....	11
Figura 1.4. Formación de la Película Pasiva.....	13
Figura 1.5. Motorreductor.....	20
Figura 1.6. Guardamotor y Relé Térmico.....	21
Figura 1.7. Variador de Frecuencia.....	26
Figura 1.8. Etapas de un Variador de frecuencia.....	27
Figura 1.9. Control de temperatura.....	31
Figura 1.10. Principio de Funcionamiento de la Termocupla Tipo J.....	33
Figura 1.11. Partes de una Válvula de Control con Actuador Neumático.....	37
Figura 1.12. Válvula Solenoide.....	40
Figura 1.13. Partes de una Válvula Solenoide.....	41
Figura 1.14. Manómetro de Tubo de Bourdon.....	43
Figura 1.15. Manómetro de Fuelle.....	44

CAPÍTULO II

Figura 2.1. Tamaño de los Envases.....	53
Figura 2.2. Esquema del Exhausting.....	56
Figura 2.1. Diseño de la Cámara de Agotado.....	62
Figura 2.2. Base de la Cámara.....	63
Figura 2.3. Soporte de las Flautas de Vapor.....	64
Figura 2.4. Tapa Frontales.....	64
Figura 2.5. Soportes de Tapas Frontales.....	64
Figura 2.6. Tapas Superiores.....	65
Figura 2.7. Diagrama del Transportador de Enlatados.....	66
Figura 2.8. Representación de Tensiones para Bandas Transportadoras Horizontales.....	69
Figura 2.9. Diagrama Esquemático de las Tensiones T_1 y T_2	72
Figura 2.10. Motorreductor Seleccionado.....	74
Figura 2.11. Diagrama de Cuerpo Libre para el Análisis Mecánico del Rodillo.....	77
Figura 2.12. Sistema Tensor.....	81
Figura 2.13. Diseño del Sistema de Calefacción.....	82
Figura 2.14. Flautas Disipadoras de Vapor.....	82
Figura 2.15. Diseño de la Botella de desahogo.....	83
Figura 2.16. Diseño del Bastidor.....	87
Figura 2.17. Diseño de las Mesas de Apoyo.....	88
Figura 2.18. Circuito de Control.....	91
Figura 2.19. Circuito de Fuerza.....	92

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A.	CATÁLOGO DE MATERIALES	136
Tabla A.A.	Características Técnicas de los Aceros Inoxidable AISI 304L ..	136
Tabla A.A1.	Características del Acero AISI 304L.....	137
Tabla A.B.	Especificaciones de la Plancha de Acero Inoxidable AISI 304L .	138
Tabla A.C.	Especificaciones de la Tubería de vapor ASTM A 53	139
Tabla A.D.	Especificaciones de las Platinas ASTM A 36 SAE 1008	140
Tabla A.E.	Especificaciones de la Tubería cuadrada de acero inoxidable AISI 304.....	141
Tabla A.F.	Especificaciones del Ángulo ASTM A 36 SAE 1008	142
Tabla A.G.	Selección de Pernos	143
Tabla A.G1.	Detalles de la Selección de los Pernos	144
Tabla A.H.	Características Técnicas de los electrodos utilizados en la construcción del Exhausting E6011.	145
Tabla A.H1.	Características Técnicas de los electrodos utilizados en la construcción del Exhausting E6013.	146
Tabla A.H2.	Características Técnicas de los electrodos utilizados en la construcción del Exhausting E308L -16.	147
ANEXO B	DATOS UTILIZADOS EN EL CÁLCULO PARA LA SELECCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA	148
Tabla B.A.	Coefficiente de rozamiento entre banda y tambor motriz.....	148
Tabla B.B.	Factor entre el ángulo de contacto y coeficiente de fricción	148
Tabla B.C.	Factor de transmisión basado en el coeficiente de fricción y arco de contacto.....	148
Tabla B.D.	Características de la banda transportadora TPU.....	149
ANEXO C.	SELECCIÓN DE CHUMACERAS, RODAMIENTOS, MOTORREDUCTOR Y VALVULAS	151
Tabla C.A.	Características de la Chumacera Seleccionada.....	151
Tabla C.B.	Características del Rodamiento de Chumacera	152
Tabla C.C.	Selección de Motorreductor	153
Anexo C.D.	Características de la trampa de vapor	155
Anexo C.E.	Características de la válvula Solenoide	156
ANEXO D.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELÉCTRONICOS SELECCIONADOS	157
Anexo D.A.	VARIADOR DE FRECUENCIA (KXAN) SV008iG5A-2.....	157
ANEXO D.B.	CONTROLADOR DE TEMPERATURA HANYOUNG NUX (KX4N) “Diagramas y Descripción Funcional”	159
ANEXO E	FORMATO DEL PROTOCOLO DE PRUEBAS	161
Tabla E.A.	Protocolo de Pruebas	161
ANEXO F	PLANOS MECÁNICOS.....	163
Anexo F.A.	TÚNEL DE EXHAUSTING EXH.PG.2011.001	164
Anexo F.B.	MÁQUINA DETALLADA EXH.PG.2011.002	165
Anexo F.C.	PARTES DEL TÚNEL DE EXHAUSTING EXH.PG.2001.003 .	166
Anexo F.D.	SISTEMA DE DE VAPOR EXH.PG.2001.004	167
ANEXO G.	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TÚNEL DE EXHAUSTING.....	168

1.	Indicaciones Básicas Para el Montaje	169
1.1.	Ensamble	170
1.2.	Acometidas	170
1.3.	Acometidas Eléctricas	170
2.	Operaciones de Montaje	170
3.	Manual de Operaciones	171
4.	Mantenimiento de la Máquina	173
4.1.	Alineación y Tensión de la Banda Transportadora	174
5.	Importantes Instrucciones de Seguridad.....	175
6.	Limpieza del Túnel de Exhausting	175
7.	Problemas y Soluciones.....	176

TABLAS DE ANEXOS

Tabla 1.1.	Tipos de lubricantes Utilizados	174
Tabla 1.2.	Problemas Frecuentes y Posibles Soluciones	176
Tabla 1.3.	Lista de Verificación de Mantenimiento Preventivo del Túnel de Exhausting.....	178

RESUMEN

El contenido del presente trabajo investigativo, determina el diseño y construcción de un túnel de exhausting para la PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (CEYPSA). Con una tecnología moderna que se está aplicando en distintos campos industriales, para aprovechar sus ventajas tanto para los estudiantes como para la universidad.

La implementación de este equipo ayudara a realizar de mejor manera las capacitaciones de los estudiantes, obteniendo así un mejor conocimiento en el campo agroindustrial, así como también concientizara a los usuarios de estos equipos para su utilidad y eficiencia dentro de su carrera. Una vez concluido el diseño y construcción de la máquina, se realizan las respectivas pruebas de campo y así poder tener un análisis del correcto funcionamiento de la máquina, si los resultados obtenidos son satisfactorios, se concluye que todas las consideraciones realizadas son correctas.

Esta investigación inicia con una adecuada fundamentación teórica, seguido por la investigación de campo y posteriormente de la investigación cuasi-experimental, porque estudia las relaciones de causa-efecto del objeto de estudio, es una modalidad particular de investigación que consiste en la elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable, para solucionar problemas, requerimientos y necesidades de la Universidad.

Finalmente este trabajo de investigativo, vio la necesidad de elaborar un manual de mantenimiento y operación de la máquina diseñada e implementada en la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, para su debido uso de operación y obtener mejores beneficios.

ABSTRACT

The contents of this investigative work, determines the design and construction of a tunnel exhausting to PLANT FOOD PROCESSING OF AGRO ENGINEERING CAREER TECHNICAL UNIVERSITY COTOPAXI (CEYPSA). With modern technology being applied in different industrial fields, to reap its benefits for both students and the university.

The implementation of this team will help to better perform the training of students, thus obtaining a better understanding in the agribusiness field, as well as awareness to users of this equipment for utility and efficiency in his career. Once the design and construction of the machine perform the respective field tests so we can have an analysis of the proper functioning of the machine, if the results are satisfactory, it is concluded that all the considerations are correct.

This research begins with an appropriate theoretical framework, followed by field research and subsequently the quasi-experimental research, because it studies the relationships of cause and effect the object of study is a particular form of research involves the design and development a proposal for a workable business model, to solve problems, requirements and needs of the university.

Finally, this research work saw the need for maintenance manual and operation of the machine designed and implemented at the TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI, for appropriate use of surgery and get better benefits.

CERTIFICACIÓN DE ABSTRACT

Por el presente tengo a bien certificar que la traducción al idioma inglés del resumen de la tesis “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN EXHAUSTING PARA LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (CEYPSA), UBICADA EN LATACUNGA – COTOPAXI, 2010.”, lo realizaron bajo mi supervisión y se encuentra correctamente traducido bajo la estructura del idioma inglés.

Los interesados pueden hacer uso de este certificado como mejor convenga a sus intereses.

Lcdo. Vladimir Sandoval

C.C. 0502104219

Docente del Centro de Idiomas

INTRODUCCIÓN

Los avances en el campo tecnológico en el inicio de este nuevo siglo han favorecido la generalización de las tecnologías programadas y evolucionado de forma vertiginosa, produciendo transformaciones radicales en el mundo entero, en especial en los sectores relacionados con la industria, medicina entre otros.

Las exigencias de la industria moderna obligan a optimizar los sistemas de control industrial para que permitan tener un correcto funcionamiento de sus equipos, y así evitar que se presenten novedades durante el proceso de producción logrando una mejor rentabilidad para las empresas y brindando un producto o servicio de mejor calidad para ser más competitivas.

La industria alimentaria es la encargada de la elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de los alimentos de consumo humano y animal. El progreso de esta industria nos ha favorecido en la actualidad, en lo que se refiere con la alimentación cotidiana, aumentando el número de posibles alimentos disponibles en la dieta.

En el proceso de producción de enlatados se requiere varios pasos para cumplir con su obligación: selección del alimento a enlatarse, enlatado del alimento en hojalata, precalentamiento y esterilización y el envasado al vacío.

La universidad desde el punto de vista no cuenta con suficientes laboratorios para realizar las debidas prácticas de especialización, con respecto al desarrollo de las otras universidades del país y nosotros como investigadores de la carrera de Ingeniería Electromecánica, hemos tomado como iniciativa la construcción de un Túnel de Exhausting con un sistema semiautomático capaz de proporcionar una temperatura exacta y se pueda variar la velocidad del sistema transportador. Consideramos que la implementación de este equipo en los laboratorios de la carrera de ingeniería agroindustrial, es una necesidad institucional muy

indispensable, y con este equipo se complementara el área de la planta de procesamiento de productos alimenticios de la carrera de ingeniería agroindustrial.

Este trabajo de investigación consta de tres capítulos: En el Capítulo I se encuentra el marco teórico en el cual se define y se detallan los conceptos fundamentales relacionados con el desarrollo de este trabajo de investigación y los principales materiales y elementos para la construcción del equipo.

En el Capítulo II se define el tipo de investigación que se utilizó así como la metodología que se usó para la recopilación de información del Túnel de Exhausting, ayudando de esta manera a la elaboración de un modelo teórico del sistema requerido a través de las técnicas que se utilizaron para definir los datos.

También comprende los parámetros de diseño y funcionales complementando la propuesta del proyecto de tesis, en donde está inmerso: el diseño, dimensionamiento, cálculo, selección de materiales para la construcción y selección de elementos, dispositivos normalizados que conforman el Túnel de Exhausting.

En el Capítulo III se presenta el análisis y construcción de la máquina, con sus respectivas hojas de procesos, además del proceso de montaje, contiene el análisis de costos relacionado con el diseño y construcción, así como los resultados obtenidos de la pruebas de campo y finalmente se da a conocer las conclusiones y recomendaciones que se debe tener en cuenta para el correcto funcionamiento, además cuenta con un manual de Operación y Mantenimiento del equipo.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTO TEÓRICO

A continuación se presentarán los conceptos fundamentales e importantes relacionados con el desarrollo de este trabajo de investigación, como son: Alimentos enlatados, Equipos Industriales, Variador de Frecuencia, Sensores de temperatura, Motorreductores entre otros.

1.1. ALIMENTOS ENLATADOS Y PROCESOS DE CONSERVACIÓN

En el presente contexto se define las características de los alimentos enlatados, y varios procesos de conservación, a los cuales están sometidos estos productos para mantener la calidad y valores nutritivos antes del consumo final. La elaboración de enlatados consta de varios pasos que se debe seguir, para obtener un producto en muy buen estado y evitar su deterioro, estos parámetros se manifiestan en la elección del producto a enlatar, el tipo de latón para sellar, el enlatado, la esterilización del producto, el etiquetado y empaque correspondiente.

1.1.1 Alimentos Enlatados

Durante mucho tiempo se ha tenido la idea de que los alimentos enlatados no son nutritivos, carecen de frescura y que contienen gran cantidad de conservadores

perjudiciales. La realidad es muy distinta, pues son importante opción en la cocina debido a su fácil manejo.

Según: GALARZA Karina (2008), en el documento titulado. “Alimentos enlatados, falso que sean dañinos”, manifiesta que:

Diversos estudios han comprobado que los alimentos enlatados no son dañinos para la salud, debido a que los envases metálicos están manufacturados con acero, su interior es barnizado con lacas especiales y se utiliza soldadura eléctrica para sellarlos, características que les confieren para mantener todo tipo de alimentos en perfectas condiciones. Disponible en: <http://www.saludymedicinas.com.mx/nota.asp?id=1726>, consultado 15 noviembre 2010.

Todo comestible, al momento de ser recolectado, experimenta inevitables pérdidas en cuanto a frescura, calidad y contenido de nutrientes, cambios ocurridos durante su traslado y al ser almacenado por periodos prolongados en establecimientos comerciales. De ahí la importancia del proceso de enlatado, el cual preserva lo bueno de las cosechas recién recogidas, por lo que es adecuada alternativa para disponer de alimentos fáciles de transportar y que pueden guardarse por determinado tiempo sin que se alteren sus características, en este contexto, cabe destacar que las latas son contenedores higiénicos y resistentes que permiten tener distintos alimentos y bebidas sean accesibles a todos los lugares del mundo aun fuera de temporada y en cualquier época del año.

En la actualidad tenemos a nuestro alcance una amplia variedad de estos productos que se clasifican entre más de 500, entre los que podemos encontrar jugos, verduras y frutas (solas o combinadas), sopas, guisados y carnes (de res, cerdo, pollo y pescado).

1.1.1.1. Propiedades de los alimentos enlatados

- Son completamente seguros.

- Sanos.
- Conservan todas las propiedades nutritivas.
- Manteniendo en todo momento las posibilidades de identificar el origen y calidad del producto.
- No necesitan refrigeración o congelación para su almacenamiento.
- Obtienen una duración óptima que se prolonga durante años.
- Tienen una amplia gama de productos.
- El envase (lata de acero) totalmente reciclable.
- Muy higiénico y libre de impurezas.

1.1.1.2. Ventajas del Enlatado

- La rigidez del envase, hace que soporte traslados y manipulación rudas.
- Es hermético e inviolable.
- Conserva los alimentos en forma higiénica.
- Aprovecha los excedentes, en época de buena cosecha o captura.
- Protege los valores nutritivos de los productos envasados.
- Conserva los alimentos sin recurrir a la refrigeración.
- Ofrece productos para todos los niveles socio-económicos y ocasionales.

- Ofrece al consumidor una selección de productos todo el tiempo.

1.1.1.3. Peligros del Enlatado

- Las latas pueden sufrir golpes fuertes, que pueden romper la capa de barniz, dejando una pequeña superficie de la lámina en contacto con el producto y podría oxidar el alimento envasado.
- La posible intoxicación con plomo, proveniente de la soldadura del envase.
- Algunas veces, la excesiva acidez en el producto envasado (vinagre) produce un efecto corrosivo en el barniz.

Según: LLAMAS José (2007), en el documento titulado “Alimentos enlatados” pdf. (pp. 6, 7, 9).

1.1.2. Procesos para la Conservación de Alimentos

La industria alimentaria es la encargada de la elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de los [alimentos](#) de consumo humano, hoy en día, la conservación de alimentos abarca una serie de acciones que se adoptan para evitar el deterioro de la calidad del producto y garantizar su estabilidad durante el período de producción hasta el momento de su consumo.

Según: LOYO Luis (2003), en el documento titulado “Conservación de alimentos”, manifiesta que:

El procesado y conservación de los alimentos son mecanismos empleados para proteger los [alimentos](#) contra los microbios y otros agentes responsables de su deterioro para permitir su [futuro consumo](#). Los alimentos en conserva deben mantener un aspecto, sabor y textura apetitosos así como su [valor](#) nutritivo original. El [objetivo](#) de la conservación de los alimentos es evitar que sean atacados por microorganismos que originan la

descomposición, y así [poder](#) almacenarlo, por más tiempo. Disponible en: <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EpypuZVFuQzXVmDxD.php>, consultado el 20 de noviembre 2010.

La conservación de los alimentos es el conjunto de procesos realizados en las diferentes partes de la cadena de la producción, transporte, venta y consumo realizados con el objeto de garantizar la duración e [higiene](#) de los [alimentos](#), y es necesario que conserven ciertas condiciones y realizar ciertos tratamientos para que sea posible obtener un producto en muy buen estado, estos tratamientos son:

1.1.2.1. Conservación por Calor

- [Cocción al vacío](#).- Con este sistema los alimentos se cuecen, al vacío, entre 50-90 grados.
- [Escaldado](#).- En el caso de [verduras](#) interrumpe la acción [enzimática](#).
- [Pasteurización](#).- Proceso que se realiza a temperaturas inferiores a los 100°C. Puede ser, pasterización en frío, a una temperatura entre 63 y 65°C durante 30 minutos, y en caliente, a una temperatura de 72 - 75°C durante 15 minutos.
- *Agotado ("EXHAUST")*.- Eliminación del aire del envase mediante vapor de agua a temperaturas de 75°C y 80°C, y así evitar reacciones posteriores que pudieran afectar el aroma o el sabor del alimento.
- [Esterilización](#).- Se realiza con temperaturas adecuadas, aplicadas de una sola vez o por tindalización.

1.1.2.2. Conservación por Curado

La conservación por curado es el método que suele ser muy aplicado a [carnes](#) y [pescados](#).

- [Ahumar.](#)
- [Fermentación.](#)
- [Salazón.](#)
- [Deshidratación.](#)

1.1.2.3. *Conservación por Frío*

Los métodos se caracterizan por la disminución de temperaturas hasta que cesa la actividad de reproducción bacteriana.

- [Refrigeración.](#)- se entiende al intervalo que va desde los 2 y 5 °C en frigoríficos industriales y entre 8 y 15 °C en los frigoríficos domésticos.
- [Ultracongelación.](#)- Se entiende a un proceso de congelación que debe alcanzar temperaturas inferiores a -40 °C en un periodo no mayor de dos horas.
- [Congelación.](#)- Es la congelación de los alimentos hasta llegar a temperaturas de -30 °C.

1.1.2.4. *Conservación por Medios Químicos*

Los aditivos son sustancias químicas, naturales o sintéticas, que se añaden a los alimentos para facilitar su conservación, mejorar su apariencia, sabor y color.

- *Agentes antimicrobianos.*- [desinfectantes](#) y [fungicidas](#) (por regla general [ozono](#)).
- *Enfriado.*- El producto se enfría bien sea por exposición al chorro de agua fría, o por inmersión en tinas de agua bien fría antes de ser empaquetado.

1.2. MÁQUINAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES EN LA PRODUCCIÓN ALIMENTARIA

La producción industrial alimentaria ha incorporado diferentes tipos de máquinas y equipos tecnológicos en los procesos de producción, con el propósito principal de lograr una mayor eficiencia técnica, social y económica que permitan elevar el incremento productivo, sin degradar los recursos naturales existentes.

Según: ECHEVERRÍA Marcelo (2008), en la Revista CEPIA titulada, “Calidad Total”, manifiesta que:

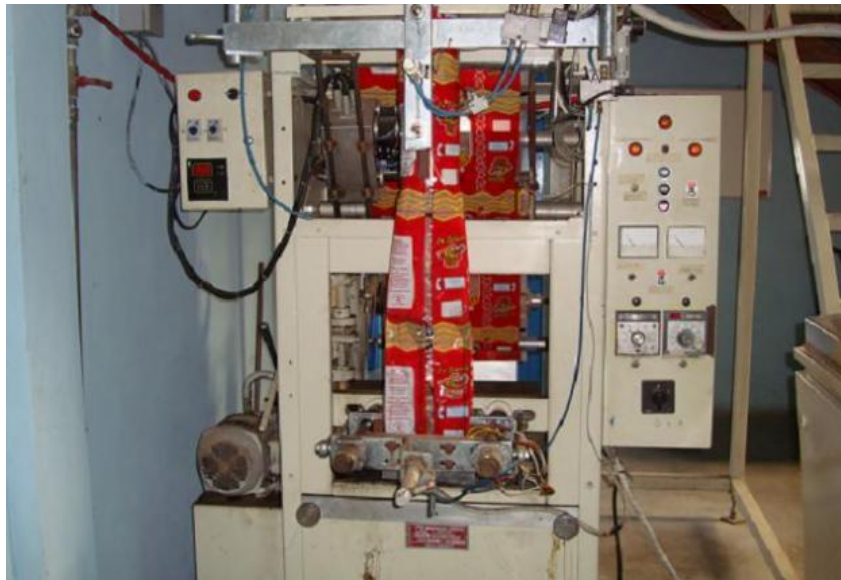
Los avances tecnológicos, la investigación y la curiosidad del hombre nos han llevado a vivir en un mundo donde las necesidades de la humanidad son cada día más exigentes y llamativas. Ante esto, la industria cualquiera que esta sea, está obligada a mejorar sus procesos, innovar sus servicios, etc. Buscando llegar a obtener una calidad total y satisfacer las necesidades mencionadas (p. 10).

El uso de máquinas tecnificadas en la industria de alimentos, es con el objetivo fundamental de mejorar los procesos, obteniendo así un producto más higiénico, preciso y versátil acelerando la producción en el tiempo que se requiere para la concreción de un determinado proceso productivo. Conforme con los estándares de producción, se ve incrementada la exigencia en cuanto a costos y calidad, por ello es necesario el recurrir a procesos productivos más eficientes, esta moderna concepción descansa sobre la tecnología industrial automatizada. En el campo de la automatización la neumática juega un rol preponderante junto a otras tecnologías como la hidráulica, electricidad y electrónica. Como se visualiza en la Figura 1.1.

La automatización es el soporte en el desarrollo e implementación de nuevas técnicas en el área de instrumentación, identificación, tratamiento de señales,

ajuste y diseño de los equipos modernos siendo la clave para insertarse en un mundo productivo y tecnológico.

Figura 1.1. MÁQUINAS INDUSTRIALES



Fuente: www.logismarket.com.ar/...empaquetadoras/1179610290-cp.html, fecha de consulta, 11 de diciembre 2010

1.3. TÚNEL EXHAUSTING

El túnel de Exhausting o cámara de vapor como se visualiza en la Figura 1.2. Es empleada en la industria alimentaria, para realizar los procesos de tratamiento térmico (agotado) a todos los productos de alimentos enlatados antes de proceder a su cerrado hermético.

Los procesos realizados dentro del túnel facilitan la transferencia de calor hacia los envases y permiten una penetración calórica homogénea en el interior del envase, esto sucede gracias a la convección de la transferencia de calor generada por el vapor saturado como medio calefactor, el cual es generado en una caldera y que se encuentra a una temperatura específica circulando dentro del túnel.

Figura 1.2. TÚNEL DE EXHAUSTING



Fuente: <http://www.inoxidablesmt.com.ec/prod02.htm>, fecha de creación de la pagina, 15 de abril de 2008

Según: YÁNEZ María (2008), en la presentación digital “Tecnología de frutas 1”, manifiesta que:

El agotado térmico es el proceso que calienta el contenido del recipiente a temperaturas entre los 70°C y 80°C antes de cerrarlo. Se produce un vacío (condición de presión del envase) generado por la concentración del contenido del envase y la condensación del vapor de agua después del sellado y enfriado. El vapor producido durante la ebullición desplaza el aire con el fin de evitar las presiones excesivas en la lata, y a la vez evitar la corrosión del envase causada por la presencia de oxígeno produciéndose así un cierto vacío dentro del envase.

El túnel de Exhausting es un equipo que se emplea en los procesos de agotado, dentro de la producción del envasado de los productos alimenticios, y se utiliza para eliminar el aire de los envases antes de proceder a su cerrado hermético evitando el bombaje aparente del envase, la corrosión, la destrucción de vitaminas y la decoloración del producto, permitiendo la formación de un vacío uniforme.

1.3.1. Aplicación del Exhausting en los Enlatados

Los tratamientos de agotado de los productos enlatados se realizan mediante el procedimiento conocido con el nombre de “baño maría”, que consiste en calentar a los envase a temperatura de ebullición del agua o vapor saturado durante un determinado tiempo y su propósito es:

- Eliminar el aire de los contenidos del envase.
- Reducción de la corrosión de la hojalata (ya que la corrosión sucede en presencia de O₂).
- Inhibir el desarrollo de microorganismos aerobios.
- Favorecer la formación de vacío para que los extremos de las latas o tapas metálicas se vean cóncavos, condición de sanidad.
- Evitar el sobrellenado y facilitar la transferencia de calor.
- Evitar la tensión excesiva en el envase durante el proceso térmico.

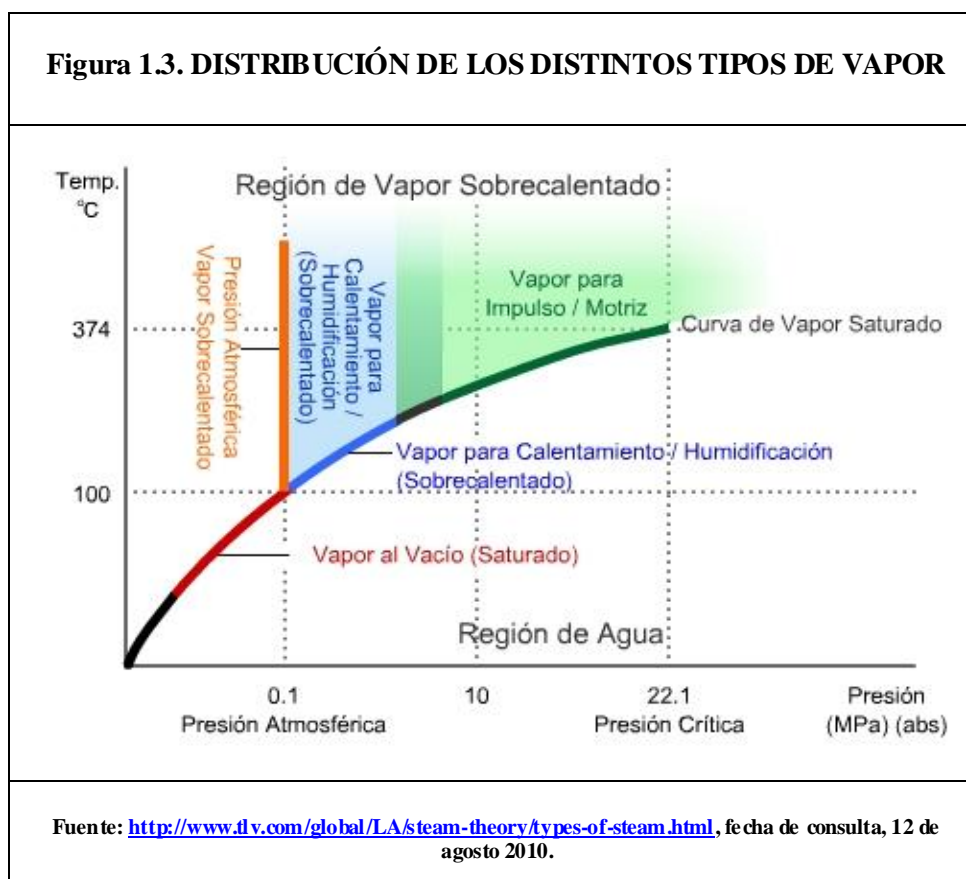
Según: YÁNEZ María (2008), en la presentación digital “Tecnología de frutas 1”

1.3.2. Vapor Saturado para el Proceso de Agotado

El vapor saturado es utilizado en los procesos de agotado por que se encuentra a temperaturas por debajo de los 100°C y a presión atmosférica como se muestra en la Figura 1.3, el cual es tradicionalmente usado como medio de energía térmica en estos procesos.

Según: RIVEROS Sandra (2000), en el documento titulado, “Esterilizadores a vapor I”, manifiesta que:

El vapor saturado es parecido al aire con un 100% de humedad relativa. Si el vapor saturado es enfriado, el agua se condensará y se transformará en líquido. El vapor saturado tiene otra propiedad importante, la presión ejercida por el vapor saturado es constante para una determinada temperatura y va a variar en directa relación con esta temperatura. Disponible en: www.enfermeraspabellonyesteirilizacion.cl, consultado 10 de enero 2011.



Cuando se utiliza vapor saturado de la misma manera que el vapor de presión positiva, la temperatura del vapor puede ser cambiada rápidamente ajustando la presión, por lo que es posible lograr una precisión en el control de la temperatura.

1.3.3. Transferencia de Calor en los Procesos de Agotado

La transferencia de calor es el paso de energía térmica desde un cuerpo más caliente a otro más frío.

1.3.3.1. Transferencia de calor por convección

Según: VALLEJO-AYALA, (2000). Física Vectorial básica, (3ra ed) Publica: “Convección es la transferencia de calor de un punto a otro dentro de un fluido, mediante la mezcla de una porción de fluido con otra.” (p 21).

Isaac Newton desarrollo la ecuación básica para relacionar la transferencia de calor con la diferencia de temperaturas entre una superficie y un fluido, ver ecuación 1.1 (Welty, 1974).

$$q = h A (T_{sup} - T_{fluido}) \quad \text{Ec. 1.1}$$

En donde q es el calor transferido de la superficie al fluido y se expresa regularmente como Btu/h o W. A se refiere al área de la superficie que está en contacto con el fluido expresándose en m^2 o ft^2 , h es el coeficiente convectivo de calor promedio con unidades Btu/h-pie² °F o W/ m² K. T_{sup} es la temperatura de la superficie y T_{fluido} es la temperatura del fluido circulante.

1.4. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EXHAUSTING

A continuación se especifica las características de los materiales para la construcción del túnel Exhausting.

1.4.1. Aceros Inoxidables

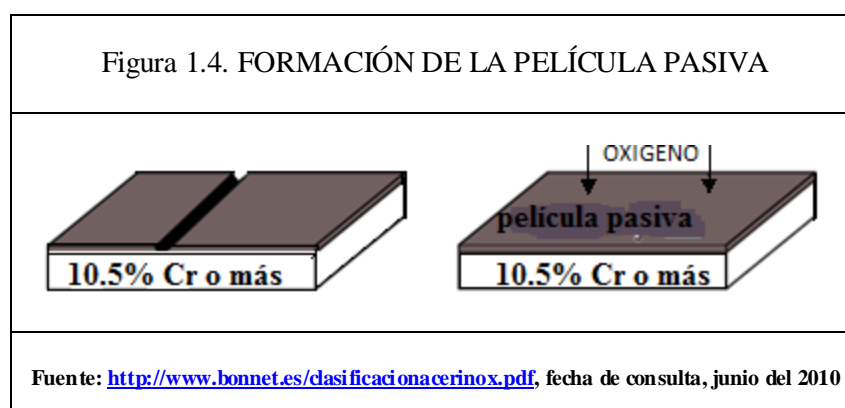
La Ingeniería Metalúrgica trata al acero como una familia muy numerosa de aleaciones metálicas, teniendo como base la aleación hierro-carbono.

Los aceros inoxidables son aleaciones a base de hierro, cromo, carbono y otros elementos principalmente, níquel, molibdeno, manganeso, silicio y

titanio es esencialmente un acero de bajo carbono, con un mínimo de 11% de cromo en peso, lo que le hace un material resistente a la corrosión, se les confieren una resistencia particular a algunos tipos de corrosión en determinadas aplicaciones industriales, naturalmente, la presencia de cada elemento en determinados porcentajes que produce variaciones distintas de las características de los diversos tipos. Fuente: comunicación personal, 20 de diciembre 2010.

El agregado de otros elementos a la aleación permite formar un amplio conjunto de materiales, conocidos como la familia de los aceros inoxidable. Entre los elementos de aleación, dos se destacan: el cromo, elemento presente en todos los aceros inoxidable por su papel en la resistencia a la corrosión y el níquel en las propiedades mecánicas.

Esta característica de buena resistencia a la corrosión se debe a la propiedad de estas aleaciones pasivas en un ambiente oxidante, la razón de ello es que el cromo suele unirse primeramente con el oxígeno del aire para formar una delgada película transparente de óxido de cromo sobre la superficie del acero y excluye la oxidación adicional del acero inoxidable. Esta película se llama capa pasiva, como se muestra en la Figura. 1.4.



En el caso de que ocurra daño mecánico o químico, esta película es auto reparable en presencia de oxígeno, al entrar en contacto el cromo del acero inoxidable con el oxígeno, se regenera la película pasiva.

Esta película deja la superficie inerte a las reacciones químicas, es la característica principal de resistencia a la corrosión de los aceros inoxidable, el extenso rango de propiedades y características secundarias, presentes en los aceros inoxidable hacen de ellos un grupo de aceros muy versátiles.

La selección de los aceros inoxidable puede realizarse de acuerdo con sus características:

- Resistencia a la corrosión y a la oxidación a temperaturas elevadas.
- Propiedades mecánicas del acero.
- Características de los procesos de transformación a que será sometido.
- Costo total (reposición y mantenimiento).
- Disponibilidad del acero.

Las características mecánicas y el amplio uso de los aceros inoxidable en las diferentes ramas de la industria se extiende desde aplicaciones de la vida cotidiana hasta industrias muy complejas como: química, alimentaria, láctea, petrolífera, nuclear, etc. Esto se debe a su alta producción a nivel mundial.

1.4.1.1. Propiedades y Clasificación de los Aceros Inoxidables

La selección de los aceros inoxidable depende de las condiciones de uso que se requieren; la resistencia a la corrosión y ambientes agresivos, las características de fabricación, Las propiedades mecánicas en temperaturas específicas y obviamente el costo de fabricación.

En la Tabla 1.1. Se muestra las propiedades mecánicas de los aceros inoxidable. En el **ANEXO A** (Tabla A.A.) “Propiedades técnicas del acero inoxidable 304L”.

Tabla 1.1. PROPIEDADES DE LOS ACEROS INOXIDABLES

Tipo	Resistencia a la corrosión	Dureza	Magnéticos	Endurecibles por tratamiento térmico (Temple)	Soldabilidad
Martensíticos	Baja	Alta	SI	SI	Pobre
Ferríticos	Buena	Media baja	SI	NO	Limitada
Austeníticos	Excelente	Alta*	NO**	NO	Excelente

*: Adquieren mayor dureza al ser trabajados en frío.

** : Adquieren cierto magnetismo al ser trabajados en frío.

Fuente: <http://www.bonnet.es/clasificacionacerinox.pdf>, fecha de consulta, junio del 2010

Entre los sistemas más considerados en el sector de los aceros inoxidable se encuentran sin duda la AISI (Instituto Americano del Hierro y el Acero), y la SAE (Sociedad de Ingenieros de Automoción). Según estas sociedades los aceros inoxidables se subdivide en:

1.4.1.1.1. Aceros Inoxidables Martensíticos

Los Aceros inoxidables Martensíticos son aleaciones cromo-carbono, fueron la primera familia de Aceros Inoxidables al cromo.

El contenido de cromo en estos aceros es entre 12% y 18%, y un contenido relativamente alto al carbono entre 0.2% a 1.2%. Estos aceros se clasifican según AISI con la serie 400.

1.4.1.1.1.1. Propiedades Básicas

- Moderada resistencia a la corrosión, endurecibles por tratamiento térmico, con lo que se puede lograr alta resistencia y dureza.
- Difícil soldabilidad debido al alto carbono y a su naturaleza dura.

- Son magnéticos, debido al alto contenido de carbono.

1.4.1.1.2. Usos Comunes

Hojas de cuchillos, instrumentos quirúrgicos, abrazaderas, Boquillas y Flechas.

Los Aceros más comunes de acuerdo con la norma AISI son: 410 y 420.

1.4.1.1.2. Aceros Inoxidables Ferríticos

Los aceros inoxidables ferríticos son aleaciones de hierro-cromo también se consideran simplemente al Cromo.

El contenido de cromo es usualmente de 16% a 30%, pero contenidos limitados de carbono muy bajos menores al 0.1%. Algunos grados pueden contener molibdeno, silicio, aluminio, titanio y niobio que promueven diferentes características.

Estos aceros se clasifican según AISI con la serie 400.

1.4.1.1.2.1. Propiedades Básicas

- Resistencia a la corrosión de moderada a buena, la cual se incrementa con el contenido de cromo y algunas aleaciones de molibdeno.
- Endurecidos moderadamente por trabajo en frío: no pueden ser endurecidos por tratamiento térmico.
- Son magnéticos.
- Su soldabilidad es pobre.
- Debido a su pobre dureza, el uso se limita generalmente a procesos de formado en frío.

1.4.1.1.2. Usos Comunes

Construcción y Decoración, marcos y molduras arquitectónicas, fregaderos, equipos domésticos, extractores de humos, sistemas de emisiones de gases en la industria automotriz. Los Aceros más comunes de acuerdo con la norma AISI son: 409 Y 430.

1.4.1.1.3. Aceros Inoxidables Austeníticos

Los aceros inoxidables Austeníticos son aleaciones de hierro, cromo y níquel. La composición básica es de 18% a 26% de cromo y 8% a 22% de níquel tienen un contenido mínimo de Carbono entre 0,03% a 0,25%. En algunos aceros se añade molibdeno, titanio, nitrógeno y otros elementos formadores de la austenita.

Estos aceros se clasifican según AISI con la serie 300.

1.4.1.1.3.1. Propiedades Básicas

- Excelente resistencia a la corrosión.
- Endurecidos por trabajo en frío y no por tratamiento térmico.
- Excelente soldabilidad.
- Excelente factor de higiene y limpieza.
- Formado sencillo y de fácil transformación.
- Habilidad para manejar temperaturas criogénicas y altas temperaturas (hasta 925 grados Celsius).
- No son magnéticos.

1.4.1.1.3.2. Usos Comunes

Baterías de cocina, cubiertos, equipos de proceso en la industria de alimentos, aplicaciones arquitectónicas y decorativas. La excelente resistencia a la corrosión acuosa y su soldabilidad los hace ideales para fabricar tuberías, tanques, equipos de procesos y recipientes a presión para las industrias Alimenticias, Química, Petroquímica, Petrolera, Farmacéutica, Minera y Papelera. Los aceros más comunes de acuerdo con la norma AISI son: 301, 304,304L, 316, 316L.

1.4.1.2. Nomenclatura de los Aceros Inoxidables

Para los aceros inoxidables se usa el sistema AISI que utiliza un código de tres dígitos a veces seguido de una o más letras.

Según: EMPRESA FASTPACK PRODUCTOS, (2009). Boletín técnico nro. 11, manifiesta que:

El primer dígito es una pista de la clase de acero. Por ejemplo, Serie 2xx y 3xx corresponden a aceros austeníticos. La serie 4xx incluye los aceros ferríticos y martensíticos. Aparte de esto no hay más lógica en el sistema. El segundo y tercer dígito no están relacionados a la composición ni se sigue una secuencia (ejemplo 430 y 446 son ferríticos mientras que 431 y 440 son martensíticos). Las letras de sufijo pueden indicar alguna característica o elemento especial, como se muestra en la Tabla 1.2. (p 3).

Tabla 1.2. NOMENCLATURA DE LOS ACEROS INOXIDABLES, NORMAS AISI

SUFIJO AISI	DESCRIPCIÓN
xxxL	bajo carbono < 0.03%
xxxS	bajo carbono < 0.08%
xxxN	nitrógeno agregado mayor resistencia
xxxLN	bajo C < 0.03% + N agregado
xxxF	mayor S y P mejor mecanizado

SUFIJO AISI	DESCRIPCIÓN
xxxSe	Selenio mejor mecanizado
xxxB	Si agregado evita descamado
xxxH	Mayor contenido de carbono
xxxCu	Cobre agregado

Fuente: FASTPACK PRODUCTOS, boletín técnico nro. 11, (p 3).

1.4.2. Tubería de Vapor

La conducción y distribución del vapor y condensado se hace con tubos de Acero al Carbono (Hierro Negro), cédula 40, sin costura. Es la encargada de distribuir el vapor y retornar el condensado. Su adecuada disposición reduce al mínimo la resistencia por fricción y mantiene su presión.

La ASTM (INTERNATIONAL- STANDARDS WORLDWIDE organismo de normalización de los Estados Unidos de América). agrupa los tubos en "Corrientes" (para fluidos) y "Especiales" (para intercambiadores de calor, calderas, maquinaria industrial y aviación). Los más usados son los fabricados de Hierro Negro (Acero al Carbono, 0.55%) de acuerdo a las especificaciones ASTM A106 (Cédula 80) y A53 (Cédula 40). Los materiales son los mismos para ambos pero los ensayos para el A106 son más rigurosos. Las presiones de trabajo permisibles para el A53 son de 270 lb/pulg² y para el A106 son de 1,130 lb/pulg². Se fabrican en Grados "A" y "B". El grado "B" tiene resistencia mecánica más alta, pero es menos dúctil y por ello solo se admite el grado "A" para doblado en frío.

1.5. COMPONENTES PRINCIPALES DEL EXHAUSTING

1.5.1. Motorreductor

Los Reductores y los Motorreductores como se muestra en la Figura 1.5, son elementos mecánicos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de

máquinas y aparatos de uso industrial, que necesiten reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura.

Según: TORRES W., (1999). Diseño de un sistema de transportación. Tesis de ingeniería, ESPE-L. Manifiesta que: “Motorreductor es un dispositivo multiplicador de par con una relación de transmisión fija, puede soportar grandes esfuerzos axiales y radiales y en el eje de salida se puede transmitir cualquier potencia.” (p. 21).



Las máquinas muy pocas veces funcionan de acuerdo con las velocidades que les ofrece el motor, por ejemplo, a 1.800, 1.600 o 3.600 revoluciones por minuto. La función de un motorreductor es disminuir esta velocidad a los motores (50, 60, 100 rpm) y permitir el eficiente funcionamiento de las máquinas, agregándole por otro lado potencia y fuerza. En pocas palabras los reductores son sistemas de engranajes de diferentes diámetros, que permiten que los motores eléctricos funcionen a diferentes velocidades para los que fueron diseñados.

Los motorreductores se suministran normalmente acoplando a la unidad reductora un motor eléctrico normalizado asincrónico tipo jaula de ardilla de alta eficiencia (EFF1 y EFF2), totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a [redes](#) trifásicas de 220/440 voltios y 60 Hz. Normalmente los [motores](#) empleados responden a la clase de protección [IP-44](#) (Según DIN 40050). Bajo pedido se

puede mejorar la clase de protección en los motores y unidades de reducción. Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación de todo Motorreductor un guarda motor que limite la intensidad de corriente eléctrica y un relé térmico de sobrecarga como se visualiza en la figura 1.6. [Los valores](#) de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor. Disponible en: www.automation.siemens.com/motorreductores-siemens, consultado, 5 de enero 2011.

Figura 1.6. GUARDA MOTOR Y RELE TÉRMICO



Fuente: Ecuatoriana de Curtidos Salazar, grupo de Investigación, 15 de noviembre 2010.

1.5.1.1. Características Físicas del Reductor o Motorreductor

Para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción debe tenerse en cuenta la siguiente [información](#) básica:

- Potencia, en HP, de entrada y de salida, es el trabajo medido por la unidad de tiempo.
- Velocidad, en RPM, de entrada y de salida.
- PAR (o torque), a la salida del mismo, en KG/m, es la acción que se realiza mediante la aplicación de una fuerza sobre un objeto, adquiriendo este último un movimiento rotatorio.

- Relación de reducción: índice que detalla la relación entre las RPM de entrada y salida.
- Factor de servicio, establece el efecto de la máquina conducida sobre el reductor.

Disponible en: <http://www.peea.com.mx/productos/reductores.html>, consultado 10 de enero 2011.

1.5.1.2. Características de Trabajo a Realizar

- Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina, etc.).
- Tipos de acoplamiento entre máquina motriz, reductor y salida de carga.
- Tipo de carga: uniforme, discontinua, con choque, con embrague, etc.
- Duración de servicio: horas/día.
- N° de Arranques/hora.

1.5.1.3. Condiciones del ambiente

- Humedad.
- Temperatura.

Disponible en: <http://www.peea.com.mx/productos/reductores.html>, consultado 10 de enero 2011.

1.5.1.4. Beneficios del Uso de Motorreductores

Al emplear REDUCTORES O MOTORREDUCTORES se obtiene una serie de beneficios, y se puede mejorar las otras formas de reducción de velocidad. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor [eficiencia](#) en la transmisión de la potencia suministrada por el [motor](#).
- Mayor [seguridad](#) en la transmisión, reduciendo los [costos](#) en el [mantenimiento](#).
- Menor espacio requerido para el equipo y mayor rigidez en el montaje.
- Menor [tiempo](#) requerido para su instalación.
- Elemento seguro en todos los aspectos, muy protegido.
- Seguridad, protección contra las partes móviles.
- Retención del lubricante.

1.5.1.5. Etapas de Reducción de un Motorreductor

Los reductores poseen tres etapas o niveles distintos de reducción.

1.5.1.5.1. Simple o de Una Etapa

Se refiere a que el equipo consta de solo dos engranajes, por lo que el nivel de reducción de velocidad será igual o mayor a 120rpm.

1.5.1.5.2. Doble o de Dos Etapas

El equipo consta de cuatro engranajes, por lo que el nivel de reducción de velocidad es mayor y fluctuando entre los 50 a 120rpm.

1.5.1.5.3. Triple o de Tres Etapas

El equipo consta de seis engranajes, por lo que el nivel de reducción de velocidad fluctúa entre los 0 a 50 rpm.

1.5.1.6. Tipos de Motorreductores y Aplicaciones

Los reductores o motorreductores pueden emplearse en una amplia gama de aplicaciones. A continuación presentamos los tipos de motorreductores y sus aplicaciones en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS MOTOREDUCTORES.

TIPO DE REDUCTOR	CAMPOS DE APLICACIÓN TÍPICOS
Ejes coaxiales	Transportadores de rodillos, agitadores, líneas de trabajo de madera.
Ejes paralelos*	Aplicación de agitación.
Cónicos Helicoidales	Accionamientos de traslación de grúas, mezcladoras o tamboras de cables.
Helicoidales sinfín-corona	Depuradoras de aguas residuales y en las máquinas para escenarios.
Sinfín-corona	Industria de alimentos

* Variante moderna de los motorreductores de ejes coaxiales

Fuente: Catalogo motorreductores R-S, Sew Eurodrive, 2008.

1.5.2. Banda Transportadora

Las bandas y rodillos transportadoras son elementos auxiliares de diferentes procesos, cuya misión es la de recibir o enviar un producto de forma continua y regular para conducirlo a otro punto deseado. Por otra parte las bandas transportadoras tienen un mecanismo de funcionamiento sencillo que una vez instaladas suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento, son mecanismos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellas.

Según: VINUEZA H., (2010). Proyecto previo a la obtención del título de tecnólogo electromecánico, Politécnica Nacional. Manifiesta que: “El transportador consiste en una polea motriz, una polea compensadora de la tensión, una banda o cinta sin fin, y de poleas locas de guía en el tramo de transporte y en el retorno.” (p. 1).

Un transportador de bandas es un equipo que sirve para llevar de un lugar a otro, ya sea largas o cortas distancia, grandes y pequeñas cantidades de varios tipos de materiales, pudiendo tener estas trayectorias inclinadas, rectas o una combinación de ambas, las cuales constan de materiales elásticos que en su parte superior acarrearán el material, la banda se enrolla en varias poleas cilíndricas una colocada en la sección de carga del transportador y otras en la sección de descarga, y es unida por grapas o vulcanizada en los extremos.

1.5.3. Variadores de Frecuencia

Una gran parte de los equipos utilizados en la industria moderna funcionan a velocidades variables, como por ejemplo los trenes laminadores, las transportadoras, elevadores, las máquinas-herramientas, etc.

Los diferentes tipos de mecanismos requieren de un control y regulación exacta de la velocidad y es posible mediante la utilización de los variadores de frecuencia Figura 1.7, para lograr una adecuada productividad, una buena terminación del producto elaborado, o garantizar la seguridad de personas y bienes.

Según LEMA C., VENTIMILLA X., (2007). Diseño y construcción de un prototipo de torno automático mediante control numérico computarizado CNC. Tesis Ing. electromecánica. ESPEL, manifiestan que:

Un variador de frecuencia es un aparato electrónico destinado a modificar la frecuencia, y por lo tanto la velocidad de un motor asíncrono ya que los variadores de frecuencia convierten la alimentación de CA en CC. Mediante

una etapa rectificadora, posteriormente lo convierte en CA, de frecuencia y tensión variable. (p. 56).

Figura 1.7. VARIADOR DE FRECUENCIA.



Fuente: Ecuatoriana de Curtidos Salazar, grupo de Investigación, 15 de noviembre 2010.

En definitiva, estos dispositivos entregan voltaje y frecuencia variable conforme a la necesidad del motor y la carga a él conectada. Para tal efecto, toma la alimentación eléctrica de la red, cual tiene voltaje y frecuencia fija, la transforma en un voltaje continuo (Rectificador más Filtro) y luego lo transforma en voltaje alterno trifásico de magnitud y frecuencia variable por medio de un Inversor. Contando sólo con esta última etapa (Inversor) es posible también alimentar estos motores a partir de un suministro de corriente continua (por ejemplo baterías).

También se puede contar con un rectificador monofásico de modo de poder y alimentar un motor trifásico a partir de una fuente de alimentación monofásica.

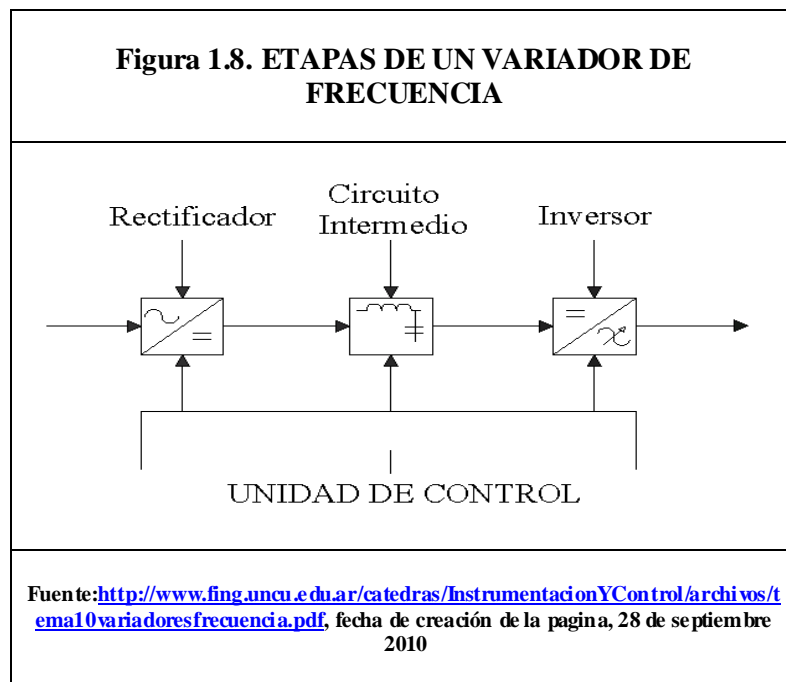
Se utilizan estos equipos cuando las necesidades de la aplicación sean:

- Dominio de par y la velocidad.

- Regulación sin golpes mecánicos.
- Movimientos complejos.
- Mecánica delicada.

1.5.3.1. Composición de un Variador de Frecuencia

Los variadores de frecuencia están compuestos por cuatro etapas, y se muestra en la Figura 1.8.



1.5.3.1.1. Etapa Rectificadora

Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.

1.5.3.1.2. Etapa Intermedia

Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.

1.5.3.1.3. Inversor o “Inverter”.

El Inversor o Inverter, convierte la tensión continua de la etapa intermedia en otra de tensión y frecuencia variable, mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT's (Isolated Gate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión y se obtiene una corriente casi sinusoidal en el motor. Los equipos más modernos utilizan IGBT's inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobrecorriente, sobretensión, baja tensión, cortocircuitos, puesta a masa del motor, sobretemperaturas, etc.

1.5.3.1.4. Etapa de control.

Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general, etc. Los variadores más utilizados utilizan modulación PWM (Modulación de Ancho de Pulsos) y usan en la etapa rectificadora puente de diodos rectificadores. En la etapa intermedia se usan condensadores y bobinas para disminuir las armónicas y mejorar el factor de potencia

Un variador electrónico de velocidad está formado por circuitos que incorporan transistores de potencia como el IGBT (transistor bipolar de puerta aislada) o tiristores, siendo el principio básico de funcionamiento, transformar la energía eléctrica de tensión y frecuencia industrial en energía eléctrica de tensión y frecuencia variable.

La frecuencia portadora de los IGBT se encuentra entre 2 a 16kHz. Una portadora con alta frecuencia reduce el ruido acústico del motor pero disminuye el rendimiento del motor y la longitud permisible del cable hacia el motor. Por otra parte, los IGBT's generan mayor calor. Las señales de control para arranque, parada y variación de velocidad (potenciómetro o señales externas de referencia) estén aisladas galvánicamente para evitar daños en sensores o controles y evitar ruidos en la etapa de control.

1.5.3.2. Ventajas y Desventajas de la Utilización del Variador de Frecuencia

1.5.3.2.1. Ventajas

- La conexión del cableado es muy sencilla.
- Permite arranques suaves, progresivos y sin saltos.
- Controla la aceleración y el frenado progresivo.
- Limita la corriente de arranque.
- Permite el control de rampas de aceleración y deceleración regulables en el tiempo.
- Consigue un ahorro de energía cuando el motor funcione parcialmente cargado, con acción directa sobre el factor de potencia.
- Puede detectar y controlar la falta de fase a la entrada y salida de un equipo. Protege al motor.
- Puede controlarse directamente a través de un autómatas o microprocesador.
- Se obtiene un mayor rendimiento del motor.

1.5.3.2.2. Desventajas

- Es un sistema caro, pero rentable a largo plazo.
- Requiere estudio de las especificaciones del fabricante.

- Requiere un tiempo para realizar la programación.

Disponible: <http://www.fing.un.edu.ar/Catedras/instrumentacionYControl/archivos/tema10variadoresfrecuencia.pdf>, consultado 07 de Noviembre 2010.

1.5.4. Controlador de Temperatura

La temperatura es una variable importante en la mayoría de los procesos industriales. Su medición y control son vitales para asegurar uniformidad en la calidad de los productos terminados, y para mantenerse dentro de los límites seguros de operación.

Según: EUCANCELA C, CHAVES E., (2009). Diseño y Construcción de un Secador de Túnel para la Deshidratación del Maíz. Tesis Ing. Química. Riobamba. ESPOCH, manifiestan que:

El controlador de temperatura, es un dispositivo que se encarga de regular y mantener constante una temperatura de entrada, fijada como consigna. Su funcionamiento se basa en el principio de realimentación, un elemento esencial de todos los mecanismos de control que permite al diseñador dotar de un equipo de capacidad de autocorrección. (p.27). Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/247/1/96T00114.pdf>, consultado 20 de enero 2011.

Los controladores de temperatura como se muestra en la Figura 1.9. Son utilizados para controlar los sistemas de calefacción o refrigeración, mediante un sensor de temperatura, (termopar o RTD). Conservan la temperatura entre dos valores prefijados, poniendo en marcha un sistema de calentamiento o un sistema de enfriamiento cuando las condiciones así lo requieran. Esto pueden ser por arranque o parada de compresores o solenoide, el display muestra la temperatura ajustada y actual a la que el sensor está expuesto, (a este punto se denomina setpoint) y se ajusta a la salida del dispositivo calefactor para mantener la temperatura deseada. Luego pasa a un sistema de control el cual activa o desactiva el sistema de alimentación.

Figura 1.9. CONTROLADOR DE TEMPERATURA



Fuente: <http://www.inge.cozs.com/n480d.html>,
Fecha de consultada el 02 de Diciembre 2010

1.5.4.1. Factores a Considerar para la Selección del Controlador

Para la selección del control de temperatura correcta para una aplicación dada, se deben considerar lo siguiente:

- Tipo de sensor de entrada (termopar, RTD) y rango de temperatura.
- Tipo de salida requerida (relés electromecánicos, SSR, salida analógica).
- Algoritmo de control necesarios (on / off, proporcional, PID).
- Número y tipo de productos (calor, frío, alarma, límite).

Disponible: <http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en/es&u=http://www.omega.com/prodinfo/temperaturecontrollers.html>, consultado 02 de Diciembre 2010

1.5.5. Sensores de Temperatura

La medida de la temperatura constituye una de las mediciones más comunes e importantes que se efectúan en este tipo de sistemas, las limitaciones del sistema

de medida quedan definidas en cada tipo de aplicación por la precisión, por la velocidad de captación de la temperatura, por la distancia entre el elemento y el aparato receptor y por el tipo de instrumento indicador, registrador o controlador necesario.

Los sensores son los elementos primarios de medición de variables del proceso, siendo algunos usados para lectura e indicación y otros para transformar la variable medida en una señal eléctrica, sin embargo hay que tener presente que existen una gran variedad de sensores con diferentes características, pero en este trabajo de investigación nos vamos a centrar básicamente en el estudio de las termocuplas que un sensor de temperatura.

1.5.5.1. Termocuplas

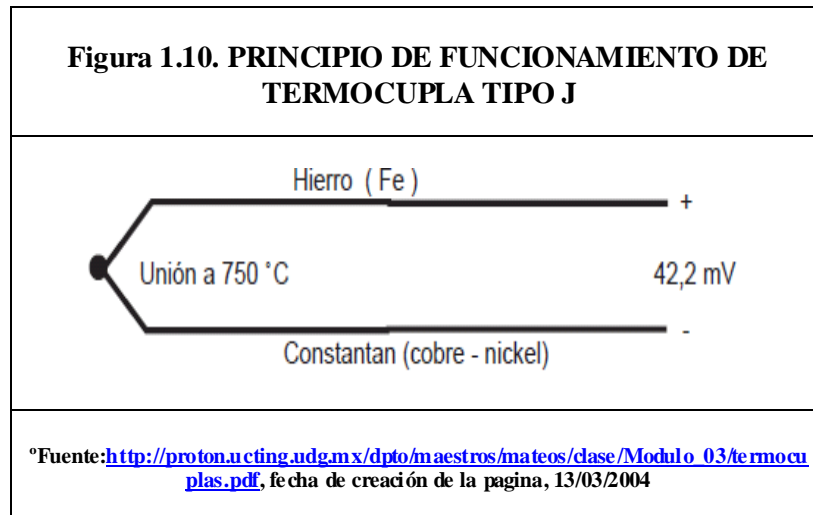
Las termocuplas, también llamados comúnmente termopares, es un generador termoeléctrico que transforma calor en electricidad y son sensores de temperatura más comunes utilizado industrialmente, ofreciendo un amplio rango de temperaturas y una construcción robusta. Además, no precisan alimentación de ningún tipo y su reducido precio los convierte en una opción muy atractiva para grandes sistemas de adquisición de datos.

Según: RODAS José. Empresa proveedora, Soluciones, Diseños y Provisiones Dobin S. A., 21 de Junio de 2010.

Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los milivolts el cual aumenta con la temperatura. Disponible en: <http://solucionesdobin.com>, consultado 28 de enero 2011.

Las termocuplas se conectan a los instrumentos de indicación o control localizados lejos del punto de medición por medio de alambres de extensión,

preferiblemente del mismo material que el de los alambres de la termocupla. En la Figura 1.10 se muestra un diagrama de una termocupla "tipo J" está constituida de un alambre de hierro y otro de constatan (aleación de cobre y nickel). Al colocar la unión de estos metales a 750 °C, debe aparecer en los extremos 42.2 mili-volts.



Normalmente las termocuplas industriales se consiguen encapsuladas dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vaina), en un extremo está la unión y en el otro el terminal eléctrico de los cables, protegido adentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

1.5.5.1.1. Clasificación de las Termocuplas

Los alambres para fabricar y clasificar una termocupla se escogen de acuerdo a lo siguiente:

- Resistencia a la corrosión, oxidación, radiación, cristalización y costo.
- Desarrollo de una F.E.M. relativamente alta, la más grande generada por su termopar comercial es cerca de 50 milivoltios.
- Una relación entre temperatura y F.E.M. de tal manera que el aumento de ésta sea aproximadamente uniforme al aumento de la temperatura.

La Tabla 1.4 señala los termopares o termocuplas más comunes:

Tabla 1.4. CLASIFICACION DE LAS TERMOCUPLAS.

Tipo	Materiales	Rango normal
J	Hierro – Constantan (55Cu - 44Ni)	-190°C a 760°C
T	Cobre – Constantan Cobre – (55Cu - 44Ni)	-200°C a 37°C
K	Cromel – Alumel (90Ni-9Cr) – (1Al-94Ni)	-190°C a 1260°C
E	Cromel – Constantan (90Ni-9Cr) – (55Cu-44Ni)	-100°C a 1260°C
S	(90% Patino + 10 % Rodio) – Patino	0°C a 1480°C
R	(87% Patino + 13% Rodio) – Patino	0°C a 1480°C

Fuente: http://www.isa.cie.uva.es/ficheros/instrumentación_Control_Procesos.pdf, fecha de creación de la pagina, 28 de Abril 2005

1.5.5.1.2. Características de las termocuplas

- Cubren amplios rangos de temperatura (-180 a 1370°C) con respecto a los otros sensores de temperatura.
- Son resistentes al ambiente de trabajo en el que se encuentra.
- Son exactas y sensibles.
- Autoalimentadas.
- Económicas y muy robustas.
- Requieren de otro sensor de temperatura.
- No pueden extenderse a más de 10 ó 20mts del indicador por las interferencias de corriente y por el costo del cable.

Disponible: <http://www.une-te.du.de/~ielectro/Sensores%20de%20Temperatura.htm>, consultado 02 de diciembre 2010.

1.5.5.1.3. Factores a considerar para la Selección de Termocuplas

- Rango de temperatura a cubrir.
- Ser químicamente resistente.
- Ser mecánicamente robusto.
- Producir una salida eléctrica mensurable, y estable.
- Tener la exactitud y precisión requeridas.
- Proporcionar las medidas de temperatura con mayor exactitud.
- Tolerancia y cantidad de error que permite la aplicación ($\pm 5^{\circ}\text{C}$).

En las Aplicaciones se deben Considerar:

- La transferencia de calor al medio y viceversa para no afectar la lectura.
- Si se necesita o no que estén aislados eléctricamente de masa.
- Ver el Sistema de Control con el que se deberá compatibilizar la medición.
- Se deben tratar de evitar esfuerzos destructivos, mecánicos y térmicos.
- Resistencia de los alambres (utilizar los de mayor diámetro)
- Resistentes a la corrosión y el margen de temperatura sea bastante amplio.

Disponible en: <http://laboratorios.fi.uba.ar/lscm/termocuplas02.pdf>, fecha de creación de la página 18 de Marzo 2007.

1.6. ELEMENTOS FINALES DE CONTROL Y REGULACIÓN DE FLUIDOS

En los procesos industriales, los elementos finales de control son los dispositivos encargados de transformar una señal de control en un flujo de masa o energía (variable manipulada). Es esta variable manipulada la que incide en el proceso causando cambios de la variable controlada. Lo más común en los procesos es que la manipulación sea un caudal. Para ajustar el flujo de fluidos en una línea primaria, existen dos mecanismos:

- 1.- Modificar la energía entregada al fluido (bombas y ventiladores de velocidad variable).
- 2.- Modificar la resistencia al paso del fluido (válvulas, registros en ductos de gases).

Es absolutamente necesario contar con elementos de regulación y control para mantener constantes algunas magnitudes, tales como la presión, el caudal, la temperatura, el punto de rocío, etc.

1.6.1. Válvulas Reguladora de Presión de Vapor

La presión de vapor que se genera a altas presiones en una planta, se reduce de acuerdo con las necesidades de los productos y aplicaciones en las cuales se utiliza en una línea de procesos.

Según ANTONIO CREUS SOLE (2005). Instrumentación Industrial. (7^{ma} edición). Capítulo 8, manifiesta que:

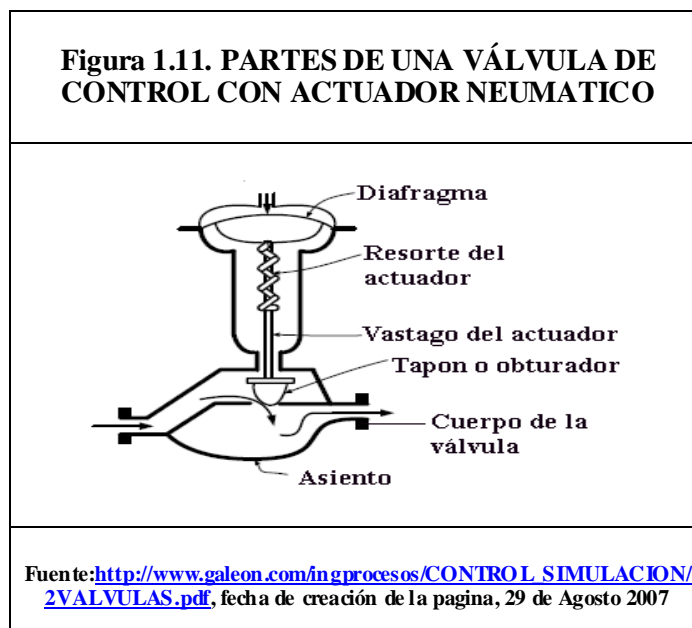
Una válvula de control, se puede definir como un aparato mecánico o automático con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación

(paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos. (p. 361).

Para reducir la presión de vapor, se puede hacer utilizando una válvula en una posición fija parcialmente abierta ó por medio de la inserción de un plato de orificio a través del paso de vapor. Sin embargo, esto produce cualquier variación en el caudal acompañado de las correspondientes fluctuaciones en la presión. Una válvula reductora de presión está diseñada para ajustar manual o automáticamente la cantidad de apertura de la válvula, con el fin de permitirle a la presión mantenerse sin cambios aún con las fluctuaciones en el caudal.

1.6.1.1. Partes de la Válvula de Control

Las válvulas de control constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo como se muestra en la Figura 1.11.



1.6.1.1.1. Actuador

El actuador también llamado accionador o motor, puede ser neumático, eléctrico, hidráulico o manual, recibe la señal del controlador y la transforma en un

desplazamiento (lineal o rotacional) entrega un cambio en la presión ejercida sobre el diafragma. Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte. Lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástago.

1.6.1.1.2. Cuerpo

Está provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma.

El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular. Esta unido por medio de un vástago al actuador.

1.6.1.1.3. Misión de las Válvulas de Control

- Evitar la explotación del sistema.
- Aislar tramos de conducción.
- Regular caudales.
- Regular presiones.
- Proteger el sistema frente a sobrepresiones y depresiones.
- Reducir la presión primaria de la red, a una presión secundaria que será utilizada.

1.6.2. Trampas de Vapor

Una trampa de vapor es una válvula automática normalmente cerrada en presencia de vapor cuya misión es descargar condensado sin permitir que escape vapor vivo. La eficiencia de cualquier equipo o instalación que utilice vapor está en función directa de la capacidad de drenaje de condensado por ello, es fundamental que la purga de condensados se realice automáticamente y con el diseño correcto. Siendo las trampas de vapor la llave para optimizar el drenaje del condensado en los sistemas de vapor. Para obtener el máximo rendimiento de los sistemas de calentamiento con vapor, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Drenar los condensados, manteniendo las condiciones de presión y temperatura del vapor requeridos en los procesos.
- Eliminar el aire y otros gases no condensables, pues el aire y los gases disminuyen el coeficiente de transferencia de calor. se debe tener en cuenta que la presencia de oxígeno y bióxido de carbono son corrosivas en presencia de condensado.
- Evitar pérdidas de vapor, no deben permitir el paso de vapor sino hasta que éste ceda la mayor parte de energía que contiene, también las pérdidas de vapor deben ser mínimas mientras la trampa libera vapor condensado, aire y gases incondensables.

Disponible: http://www.cnpml.org.sv/ucatec/ee/docs/trampas_de_vapor_1_1.pdf, fecha de creación de la página 05 de Diciembre 2007.

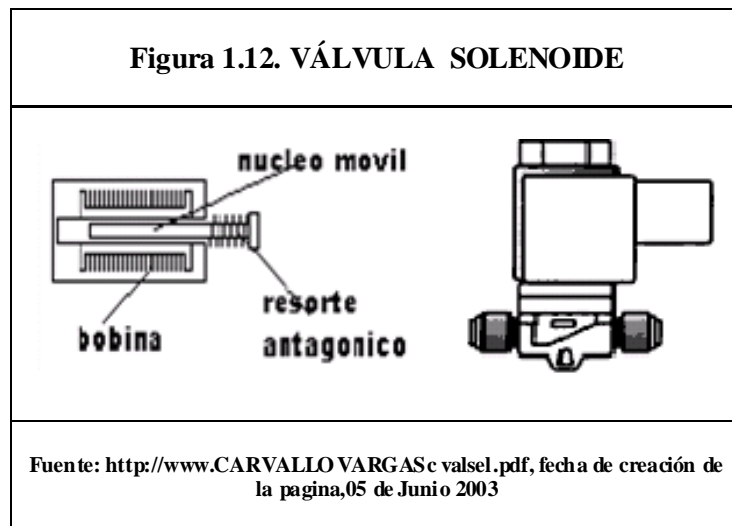
1.6.3. Válvulas de Solenoide o Electroválvulas

En muchas aplicaciones es necesario controlar el paso de algún tipo de flujo, desde corriente eléctrica hasta gases o líquidos. Esta tarea es realizada por válvulas. En particular, las accionadas por solenoides que permiten su

implementación en lugares de difícil acceso y facilitan la automatización del proceso al ser accionadas eléctricamente.

Según MAYORGA G, MERA L (2010). Diseño y Construcción e Implementación de un Sistema de Control Local con Interfaz Grafica HMI. EMRESA TEIMSA. Tesis Ing. Electromecánica. Latacunga. ESPEL, manifiestan que,

La electroválvula o válvula de solenoide constituye una de los elementos mas sencillos y posiblemente el de empleo más común de los actuadores eléctricos. Estas válvulas son de acción todo-nada, es decir, posición abierta dejando totalmente libre el paso del fluido y posición cerrada cortando su paso. (p. 47).



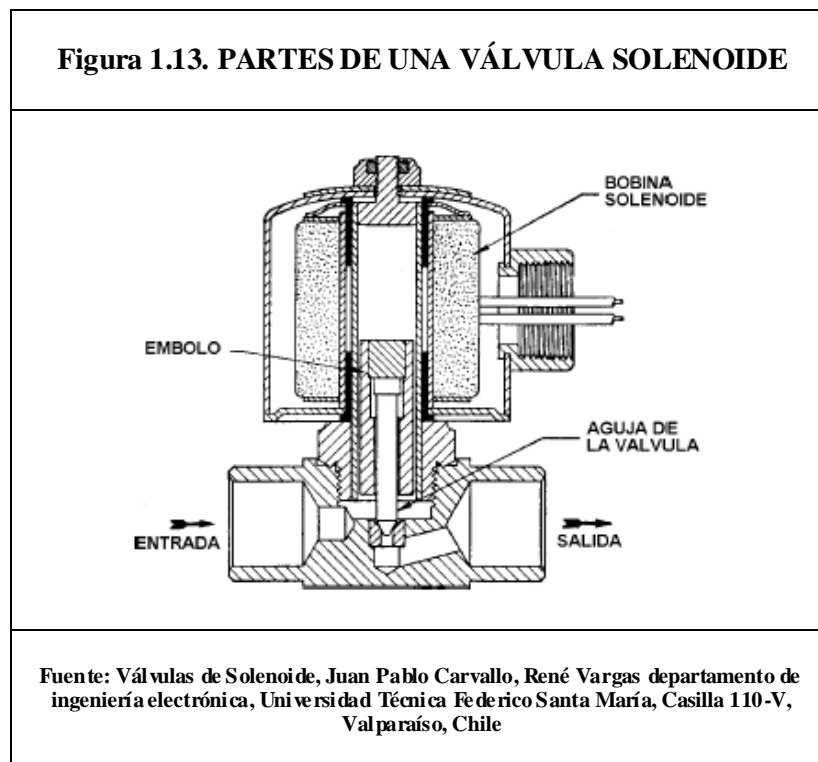
La válvula solenoide típica como se muestra en la Figura 1.12, está constituida por una bobina solenoide encajada en un núcleo fijo en forma de tubo cilíndrico en cuyo interior se desliza un núcleo móvil provisto en su extremo de un disco o tapón permitiendo así un control on-off mediante variaciones de corriente que circula a través de su bobina.

La corriente, al circular por la bobina actúa como un electroimán, su excitación crea un campo magnético que atrae al núcleo móvil y vástago para abrir la

válvula, mientras que su des-excitación invierte la posición de este gracias a un resorte que empuja el disco contra el asiento, cerrando así la válvula.

1.6.3.1. Partes de una Válvula Solenoide

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales como se muestra en la Figura 1.13: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte la energía eléctrica en energía mecánica permitiendo así el paso del fluido, y pueden ser normalmente abiertas que se cierran al energizarse la bobina o cerradas que se abre al ser energizada la bobina.



1.6.4. Indicadores de Presión

Los indicadores de presión o manómetros, son elementos de medición y control, en la actualidad existen una variedad de instrumentos, pero dependiendo del sistema a controlar los más utilizados, son los instrumentos mecánicos elásticos como son: el tubo de bourdon y el de fuelle.

1.6.4.1. Manómetros

En todo proceso industrial, por muy sencillo que sea, es siempre necesario el uso de instrumentos de medición y control que permitan entre otras cosas mantener los parámetros de calidad de los productos generados en cada proceso, supervisar la operación, determinar condiciones inseguras de operación, etc.

Los manómetros son los instrumentos utilizados para medir la [presión](#) de [fluidos](#) (líquidos y gases). Lo común es que ellos determinen el valor de la presión relativa, aunque pueden construirse también para medir presiones absolutas. Todos los manómetros tienen un elemento que cambia alguna propiedad cuando son sometidos a la presión, este cambio se manifiesta en una escala o pantalla calibrada directamente en las unidades de presión correspondientes. Según la página electrónica: http://jhonjairo-mecanico.blogspot.com/2010_06_01_archive.html, consultado 02 de diciembre 2010.

Los manómetros de tubo de Bourdon, y de Fuelle son instrumentos primarios de tipo elásticos, de medida directa y son utilizados para determinar la presión absoluta, el vacío o la presión diferencial.

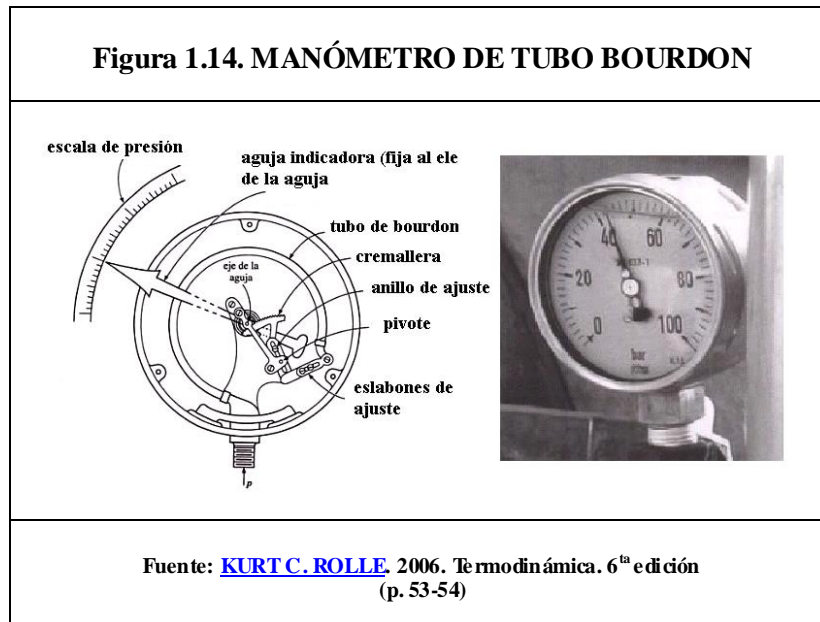
1.6.4.1.1. Tipo de Manómetros

1.6.4.1.1.1. Manómetros de Tubo de Bourdon

Según MARAÑA; (2005). Los indicadores de presión o manómetros más utilizados son los basados en el tubo “bourdon”. “El tubo bourdon es un tubo de sección elíptica que forma un anillo casi completo, cerrado por un extremo. Al aumentar la presión en el interior del tubo, este tiende a enderezarse y el movimiento es transmitido a la aguja indicadora” (Pág. 20).

Los elementos de funcionamiento de un manómetro de bourbon se pueden apreciar en la Figura 1.13, donde se puede apreciar que un pequeño enderezamiento del tubo se multiplica matemáticamente en una rotación de la

aguja del manómetro. Casi siempre, los manómetros de bourbon se encierran en una caja para protegerlos del polvo y los contaminantes.



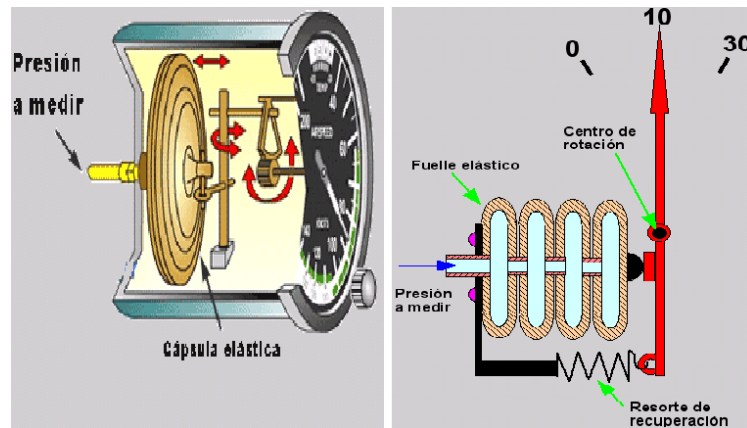
El manómetro de Bourdón es el más utilizado por su gran adaptabilidad a los diferentes rangos de presión y fluctuaciones repentinas en la misma, lo que puede hacer que los otros fallen. Señala la diferencia entre la presión de la caldera y la atmosférica en libras por pulgada cuadrada (PSI).

Los materiales empleados normalmente son acero inoxidable, aleación de cobre o níquel o aleaciones especiales. Los manómetros de tubos Bordón se utilizan como instrumentos de medición directa y como instrumentos de presión en ciertos tipos de controladores, transmisores y registradores.

1.6.4.1.1.2. Manómetros de Fuelle

Los manómetros de fuelle tienen un elemento elástico en forma de acordeón al que se le aplica la presión a medir, esta presión estira el fuelle y el movimiento de su extremo libre se transforma en el movimiento de la aguja indicadora como se muestra en la Figura 1.14 de manera esquemática. Tienen como ventaja su gran duración y se suelen emplear para pequeñas presiones.

Figura 1.15. MANÓMETRO DE FUELLE



Fuente: http://jhonjairo-mecanico.blogspot.com/2010_06_01_archive.html, fecha de consulta 02 de diciembre 2010

La utilización de un fuelle con un resorte tiene varias ventajas: el procedimiento de calibración se simplifica, ya que el ajuste se hace únicamente sobre el resorte. Los fuelles pueden ser metálicos o no metálicos. Los fuelles se utilizan en aplicaciones de medición de presión absoluta y medición de presión diferencial.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se destacan todos los aspectos relativos a la metodología utilizada en el presente proyecto. Se establece todo lo concerniente al tipo de investigación empleada, los métodos a utilizar y las técnicas que permitieron recopilar información, los instrumentos técnicos de recolección de datos, además se indica la importancia y relevancia que tienen los proyectos de este tipo, así como, también se indican las limitaciones y los resultados a obtenidos.

Otros aspectos que también se recalcan en este Capítulo se establece a la obtención de información complementaria necesaria para el desarrollo de la Tesis como son: los parámetros de diseño, el modelo mediante el cual se encuentra diseñado y construido el Exhausting.

Los métodos de investigación que se aplican en este trabajo de tesis fueron el analítico, sintético y el cuasi-experimental. Se aplicó el análisis documental en la primera parte del proyecto, esta investigación se apoya en un análisis documental, fundamentando la recolección de información mediante documentos de toda clase, con la finalidad de recolectar datos, recorriendo a técnicas como la observación directa para que el investigador obtenga el control sobre los

procesos, los análisis y la obtención de resultados, para conocer, comparar, profundizar y deducir criterios en cumplimiento de los objetivos, misma que será registrada en una tabla de formato de pruebas.

El estudio documental al inicio de esta investigación, permitió tener un conocimiento amplio del proyecto, ayudando al procediendo de diseño y dimensión del Túnel de Exhausting

La investigación aplicada posteriormente es de tipo cuasi-experimental, porque estudia las relaciones de causa-efecto del objeto de estudio, y se basa en un diseño específico.

El objetivo primordial es realizar pruebas de funcionamiento, después de haber terminado la construcción del túnel del Exhausting, para valorar la eficiencia de la máquina comprobando ciertas variables como: velocidad, tiempo, temperatura, considerada en los procesos de agotado de los envases de alimentos, probando y adquiriendo conclusiones del trabajo ejecutado mediante la toma de datos y la verificación del dimensionamiento de la máquina en las pruebas realizadas; el presente proyecto no es de carácter experimental debido a que el trabajo es el diseño de una máquina que ya existe en el mercado, es una modalidad particular de investigación que consiste en la elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable, para solucionar problemas, requerimientos y necesidades de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Agroindustrias.

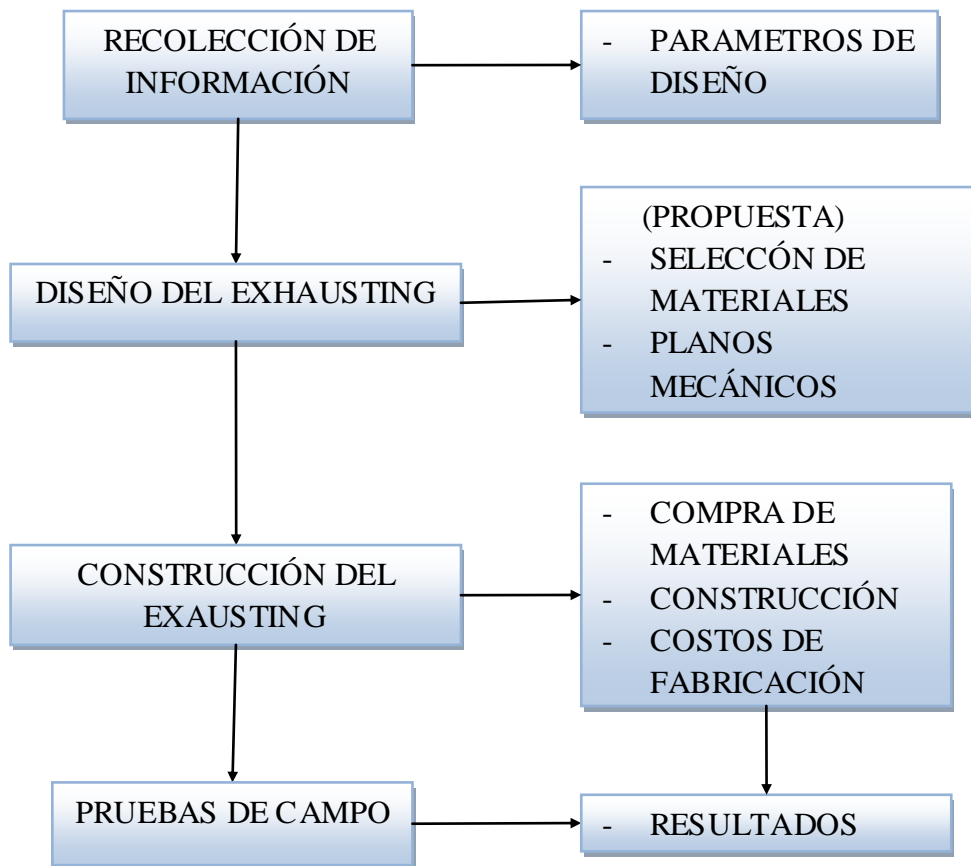
2.2. TÉCNICAS DE TOMA DE DATOS

La procedencia de los datos es importante para que la investigación tenga un buen respaldo y por lo tanto debe estar bien sustentada, las técnicas de investigación son importantes e indispensables en el desarrollo de la propuesta integrando una estructura por medio de la cual se organiza esta investigación, logrando:

- Ordenar las etapas de la investigación.

- Aportar instrumentos para manejar la información.
- Llevar un control de los datos.
- Orientar la obtención de conocimientos.

A continuación se [muestra](#) la secuencia que se realizó en la investigación.



Realizado por: Grupo Investigativo

Fuente: Propia

La recolección de información consiste básicamente en obtener todos los datos necesarios que sirvió de guía a los investigadores, para desarrollar la propuesta del trabajo de investigación. Estos datos se los puede observar en los siguientes numerales:

2.2.2. Fuente de datos primarios

2.2.2. Fuente de datos secundarios

2.4. Parámetros de diseño y Funcionales

Los datos se los recolecto en base a visitas de observación que se realizo a los lugares mencionados en los numerales detallados.

El diseño del Exhausting (**propuesta**) es el objetivo primordial de la tesis, la cual consiste en realizar un análisis minucioso de objetos o ideas que estén relacionados con este trabajo de investigación, para hacerlos útiles, prácticos o atractivos visualmente, con la intención de satisfacer las necesidades de todas las personas, adoptando los objetos e ideas no solo en su forma sino también las funciones que realizan estos equipos, su concepto, su contexto y su escala, buscando lograr un producto final innovador, ver numerales:

2.6. Ingeniería de Diseño

2.7. Descripción del equipo

2.8. Diseño de la máquina y selección de elementos normalizados

ANEXO F Planos mecánicos

La construcción del Exhasuting consiste, básicamente en las operaciones realizadas en todo el proceso, donde implica plasmar todos los parámetros y datos obtenidos en el diseño, ver numerales:

3.2. Construcción del Exhausting

3.2.3. Hojas de procesos

3.3. Costo de fabricación de la máquina

Las pruebas se realizo mediante un formato de pruebas en donde se puede comprobar el funcionamiento de la máquina y mediante esto se obtienen diferentes datos y mediante un análisis y una síntesis de todos los datos se obtienen los resultados deseados, ver numerales:

3.4. Pruebas de campo

3.5. Verificación de datos

2.2.1. Fuente de datos Primarios

A través de la Observación Directa, se puede obtener los datos primarios que se plasmó en una visita técnica al laboratorio de la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, esta visita fue guiada por el encargado del laboratorio, ayudando a conseguir información valiosa para poder iniciar con el diseño del Exhausting.

La visita de observación realizado, al laboratorio de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, fue el objetivo central para obtener información acerca de la máquina enlatadora que existe en el laboratorio, el mismo que proporciono datos relacionados con los tamaños de envases enlatados existentes en las diferentes presentaciones, para poder iniciar con el diseño del equipo propuesto.

2.2.2. Fuente de datos Secundarios

Mediante la consulta realizada dentro de esta fuente de datos se obtuvo información que ya ha sido publicada, y que fue un aporte fundamental para poder realizar este proyecto de investigación.

Los datos secundarios se obtuvieron de varias fuentes publicadas como; libros, artículos, revistas, e información obtenida de internet, catálogos, entre otros, dando sustento a la observación indirecta para apoyar las teorías relacionadas al proyecto.

2.3. PROCEDIMIENTOS PARA LA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo de esta investigación fue necesario utilizar herramientas que permitieron recolectar el mayor número de información necesaria, verídica,

oportuna y de relevancia para la elaboración de la propuesta que es el objetivo de esta investigación.

El instrumento seleccionado debe ser válido y confiable, de lo contrario no podemos basarnos en los resultados inexactos porque serán utilizados para obtener los datos de los parámetros a controlar y las medidas de diseño de la máquina, las herramientas que fueron utilizadas son:

- Variador de frecuencia electrónico.
- Controlador de temperatura tipo PID.
- Flexómetro.
- Calibradores.
- Cronometro.
- Tacómetro.

2.3.1. Modelo del Formato de Protocolo de Pruebas

Este instrumento fue utilizado para el diagnóstico del nivel de funcionamiento del Exhausting, ya que es un registro para recolectar datos e información de las diferentes pruebas que se realizó en la máquina utilizando las técnicas de la observación, para luego comprobar y analizar los resultados obtenidos y sacar conclusiones. Este modelo de formato se encuentra en el **ANEXO E**.

2.4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y FUNCIONALES

Se establece todos los pasos y requerimientos técnicos necesarios para el desarrollo del trabajo de investigación, el mismo que nos permitirá realizar el diseño y construcción del Túnel de Exhausting, para el agotado de productos

enlatados, que serán procesados en el Centro de Producción de Productos Alimenticios SALACHE, (UTC).

2.4.1. Restricción y Limitaciones

Luego de un análisis y estudio de mercado, la principal restricción y limitación del diseño de un Túnel de Exhausting para el proceso de agotamiento y esterilización de los alimentos enlatados es:

Los materiales que existen en el mercado permite tener una amplia gama de alternativas para realizar un diseño adecuado, pero cabe recalcar que los precios de los materiales son muy elevados para la construcción de estos equipos.

2.4.2. Parámetros de Diseño

Para determinar los parámetros de diseño que intervienen en el túnel de Exhausting, se considera las necesidades, requerimientos y condiciones de trabajo a las que va estar sometida la máquina. Los parámetros considerados para el diseño son los siguientes:

- Parámetros funcionales.
- Voltaje.
- Accionamiento.
- Capacidad de carga.
- Tamaño y peso.
- Tipo de trabajo del Túnel de Exhausting.
- Materiales

- Vida útil.
- Costo.
- Procesos de construcción.
- Condiciones de trabajo.

2.4.2.1. Parámetros Funcionales

La Universidad Técnica de Cotopaxi CEYPSA, dispone de programas, proyectos productivos y de investigación, como es el centro de producción de productos alimenticios SALACHE (UTC). En este centro se realizará distintos procesos de tratamiento y conservación de alimentos enlatados como la esterilización y agotado de las conservas, y es muy necesaria la utilización de este tipo de máquina “TÚNEL DE EXHAUSTING” para realizar estos procesos, por esta razón este estudio está encaminado a realizar un diseño que cumpla con los requerimientos propuestos.

2.4.2.2. Voltaje

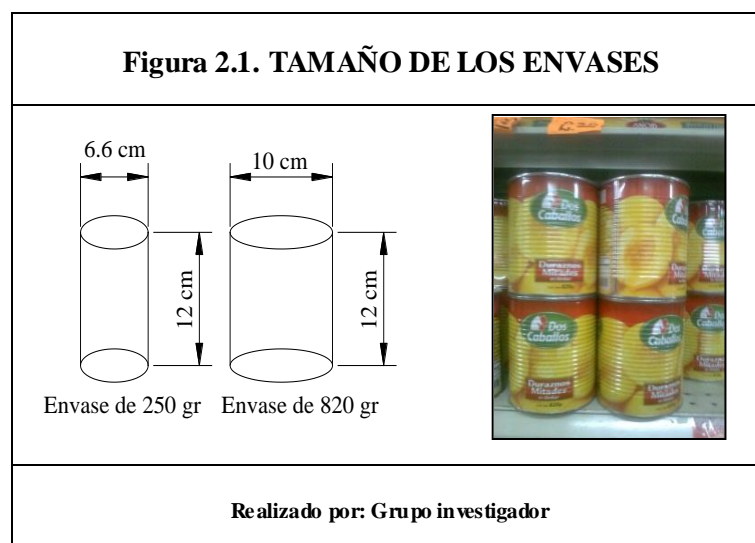
El voltaje que se utilizara en el funcionamiento de la máquina es de 220V trifásico o monofásico, el equipo tendrá una línea de neutro y puesta a tierra para su protección.

2.4.2.3. Accionamiento

La máquina tendrá un accionamiento de tipo semiautomático, con la finalidad de que el esfuerzo humano sea mínimo y exista mayor producción, evitando la manipulación del producto alimenticio y reduciendo los costos. El equipo a diseñar no necesita mayor contacto humano sino el necesario para controlar y calibrar la máquina.

2.4.2.4. Capacidad de Carga

Según el requerimiento del diseño, el túnel de Exhausting tendrá una capacidad para transportar envases enlatados desde 250gr hasta 820gr por unidad, con una carga por minuto de 12 unidades dando un peso de 9.84 kg. En la Figura 2.1., se puede apreciar las dimensiones de los envases.



2.4.2.5. Tamaño y Peso

Este parámetro es muy importante en el diseño, porque el peso y dimensiones tienen mucho que ver con la facilidad de transporte, adaptabilidad a la línea de producción, posibilidad de ser montada, desmontada y puesta en funcionamiento dentro del centro de producción de la carrera de Ingeniería agroindustrial, las dimensiones aproximadas que debe tener esta máquina son:

- Longitud total 3200 mm
- Ancho 300 mm
- Altura 300 mm
- Altura total de la estructura del equipo 1200 mm.

Las dimensiones de la cámara de agotado será tomada en base a las superficies de los envases que serán transportados por el túnel, y de acuerdo a las

dimensiones de los materiales que se va a construir el Exhausting (planchas de acero inoxidable ANSI 304L de 1220x2440 mm, tubos cuadrados de acero inoxidable de 2" y tubos al carbono célula 40 de ¾").

El peso de la máquina depende directamente de las dimensiones y de los materiales y elementos que se utilice en su diseño y construcción, el peso aproximado para el Túnel de Exhausting está entre unos 150 a 200 Kg.

2.4.2.6. Beneficios del Túnel de Exhausting

La principal aplicación del túnel de Exhausting es realizar el proceso de agotamiento y esterilización a los productos alimenticios enlatados mediante vapor de agua, previamente envasados y antes de su cerrado hermético estos parámetros nos permiten seleccionar adecuadamente los materiales de construcción del equipo.

2.4.2.7. Materiales para la Construcción

Para la construcción del Exhausting se considera utilizar materiales resistentes a la corrosión, que permitan trabajar mediante vapor de agua y a cierta temperatura y que se los puede encontrar en el mercado local, los materiales que se van a utilizar para la construcción del túnel de Exhausting, son el acero inoxidable AISI 304L y el acero ASTM A-56 y ASTM 36

Los accesorios que se utilizaran ya sea por requerimientos o por protección, son: motorreductor, rodillos, rodamientos-chumaceras, banda transportadora, variador de frecuencia, controlador de temperatura, termocupla, válvula solenoide, válvula reguladora de presión, trampa de vapor, manómetro de presión y un tablero eléctrico de control, también se utilizara materiales como pernos, rodela, electrodos y otros.

La selección de estos elementos se realiza por catálogos, considerando la disponibilidad de estos productos en el mercado local.

2.4.2.8. Vida Útil

La vida útil del túnel de Exhausting se basa en el desempeño que tenga cada uno de los sistemas y componentes, el tiempo de vida útil promedio de este tipo de máquina es de 10 años. Hay algunos elementos específicos que requieren de un mantenimiento constante, previamente establecido a las horas de trabajo, y el deterioro de estos depende del tipo de proceso que realice la máquina con mayor frecuencia, además del mantenimiento que se les realice.

2.4.2.9. Costos

El costo para el diseño y construcción del túnel de exhausting es un parámetro importante dentro de la elaboración del proyecto, porque de esta manera se determinara los tipos de factores que se implican para obtener su costo final estos son:

- Materiales.
- Accesorios y equipos.
- Mano de obra.
- Montaje y pruebas.
- Diseño.
- Varios

2.4.2.10. Procesos de Construcción

Los procesos que se realizara en la construcción de la máquina “Túnel de Exhausting” son:

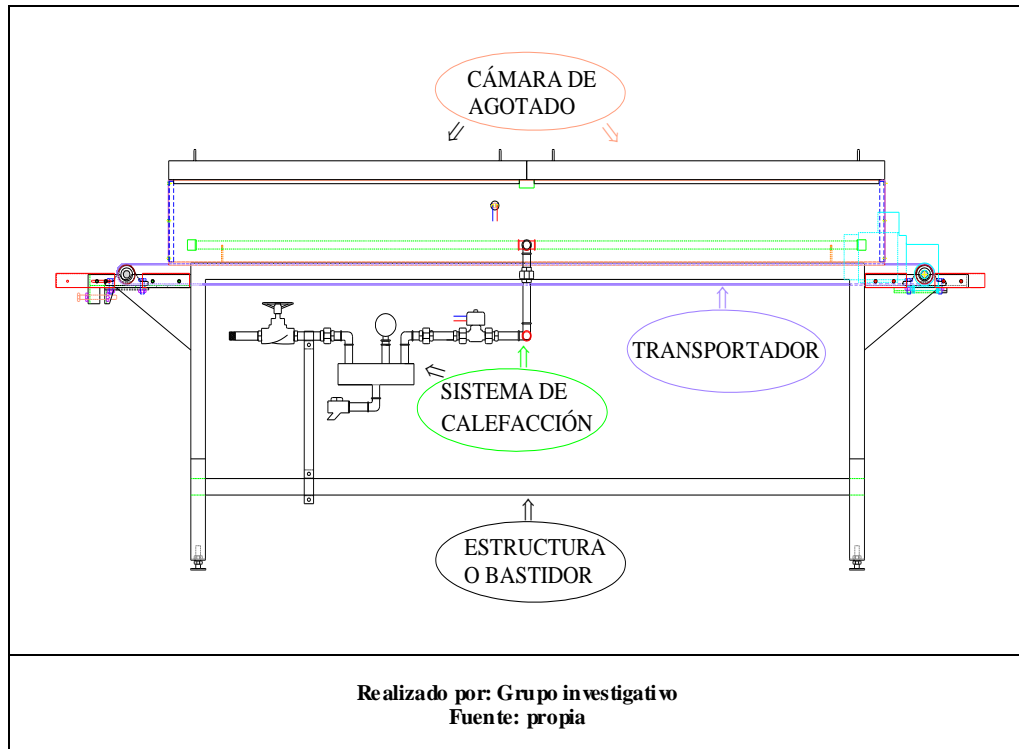
- Trazado.
- Cortado.
- Doblado.
- Barolado de las tapas.
- Taladrado.
- Roscado de tubos.
- Soldadura.
- Ensamble.
- Acabado.
- Conexiones eléctricas.

2.4.2.11. Condiciones de Trabajo

La máquina trabajara bajo techo, es decir no estará expuesto al intemperie, pero se considero que el Túnel de Exhausting estará expuesto al trabajo mediante vapor de agua sujeta a un ambiente corrosivo con una humedad promedio del 80% y a una temperatura que oscila entre los 25°C y 90°C. Estos parámetros permitirán seleccionar de mejor manera los elementos para su construcción.

2.4.2.12. Esquema de la Máquina

Figura 2.2. ESQUEMA DEL EXHAUSTING



2.5. PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO

Con el propósito de tener un esquema para el desarrollo del presente trabajo, se estableció un plan estratégico con cinco etapas para el diseño y construcción de la máquina.

Etapas 1: Investigación Preliminar

- Investigación de la teoría, definiciones conceptos y objetivos.

Etapas 2: Estudio del Equipo de Agotado (Túnel de Exhausting)

- Análisis de datos.
- Realización del esquema de cómo se va a realizar el Túnel de Exhausting, las medidas propuestas, el costo del mismo.
- Selección del tipo de máquina a implementarse, en este caso máquina para laboratorio.

Etapa 3: Diseño Mecánico y Eléctrico

- Cálculo y diseño mecánico.
- Diseño eléctrico.
- Desarrollo del sistema del control semiautomático.

Etapa 4: Implementación

- Construcción del Túnel de Exhausting.
- Distribución de los componentes y dispositivos que conforman la máquina para su regulación y funcionamiento.

Etapa 5: Pruebas y Ajustes

- Análisis de resultados obtenidos a través del funcionamiento.
- Ajustes y afinamientos.
- Pruebas con carga.
- Pruebas sin carga.
- Perfeccionamiento del sistema en base a errores encontrados.

2.6. INGENIERÍA DE DISEÑO

2.6.1. Introducción

En este capítulo se desarrolla el diseño, construcción, dimensionamiento, cálculos de un sistema de banda transportadora, así como también la construcción y

selección de elementos y dispositivos, eléctricos, mecánicos, etc., los cuales sirven para garantizar que la máquina funcione dentro de los parámetros establecidos.

El grupo investigativo podrá familiarizarse de una forma técnica en la selección y manipulación de los materiales y elementos industriales que está constituido el Exhausting, combinando conocimientos de taller mecánico, máquinas eléctricas, control industrial y eléctrico. Ramas que se pueden fusionar e interactuar mutuamente dependiendo de las necesidades y requerimientos que se ejecuten en el desarrollo del presente trabajo investigativo. Las exigencias necesarias que se tomaron en cuenta para el cálculo de la máquina de agotado “Túnel de Exhausting” fueron las siguientes:

- Características del vapor saturado.
- Temperatura de trabajo de la máquina.
- Tipo de material a utilizar para la construcción.
- Forma del túnel de Exhausting.
- Tipo de tapas.
- Dimensiones del enlatado.
- La cantidad de enlatados que alcanzara por minuto para el proceso de agotado.
- Velocidad de la banda transportadora.

2.6.2. Propuesta

Diseño, construcción e implementación de un exhausting para la planta de procesamiento de productos alimenticios, de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi (CEYPSA).

2.6.3. Presentación

Los investigadores ponen en consideración esta información teórica la misma que servirá como fuente de consulta, guía técnica para que los estudiantes de Ingeniería electromecánica y Eléctrica aumente el nivel de conocimientos en dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos.

2.6.4. Factibilidad

El proyecto propuesto por los investigadores es realizable debido a que en nuestro entorno existen los debidos materiales de consulta asi como también los elementos, dispositivos y accesorios que son requeridos para la construcción de la máquina.

2.6.5. Objetivos específicos

- Realizar una investigación documental de la teoría, bases técnicas a ser utilizado, elementos industriales existentes dentro del mercado para asegurar la demanda de estos equipos y de esta forma abaratar costos, reducir gastos innecesarios y evitar construcciones ineficaces.
- Analizar e interpretar la información recopilada por medio del protocolo de pruebas y determinar algunas aplicaciones que se le pueda dar a este equipo y los elementos que lo conforman.
- Diseñar y construir un exhausting para la planta de procesamiento de productos alimenticios, mismo que cubrirá las necesidades de los estudiantes y que será aplicado en prácticas pre profesional.

2.7. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO A CONSTRUIRSE

La construcción del túnel de Exhausting es en acero inoxidable, bajo norma AISI 304L (Ver **ANEXOS A**, Tabla A.A. “Características técnicas del acero inoxidable”). El material para la construcción fue seleccionado de acuerdo a los parámetros de diseño y al ambiente de trabajo en donde va a desenvolver su función, por ser un material apto para trabajar en el área alimenticia, es de fácil limpieza y resistente a la corrosión.

El equipo es utilizado en la industria alimentaria, para la esterilización y el agotado de productos alimenticios enlatados antes de su cerrado hermético. La máquina trabajara utilizando como medio calefactor, el empleo de vapor saturado obtenido de una caldera de vapor externa, el vapor será inyectado directamente a la cámara de agotado y así aprovechar su beneficio.

La cámara de vapor es de forma rectangular con dos tapas empernadas en sus extremos, y dos tapas móviles de tipo torisféricas en su parte superior, permitiendo abrir y cerrar la cámara de vapor, el material empleado en el cuerpo, tapas y bastidor está construido en acero inoxidable, el túnel descansará sobre una base de tubería cuadrada de acero inoxidable de 1.5mm de espesor, por lo que no es necesario el cálculo de la misma, ya que, el túnel no es muy pesado aun conteniendo los envases en el proceso de agotado.

La máquina está constituida de un sistema de transportación conformado de un motorreductor, un variador de velocidad electrónico y una banda transportadora, que permite el envío de los envases por el interior del túnel, posee un sistema de dispersión de vapor que consta de dos flautas dispersoras de vapor en el interior del túnel, teniendo tuberías para la entrada de vapor saturado el mismo que constara de una válvula solenoide y una válvula reguladora de presión para regular la presión del sistema primario; la válvula solenoide está controlada por medio de un control de temperatura digital on-off el cual abre o cierra la válvula permitiendo el paso del vapor al sistema cuando la temperatura del túnel

disminuya o sobrepase de los parámetros programados en el control de temperatura, en el tablero eléctrico se encuentran los dispositivos de control para la activación del equipo.

2.7.1. Características de los Elementos a ser Transportados

Tabla 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS A TRANSPORTAR

DENOMINACIÓN	TIPO		SERVICIOS	
	A	B		
Material	Hojalata Tipo K	Hojalata Tipo K	Frutas Vegetales Caracol Mermeladas etc.	
Forma	Cilíndrica	Cilíndrica		
Dimensiones	Radio (r)	0.1 [m]		0.066 [m]
	Altura (h)	0.12 [m]		0.12 [m]
Densidad	2700 [Kg/m ³]	2700 [Kg/m ³]		
Masa carga (m _q)	0.82 [kg]	0.25 [Kg]		
Peso unitario (W _q)	8.03 [N]	2.45 [N]		

Realizado por: Grupo investigativo

Fuente: Instituto de materiales y procesos termomecánicos E. Zumelzu; documento pdf.

En la Tala 2.1 se muestra las dimensiones que tienen los envases enlatados a ser transportados.

Para dimensionar el Túnel de Exhausting se debe tener en cuenta los parámetros técnicos y humanos, ya que estos están relacionados con el espacio físico donde va a ser instalado el equipo, es importante considerar los diferentes tamaños de enlatados existentes en el mercado, estos datos permiten dimensionar la máquina.

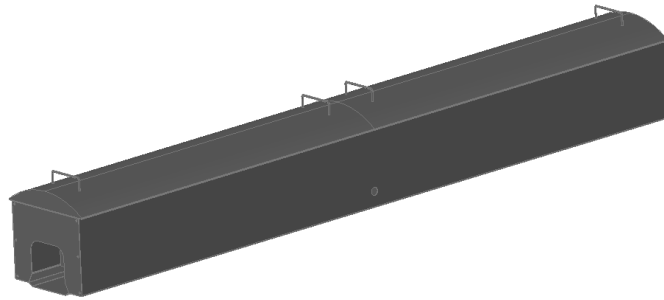
2.8. DISEÑO DE LA MÁQUINA Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS

El diseño de ingeniería se puede definir como “El proceso de aplicar diversas técnicas y los principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficientes detalles para permitir su realización”

2.8.1. Diseño de la Cámara de Agotado

La cámara de agotado, como se muestra en la Figura 2.3, es la parte principal de la máquina, donde circula el vapor a temperaturas que van desde los 35 y 80 °C, para poder realizar el proceso de agotado de los alimentos enlatados.

Figura 2.3. DISEÑO DE LA CÁMARA DE AGOTADO



Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

Para realizar el diseño de la cámara de agotado, se tomo en cuenta los parámetros técnicos de trabajo descritos anteriormente, la misma que proporcionara suficiente espacio y estabilidad del producto, permitiendo de mejor manera la colocación adecuada de los envases enlatados en la banda transportadora. Las dimensiones de los elementos construidos que conforman la cámara de agotado se muestran en los “planos mecánicos” que se especifica en el **ANEXO F**.

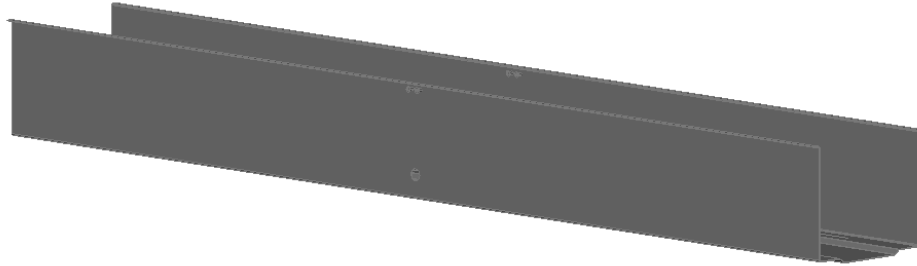
La cámara de agotado consta de las siguientes partes, las mismas que se encuentran detalladas a continuación:

2.8.1.1. Base de la Cámara

El diseño de la Base de la Cámara, que se muestra en la Figura 2.4, se realizó de acuerdo a las dimensiones de los envases (Ver Tabla 2.1). La base tiene las medidas exactas que permite el ensamblaje adecuado de la banda transportadora, conjuntamente existen dos perforaciones de $\varnothing \frac{3}{4}$ ” permitiendo el ingreso de la tubería de vapor hacia el interior de la cámara, y cuatro perforaciones de $\varnothing \frac{1}{4}$ ” que permita sujetar en el interior un soporte en la parte intermedia de la base por medio de pernos de $\frac{1}{4}$ ” de acero inoxidable ANSI, La cámara de agotado tiene 6

perforaciones de $\varnothing \frac{5}{16}$ " en parte inferior en los dos partes laterales, que será empernada respectivamente al bastidor.

Figura 2.4. BASE DE LA CÁMARA



Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

En el interior de la base existen 4 soportes soldados, que permitir el montaje de las flautas dispersora de vapor, el diseño de los soportes se muestra en la Figura 2.5.

Figura 2.5. SOPORTE DE LAS FLAUTAS DE VAPOR

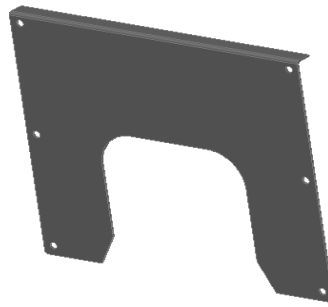


Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

2.8.1.2. Tapas Frontales

En la Figura 2.6., se observa el diseño de las tapas anterior y posterior, en las que se realizó 6 perforaciones avellanadas de $\varnothing \frac{1}{4}$ ", las tapas serán ubicadas en la entrada y salida de la cámara, correctamente empernadas con pernos avellanados Allen de $\varnothing \frac{1}{4}$ " \times $\frac{1}{2}$ ", en los soportes que se encuentran soldados a la base permitiendo de esta manera montar y desmontar las piezas con facilidad.

Figura 2.6. TAPAS FRONTALES



Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

El diseño de los soportes de las tapas se muestra en la Figura 2.7.

Figura 2.7. SOPORTES DE TAPAS FRONTALES

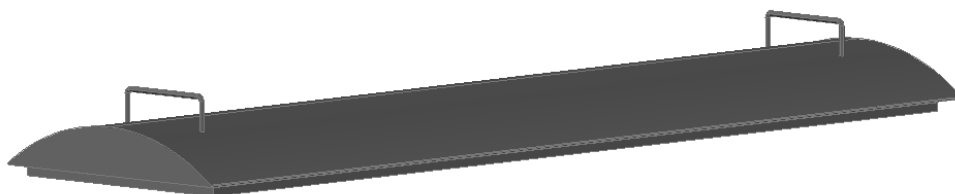


Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

2.8.1.3. Tapas Superiores de la Cámara de Agotado

El diseño de las dos tapas superiores de la cámara son de forma torisférica, muy fáciles de desmontarlos y diseñados con el propósito de realizar la debida limpieza en el interior de cámara. En la parte superior de las tapas se encuentran soldadas 4 manijas que permiten con facilidad el montaje y desmontaje de las mismas, y están construidas de barrilla de acero inoxidable liza de $\varnothing \frac{1}{4}$ ". Como se muestra en la Figura 2.8.

Figura 2.8. TAPAS SUPERIORES



Realizado por: Grupo investigativo

Fuente: propia

2.8.1.3.1. Selección de Materiales para la Cámara de Agotado

Para la selección de materiales se tomó en cuenta el ambiente de trabajo de la máquina, además las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales utilizados en la construcción de la máquina, y los datos técnicos se muestran en el ANEXO A “Catalogo de materiales”. En la Tabla 2.2., se muestra un resumen de los materiales asignados para la construcción de los diferentes componentes de la cámara de agotado.

Tabla 2.2. SELECCIÓN DE MATERIALES PARA LA CÁMARA DE AGOTADO

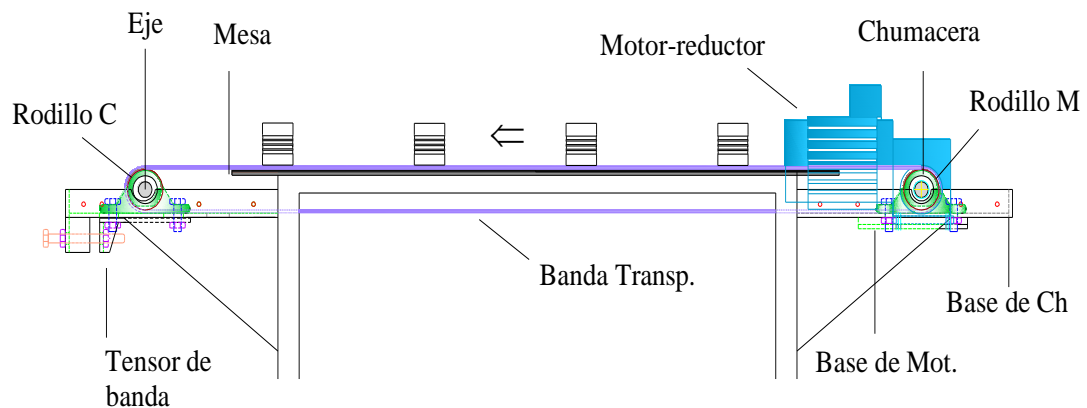
Componente	Cant.	Material	Tipo	Espesor
Cámara de agotado	2	Planchas Inox.	AISI 304L	1.5 mm
SopORTE de flautas	1	Platina	A - 36	4 mm
Manijas	1	Varilla Inox.	AISI 304L	Ø ¼ “

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

2.8.2. Diseño del Transportador de Enlatados

En el ANEXO F se detallan los planos mecánicos de diseño del sistema de transportación de enlatados, como se muestra en la Figura 2.9., posee una banda transportadora la cual mueve los envases enlatados desde una posición inicial, hasta una posición final, la banda es movida por un motorreductor el mismo que es accionado mediante un selector manual que se encuentra en el tablero de control.

Figura 2.9. DIAGRAMA DEL TRANSPORTADOR DE ENLATADOS



Realizado por: Grupo investigati vo
Fuente: propia

2.8.2.1. *Calculo para la Banda Transportadora*

Existen varios parámetros que se debe tomar en cuenta para la selección de la banda transportadora: el tipo de carga que se transportará, el tipo de rodillos que se utilizaran, y también si se desliza sobre mesa de arrastre. En nuestro caso la banda transportadora se deslizará sobre una lámina metálica de acero inoxidable.

Para determinar las dimensiones de la banda, el ancho de la banda estará dado por el diámetro de los envases enlatados en este caso el de diámetro más grande, y por el ancho de los rodillos. Siendo el tercero el más importante. Es por esto que el factor determinante es el ancho de los rodillos. Ahora con respecto al ancho de los rodillos, el ancho de las bandas debe cubrir un 95% de estos. Esto garantiza que no existan complicaciones en el caso de desplazamientos laterales de la banda con respecto a los rodillos.

Las ecuaciones y recomendaciones que se utilizan a continuación, son tomadas del “Diseño de Bandas transportadoras” KAUMAN S.A.

Para desarrollar el cálculo del sistema de transportación se toma en cuenta las condiciones de trabajo a las que debe estar sometido el sistema, las mismas que

tendrán las siguientes características de funcionamiento, como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSPORTADOR

Características	Designación	Valor
Longitud entre centros de los rodillos	L	2.715 [m]
Promedio de transportación	q/minuto	12 unidades /minuto
Número de objetos Transp./h	q/h	720 unidades/hora
Tiempo para recorrer la longitud “L”	t	14 segundos

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

Establecido los diferentes parámetros de trabajo y las características de los elementos a ser transportados se desarrolla el siguiente análisis. Utilizando la ecuación (Ec. 1) se calcula la capacidad del transportador, remplazando valores se consigue:

$$Q_t = m_q \times \# \text{ de objetos transportados en una hora} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

Q_t = Capacidad de transportación [Tn/h]

m_q = Masa de la carga unitaria [Kg]

Numero de objetos transportados en una hora = 720 (Ver Tabla 3.3)

$$Q_t = 0,82 \times 720$$

$$Q_t = 590,4 \text{ [Kg/h]}$$

$$Q_t = 0,5904 \text{ [Tn/h]}$$

A continuación para determinar la velocidad de transportación se calcula aplicando la ecuación (Ec. 2), aplicando valores se obtiene:

$$V_t = \frac{L}{t} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

V_t = Velocidad de transportación [m/s]

L = Espacio entre centros de los rodillos [m]

t = Tiempo que tardara en recorrer la carga la distancia [L]

$$V_t = \frac{2,715}{14}$$

$$V_t = 0.19 \text{ [m/s]}$$

La tensión o fuerza total efectiva (T_E), se define como la fuerza total transmitida por el motor cuando la banda se mueve en torno al tambor de accionamiento (rodillo motriz), y esta tensión se determinada mediante la ecuación (Ec. 3).

$$T_E = T_x + T_y \pm T_z \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

T_E = Tensión efectiva [N]

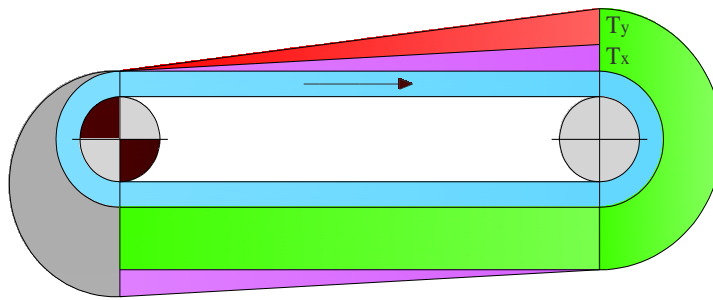
T_x = Tensión necesaria para mover la banda vacía [N]

T_y = Tensión necesaria para mover la banda cargada [N]

T_z = Tensión necesaria para elevar la carga [N]

Como nuestro diseño es para una banda transportadora horizontal el cálculo de la tensión (T_E) se realiza considerando dos componentes, como se muestra en la Figura 2.10.

**Figura 2.10. REPRESENTACIÓN DE TENSIONES PARA BANDAS
TRANSPORTADORAS HORIZONTALES**



T_x = Tensión necesaria para mover la banda vacía

T_y = Tensión necesaria para mover la banda cargada

Fuente: KAUMAN S.A., "Diseño de bandas Transportadoras"

Así tenemos que la tensión necesaria para mover la banda vacía (T_x) se obtiene utilizando la ecuación (Ec. 4).

$$T_x = \mu \times L_c \times W_m \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

T_x = Tensión necesaria para mover la banda vacía [N]

μ = Coeficiente fricción entre la banda y el rodillo deslizante

L_c = Valor ajustado de la distancia entre centros del transportador [m]

W_m = Peso de las piezas en movimiento (rodillos, banda, etc.)

El valor de (μ) se lo obtiene con la condición húmeda entre banda y rodillo. Ver ANEXO B (Tabla B.A) entonces se tiene:

$$\mu = 0,15$$

El valor de L_c se ha determinado con la siguiente condición.

$$L_c = L \text{ para } L \leq 250 \text{ ft.}$$

$$L_c = 2,715 \text{ [m]}$$

Para el valor de W_m se consideran los pesos de las piezas móviles (rodillos, banda, etc.).

$$W_m = 6,4 \text{ Kg/m}$$

Reemplazando valores tenemos que:

$$\begin{aligned} T_x &= 0,15 \times 2,715 \times 6,4 \\ T_x &= 2,61 \text{ [Kg]} \times \frac{9,8 \text{ [N]}}{1 \text{ [Kg]}} \\ T_x &= 25,58 \text{ [N]} \end{aligned}$$

La tensión necesaria para mover la carga en sentido horizontal (T_y) se calcula empleando la ecuación (Ec. 5).

$$T_y = \mu \times L_c \times Q \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

T_y = Tensión necesaria para mover la banda cargada [N]

Q = Razón de la carga [Kg/m]

μ = Coeficiente de fricción entre la banda y el rodillo deslizante

Para el coeficiente de fricción entre la banda y los rodillos se usa un valor: $\mu = 0.15$. Ver **ANEXO B** (Tabla B.A).

La razón de carga está determinada por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{33,3 \times Q_t}{V_t} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

Q_t = Capacidad de transportación [Tn/h]

V_t = Velocidad de transportación de la banda [m/s]

Reemplazando valores en la ecuación tenemos:

$$Q = \frac{33,3 \times 0,5904}{0,19}$$

$$Q_t = 103,47 \text{ [Kg/m]}$$

Reemplazando los valores en la ecuación de (T_y):

$$T_y = 0,15 \times 2,715 \times 103,47$$

$$T_y = 42,18 \text{ [Kg]} \times \frac{9,8 \text{ [N]}}{1 \text{ [Kg]}}$$

$$T_y = 413,36 \text{ [N]}$$

Como el transportador es horizontal la componente $T_z = 0$, entonces la tensión efectiva (T_E) se obtiene reemplazando los valores de (Ec. 4), y (Ec. 5) en la ecuación (Ec. 3), entonces se obtiene:

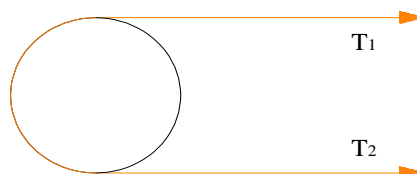
$$T_y = 25,58 + 413,36$$

$$T_y = 438,94 \text{ [N]}$$

La tensión efectiva (T_E) no es la tensión que se ejerce sobre la banda. En sistemas de transmisión por fricción (transportadores, elevadores, bandas planas de transmisión y correas en V) hay que considerar una tensión adicional para evitar el patinamiento en la polea de accionamiento.

En la Figura 2.11., puede verse un diagrama esquemático donde muestra la tensión adicional y que es considerada como las tensiones en el lado flojo (T_2) y lado tenso (T_1).

Figura 2.11. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LAS TENSIONES T_1 Y T_2



Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: SHIGLEY J. y MISCHKE C. "Diseño e ingeniería mecánica"

Entonces estas tensiones se determinan con las siguientes ecuaciones (Ec. 7), (Ec. 8).

$$T_2 = K \times T_E \quad (\text{Ec. 7})$$

$$T_1 = e^{\mu\theta} \times T_2 \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

K = Factor de transmisión basando en el coeficiente de fricción y arco de contacto.

T_E = Tensión efectiva [N]

$e^{\mu\theta}$ = Factor basado entre el ángulo de contacto y coeficiente de fricción ente el rodillo y la banda.

T_1 = Tensión en el lado tenso [N]

Los valores de K , $e^{\mu\theta}$ se los obtiene de las tablas y son:

$K = 3,20$ Ver **ANEXO B** (Tabla B.C)

$e^{\mu\theta} = 1.60$ Ver **ANEXO B** (Tabla B.B)

Remplazando valores en la ecuación (Ec. 7) tenemos:

$$T_2 = 3,20 + 438,94$$

$$T_2 = 1404,60 \text{ [N]}$$

Entonces remplazando (T_2) en la ecuación (Ec. 8) se obtiene:

$$T_1 = 1,60 \times 1404,60$$

$$T_1 = 2247,36 \text{ [N]}$$

Para establecer el torque (T) y la potencia (P) que se necesita el rodillo motriz para mover la banda transportadora se puede obtener aplicando las ecuaciones (Ec. 9), (Ec. 10) y (Ec. 11), reemplazando valores se obtiene:

$$T_{\text{orque}} = (T_1 - T_2) \times R_r \quad (\text{Ec. 9})$$

$$n = \frac{V_t \times 60}{\pi \times D_r} \quad (\text{Ec. 10})$$

$$P_{\text{Watt}} = \frac{n \times T_{\text{orque}}}{9549} \times 1000 \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:

T_{orque} = Torque [N.m]

R_r = Radio del rodillo [m]

n = Velocidad de rodillo [r.p.m]

V_t = Velocidad de transportación [m/s]

π = 3,1416 (adimensional)

D_r = Diámetro del rodillo [m]

P = Potencia requerida por el transportador [Watts]

Por lo tanto reemplazando valores en las ecuaciones se obtiene:

$$T_{\text{orque}} = (2247,36 - 1404,60) \times 0,0291$$

$$T_{\text{orque}} = (2247,36 - 1404,60) \times 0,0291$$

$$T_{\text{orque}} = 24,52 \text{ [N.m]}$$

$$n = \frac{0,19 \times 60}{\pi \times 0,0582}$$

$$n = (0,19 \times 60) / (\pi \times 0,0582)$$

$$n = 62 \text{ [r.p.m]}$$

$$P_{\text{Watt}} = \frac{62 \times 24,52}{9549} \times 1000$$

$$P_{\text{Watt}} = 159,20 \text{ [W]} \times \frac{1 \text{ hp}}{749 \text{ [W]}}$$

$$P_{\text{Watt}} = 0,22 \text{ [hp]}$$

Obtener un motor de estas características resultaría mas caro que comprar un motorreductor de 0.5 HP. Una vez obtenida la potencia necesaria para mover la banda principal se elige un motor-reductor, el mismo que para desarrollar el trabajo propuesto debe poseer características similares a las calculadas. En el mercado nacional se adquirió un motor-reductor como se muestra en la Figura 2.12., con las características que se indicada en la Tabla 2.4.

Figura 2.12. MOTORREDUCTOR SELECCIONADO



Realizado por: Grupo Investigador
Fuente: propia

Tabla 2.4. CARACTERÍSTICAS DEL MOTORREDUCTOR SELECCIONADO

Marca	Potencia (Hp)	Velocidad de salida (RPM)	Voltaje (V)	Intensidad (A)
ABB	0.5	67	220	1,94

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Placa de características

Para obtener el ángulo de contacto entre el rodillo y la banda se utiliza las ecuaciones (Ec. 12) y (Ec. 13).

$$\theta_d = \pi - 2 \text{Sen}^{-1} \times \frac{D_r - d_r}{2L} \quad (\text{Ec. 12})$$

$$\theta_D = \pi + 2\text{Sen}^{-1} \times \frac{D_r - d_r}{2L} \quad (\text{Ec. 13})$$

Donde:

θ_d = Ángulo de contacto en el rodillo arrastrado y la banda

θ_D = Ángulo de contacto en el rodillo motriz y la banda

d_r = Diámetro rodillo arrastrado (o conducido)

D_r = Diámetro del rodillo motriz

L = Distancia entre centros de los rodillos

Substituyendo valores se establece:

$$\theta_d = \pi - 2\text{Sen}^{-1} \times \frac{(0,0582 - 0,0582)}{2(2,715)}$$

$$\theta_d = \pi \Rightarrow 180^\circ$$

$$\theta_D = \pi + 2\text{Sen}^{-1} \times \frac{(0,0582 - 0,0582)}{2(2,715)}$$

$$\theta_D = \pi \Rightarrow 180^\circ$$

La longitud de la banda principal viene determinada por la ecuación (Ec. 14).

$$L_b = 2L + \frac{\pi}{2} \times (D_r + d_r) + \frac{D_r - d_r}{4L} \quad (\text{Ec. 14})$$

Dónde:

L_b = Longitud de la banda [m]

L = Distancia entre centros de los rodillos [m]

D_r = Diámetro del rodillo motriz [m]

d_r = Diámetro del rodillo arrastrado [m]

Remplazando valores se deduce:

$$L_b = 2(2,715) + \frac{\pi}{2} \times (0,0582 + 0,0582) + \frac{0,0582 - 0,0582}{4(2,715)}$$

$$L_b = 5,63 \text{ [m]}$$

2.8.2.2. Características de la banda transportadora

Debido a las condiciones de servicio de la banda, y al ambiente en que se va a desenvolverse, la banda escogida es de uso industrial que existe en el medio local y es de un material textil sintético antideslizante, para operación deslizante directamente sobre lamina metálica. En la Tabla 2.5 se puede apreciar un resumen de las características de la banda. Ver **ANEXO B** (Tabla B.D).

Tabla 2.5. CARACTERÍSTICAS DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Material de la banda	TPU (Poliuretano termoplástico)
Color Lado de transporte	Blanco (Suave)
Color Capa de tracción	Blanco (Tejido)
Color Lado de polea	Blanco (Tejido impregnado)
Espesor de la banda [mm]	1,2 [mm]
Peso	0.4 [Kg/m]
Mesa de apoyo	Si
Fuerza de tracción admisible por unidad de ancho	18 [N/mm]
Numero de Capaz	3
Segmento industrial	Apto para uso alimenticio sin empaquetar/abierto

Realizado por: Grupo investigativo

Fuente: HABASIT, "Ficha de datos de Bandas transportadora y de procesamiento de TPU"

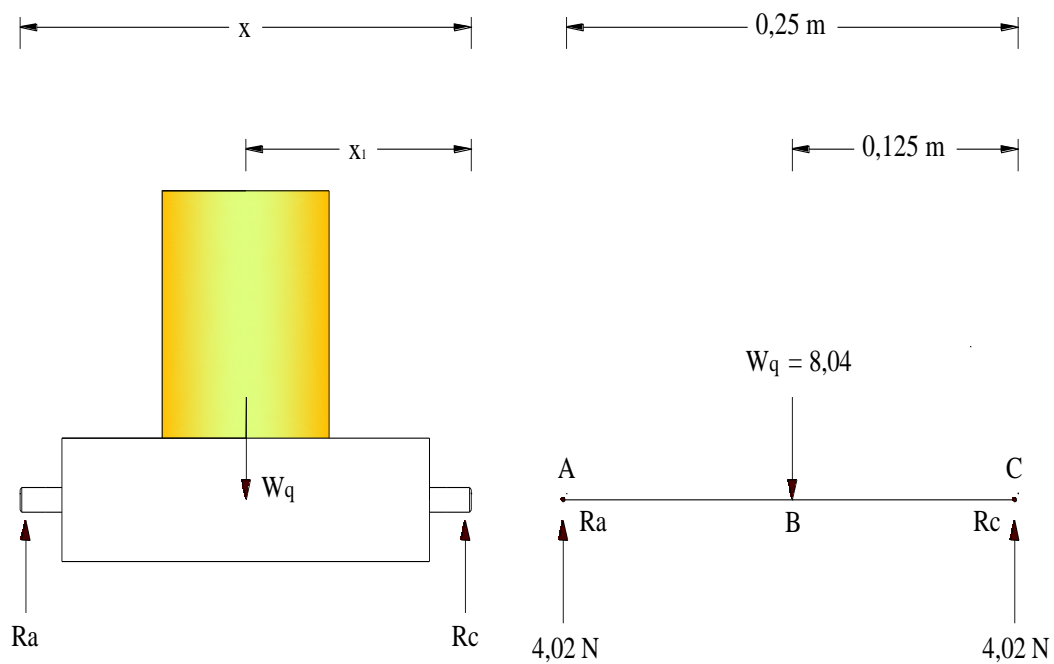
2.8.2.3. Cálculo de los Rodillos

2.8.2.3.1. Análisis Mecánico

El diseño mecánico de los rodillos permite establecer y analizar varios factores como: las reacciones en sus extremos, fuerzas cortantes, momentos flectores y momentos torsionantes, los cuales se obtienen mediante un análisis predeterminado el cual nos permite dimensionar y elegir el tipo de rodamiento donde se asentará el rodillo motriz y conducido de la banda transportadora.

Para realizar un análisis mecánico de las reacciones en los rodillos se aplican condiciones de equilibrio, considerando que el peso de la carga unitaria es 8,03 (N) por lo que en los extremos existen reacciones que soportan 4,015 (N), cada uno como se puede apreciar en el diagrama de cuerpo libre de la Figura 2.13.

Figura 2.13. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA EL ANÁLISIS MECÁNICO DEL RODILLO



Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Propia

Aplicando condiciones de equilibrio de los cuerpos, se obtiene las reacciones tanto en el punto A como en el punto C.

$$\Sigma F_Y = 0$$

$$R_a - W_q + R_c = 0$$

$$R_a - 8,04 \text{ [N]} + R_c = 0$$

$$R_a = 8,04 \text{ [N]} - R_c$$

Si se tiene un rodillo con una longitud de 0,25 [m]

$$\Sigma M_a = 0$$

$$R_c (x) - W_q (x - x_1) = 0$$

$$R_c (0,25) \text{ [m]} - 8,04 \text{ [N]} * (0,25 - 0,125) \text{ [m]} = 0$$

$$R_c = \frac{8,04 \text{ [N]} * (0,125) \text{ [m]}}{(0,25) \text{ [m]}}$$

$$R_c = 4,02 \text{ [N]}$$

Remplazando R_c en R_a

$$R_a = 8,04 \text{ [N]} - 4,02 \text{ [N]}$$

$$R_a = 4,02 \text{ [N]}$$

Con el valor de las reacciones calculamos las fuerzas cortantes y momentos flectores en la superficie del rodillo.

Tramo AB

$$V_{AB} = 4,02 \text{ [N]} \text{ (fuerza cortante en el tramo (AB))}$$

$$M_{AB} = 4,02 \text{ [N]} \times 0,125 \text{ [m]}$$

$$M_{AB} = 0,503 \text{ [N.m]} \text{ (Momento flector en el tramo (AB))}$$

$$M_{AB} = 0,051 \text{ [kg.m]} \text{ (Momento flector en el tramo (BC))}$$

Tramo BC

$$V_{AB} = 4,02 \text{ [N]} - 8,04 \text{ [N]}$$

$$V_{AB} = -4,02 \text{ [N]} \text{ (Fuerza cortante en este tramo BC)}$$

$$M_{BC} = 4,02 (x) - 8,04 (x - 0,125) \text{ [N.m]} \text{ (Momento flector en este tramo)}$$

Reemplazando x por la distancia de 0,25 [m]

$$M_{BC} = 4,02 (0,25) \text{ [N.m]} - 8,04 * (0,25 - 0,125) \text{ [N.m]}$$

$$M_{BC} = 1,01 - 1,01 \text{ [N.m]}$$

$$M_{BC} = 0$$

Si se reemplaza x por la distancia de 0,1284 [m]

$$M_{BC} = 4,02 (0,125) \text{ [N.m]} - 8,04 * (0,125 - 0,125) \text{ [N.m]}$$

$$M_{BC} = 0,503 \text{ [N.m]} \text{ (Momento flector en el tramo BC)}$$

$$M_{BC} = 0,051 \text{ [kg.m]} \text{ (Momento flector en el tramo BC)}$$

Considerando que el motor-reductor seleccionado tiene una potencia y velocidad de salida se procede a determinar el momento torsionante (M_T) en el rodillo motriz, el mismo que se puede expresar mediante la ecuación (**Ec. 15**).

$$M_T = \frac{P}{\omega_R} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

M_T = Momento Torsionante en [N.m]

P = Potencia en [Watts]

ω_R = Velocidad angular del rodillo [rad/s]

Datos del motor-reductor:

Velocidad de salida del motorreductor seleccionado (n_1) = 67 [rpm]

Potencia del motorreductor seleccionado = 372,5 (Watts)

$$67 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \cdot \text{rad}}{1 \text{rev}} + \frac{1 \text{min}}{60 \text{s}} = 7 \text{ [rad/s]}$$

Aplicando valores en (Ec. 17) se obtiene:

$$M_T = \frac{372,5 \text{ [W]}}{7 \text{ [rad/s]}}$$

$$M_T = 53,21 \text{ [N.m]}$$

$$M_T = 5,43 \text{ [kg.m]}$$

Al analizar las cargas se procede a calcular el diámetro del eje del rodillo considerando que se requiere un factor de seguridad de 5, y el material para la construcción es acero A-36 cuya resistencia a la fluencia es 36 [Ksi] = 25310930 [Kg/m²], aplicando la ecuación [Ec. 16] se obtiene:

$$d^3 = \frac{16 \times 2n_s}{\pi \times S_y} \times \sqrt{M_{BC}^2 + M_T^2} \quad (\text{Ec. 16})$$

Donde:

$$S_y = \text{Resistencia de fluencia } 36 \text{ [Ksi]} = 25310930 \text{ [Kg/m}^2\text{]}$$

(Dato extraído desde SHIGLEY J. “Diseño en ingeniería mecánica”)

$$n_s = 5 \text{ (Factor del seguridad)}$$

$$d = \text{Diámetro del eje del rodillo en [m]}$$

$$M_{AB} = M_{BC} = \text{Momento flector [Kg.m]}$$

$$M_T = \text{Momento Torsionante en [Kg.m]}$$

Substituyendo valores se obtiene:

$$d^3 = \frac{16 \times 2(5)}{3,1416 \times 25310930 \text{ [Kg/m}^2\text{]}} \times \sqrt{0,051^2 + 5,43^2}$$

$$d = 0,022 \text{ [m]}$$

$$d = 22 \text{ [mm]} \Rightarrow \text{Aprox. } d = 25.2 \text{ [mm]}$$

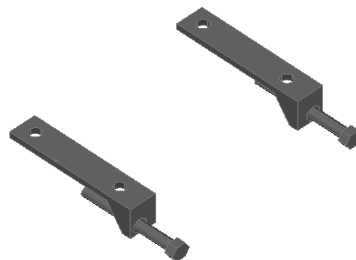
Dado que las reacciones (R_a y R_b) actuantes y tomando como base el diámetro del eje de los rodillos, se analizan el **ANEXO C** (Tabla C.A) y (Tabla C.B), por lo que se elige chumacera NTN con designación UCP205-100D1 y rodamiento número UC205-100D1 para un eje de 25.2 mm de diámetro con una capacidad de carga estática de 7.9 (KN), este modelo es conveniente para el propósito que se persigue en este diseño por su costo y funcionalidad.

2.8.2.4. Diseño del sistema tensor

El diseño del sistema tensor como se muestra en la Figura 2.14., en el transportador sirve como un dispositivo para variar y estabilizar la tensión de la banda transportadora, que consta de una varilla roscada de acero ASTM A 325 con un $\varnothing \frac{1}{2}$ " y de un acoplamiento formada de una platina de acero ASTM A 36 de $1 \frac{1}{2}$ ", $e = \frac{1}{4}$ ", Ver **ANEXO A** (Tabla A.D), a estos acoples se empernarán las chumaceras con pernos hexagonales, para que permite el deslizamiento de las chumaceras mediante el ajuste de dos contratueras.

Las chumaceras son de tipo arrastre que se fijan a la estructura que está formada por ángulos de acero A-36.

Figura 2.14. SISTEMA TENSOR

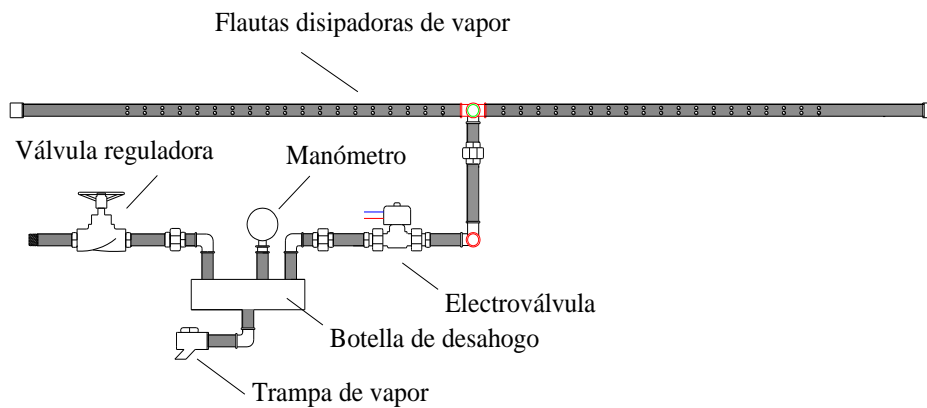


Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

2.8.3. Diseño del Sistema de Calefacción

El diseño del sistema de calefacción como se muestra en la Figura 2.15., permite la distribución de vapor hacia el interior de máquina, está construido en tubería de célula 40 ASTM A 53 de $\varnothing 3/4"$, Ver ANEXO A (Tabla A.C). Además el sistema consta de algunos componentes que serán detallados de mejor manera en el ANEXOS F “planos mecánicos”.

Figura 2.15. DISEÑO DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN



Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

2.8.3.1. *Flautas Disipadoras de Vapor*

Las flautas están colocadas en el interior de la base del túnel sobre unos soportes (ver **Figura 2.5.**), y su función principal es esparcir el vapor en el interior de la cámara por medio de varias perforaciones de $\varnothing 3/32"$, una vez conocido su objetivo el diseño de las flautas disipadoras se puede apreciar en la Figura 2.16.

Figura 2.16. FLAUTAS DISIPADORAS DE VAPOR



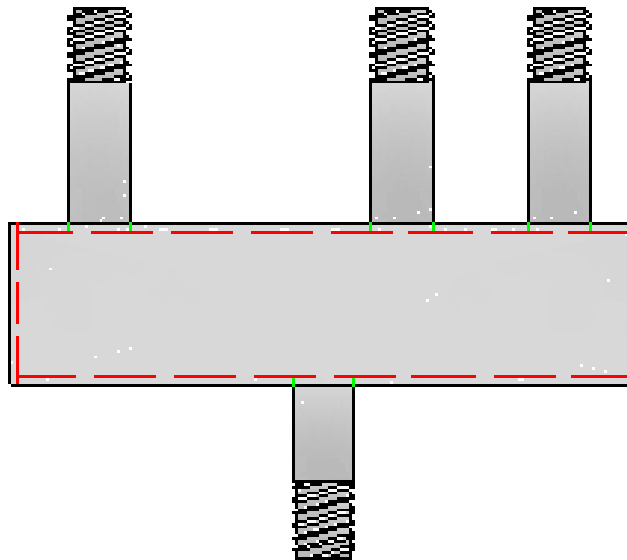
Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

2.8.3.2. *Botella de Desahogo*

El diseño de la botella de desahogo como se muestra en la Figura 2.17., tiene como objetivo distribuir vapor y acumular el condensado, para luego expulsar automáticamente por medio de una trampa de vapor, permitiendo de esta manera mejorar la calidad de vapor que será utilizado en los procesos.

El cilindro principal tiene un \varnothing 2" y tuberías (Nipples) de salidas de un \varnothing 3/4" que estarán soldadas al cilindro.

Figura 2.17. DISEÑO DE LA BOTELLA DE DESAHOGO



Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

2.8.3.3. Selección de Materiales

La selección de materiales se lo realizo de acuerdo al trabajo en el que serán utilizados y fueron seleccionados mediante catálogos, en la Tabla 2.6., se puede apreciar las características y especificaciones de los elementos utilizados en el sistema de calefacción que será mediante el uso de vapor saturado.

Tabla 2.6. ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN

	<p align="center">Tapón con rosca interna</p> <p>Material: Acero forjado ASME Ubicación: Tapón para limitar el alcance del vapor dentro del tubo hueco. Dimensiones: $\text{Ø} \frac{3}{4}'' \times 1''$</p>
	<p align="center">TEE con rosca interna</p> <p>Material: Acero forjado ASME Ubicación: Para derivación de tres tuberías Dimensiones: $\text{Ø} \frac{3}{4}''$</p>
	<p align="center">Codo 90° con rosca interna</p> <p>Material: Acero forjado ASME Ubicación: Para derivación de tuberías a 90° Dimensiones: $\text{Ø} \frac{3}{4}''$</p>
	<p align="center">Tuerca unión H H</p> <p>Material: Acero forjado ASME Ubicación: Para conexión de dos tuberías. Dimensiones: $\text{Ø} \frac{3}{4}''$</p>
	<p align="center">Reducción concéntrica con rosca interna</p> <p>Material: Acero forjado ASME Ubicación: En la botella de desahogo Dimensiones: $\text{Ø} > \frac{3}{4}''$ y $\text{Ø} < \frac{1}{2}''$</p>
	<p align="center">Tapón cabeza cuadrada</p> <p>Material: Acero forjado ASME Ubicación: En un extremo de la derivación de la tubería. Dimensiones: $\text{Ø} \frac{3}{4}''$</p>
	<p align="center">Bussing con rosca externa e interna</p> <p>Material: Acero Forjado ASME Ubicación: En la parte superior de la reducción para el acoplamiento del manómetro. Dimensiones: Ø externo $\frac{1}{2}''$ y Ø interno $\frac{1}{4}''$</p>
	<p align="center">Nipple roscado por un extremo</p> <p>Material: Célula 40 ASTM A 53 GR B Recubrimiento: Negro Ubicación: Soldados en la botella de desahogo Dimensiones: $\text{Ø} \frac{3}{4}''$ Presión de prueba: 39 Kg/cm²</p>

Realizado por: Grupo investigador
Fuente: TUBASOL, Catálogo de Accesorios para vapor
Tabla 2.6. ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN

	<p style="text-align: center;">Nipple con rosca en ambos extremos</p> <p>Material: Célula 40 ASTM A 53 GR B Recubrimiento: Negro Ubicación: Nipple de diferentes medidas en todo la red de vapor. Dimensiones: Ø ¾” Presión de prueba: 39 Kg/cm²</p>
	<p style="text-align: center;">Válvula reguladora de presión</p> <p>Material: Hierro fundido ANSI 125/250 y acero al carbono. Ubicación: Acoplada al ingreso del sistema de vapor, para obstaculizar, total o parcialmente el ingreso del vapor. Dimensiones: ingreso y salida con un Ø ¾” Rangos de presión: 150-20 PSI</p>
	<p style="text-align: center;">Electroválvula</p> <p>Marca: UNI-D Material: Acero - Bronce Dimensiones: Ø ¾” de entrada y salida Voltaje: 110V Presión: 150 PSI</p>
	<p style="text-align: center;">Trampa de vapor termostática</p> <p>Marca: SPIRAX SARCO Material: Acero inoxidable ASTM A 743 Gr. CA 40F Ubicación: En la parte inferior de la botella de desahogo Dimensiones: Ø ¾” Rango de presión: 0-150 PSI</p>
	<p style="text-align: center;">Manómetro</p> <p>Marca: GENEBRE Material: Acero inoxidable Ubicación: En la parte superior del bussing. Caratula: 3” Vástago adaptador: Ø ¼” Escala de graduación: 0-150 PSI</p>

Realizado por: Grupo investigador
Fuente: Catalogo de Accesorios para vapor

2.8.4. Diseño de la Estructura

El bastidor metálico es una parte vital de la maquina puesto que esta sirve para alojar los diferentes elementos y dispositivos que intervienen en la construcción de la máquina.

Para elegir el tipo y las características del material utilizado en el bastidor se tomó en cuenta aspectos relacionados con: peso, tamaño y forma de los elementos que van a incorporarse al cuerpo metálico de la máquina.

Los perfiles utilizados en la máquina corresponden a los soportes que dan la rigidez a la estructura metálica, por esta razón se decidió utilizar para este fin tubo estructural cuadrado de acero AISI 304 de 2" x 1/16". Ver **ANEXO A** (Tabla A.E), ya que este material es resistente y soporta perfectamente los esfuerzos y pesos requeridos.

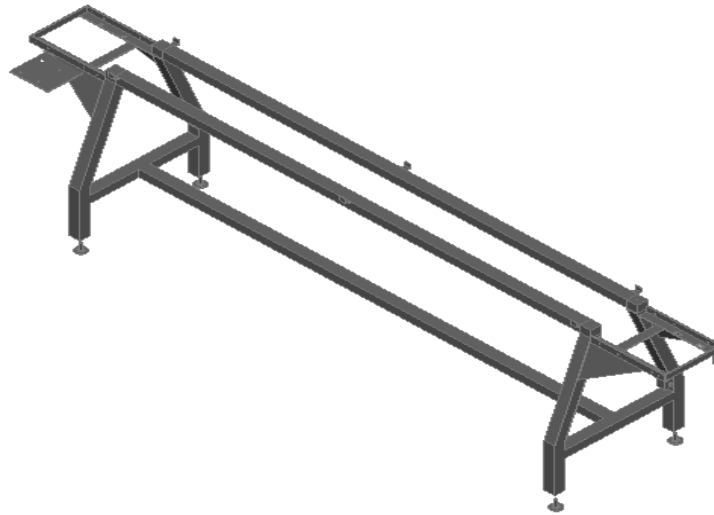
El bastidor cuenta con cuatro niveladores para su correcto posicionamiento en operación, los cuales están compuestos de pernos hexagonales de acero inoxidable ASTM 194 de $\varnothing \frac{3}{4}'' \times 2''$, torneados en el extremo de la cabeza del perno para acoplarse a un anillo plano cilíndrico de un espesor 2 mm, cada base de nivelación poseen tuercas de $\varnothing \frac{3}{4}''$, una tuerca esta soldada a los apoyos del bastidor, para la base de las chumaceras del rodillo motriz y conducido se opto por utilizar ángulos de acero A 36 de $1 \frac{1}{2}'' \times \frac{1}{4}''$. Ver **ANEXO A** (Tabla A.F), su diseño va conforme a las dimensiones de chumaceras y rodillos, estas bases están debidamente soldadas a la estructura.

La base del motorreductor de la banda transportadora esta soldada al soporte de las chumaceras, para esta parte mecánica se realizo principalmente un diseño geométrico en función de las dimensiones del motorreductor para que permita ensamblarse con facilidad, también se considero la estabilidad que este debe tener cuando funcione, por tal motivo se utiliza una parte de una plancha de acero ASTM A 36 de 6 mm de espesor.

Las dimensiones del bastidor en sí, se pueden apreciar en el **ANEXO F** "planos mecánicos".

En la Figura 2.18., se muestra el diseño del bastidor y en donde se encontrarán acoplados los elementos que conforma la maquina.

Figura 2.18. DISEÑO DEL BATIDOR



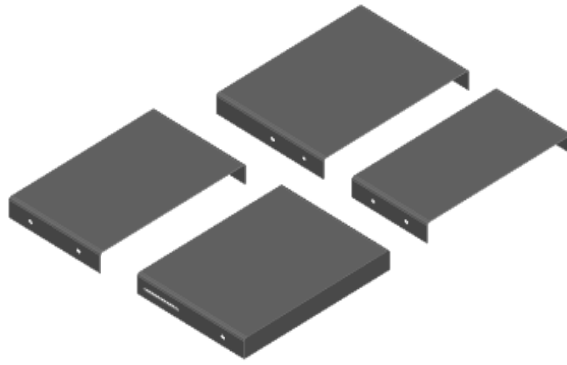
Realizado por: Grupo Investigador
Fuente: propia

2.8.5. Diseño de las Mesas de Apoyo

Por las condiciones de reducir el espacio físico donde se posiciona las chumaceras y rodillos, es necesario que dichas mesas tenga el diseño adecuado como se muestra en la Figura 2.19., que además se usan como apoyos para los envases enlatados.

El dimensionamiento de las mesas de apoyo (Ver **ANEXO F** “planos mecánicos”), está relacionado directamente con las dimensiones de los soportes de las chumaceras. A este diseño debe añadirse ciertas perforaciones de $\text{Ø } \frac{1}{4}$ ” y espacios adicionales por maniobrabilidad de operación y verificación de la tensión de la banda transportadora.

Figura 2.19. DISEÑO DE LA MESA DE APOYO



Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

En estos apoyos se decidió utilizar planchas de acero inoxidable AISI 304L de un espesor de 1.5 mm. Ver ANEXO A “Catalogo de materiales”.

2.8.6. Elementos de Sujeción

En la Tabla 2.7., se especifica las características técnicas de los pernos y tuercas utilizadas en el ensamblaje de las piezas de la máquina. La selección se hizo mediante el “Catalogo de pernos REYNIK”.

Tabla 2.7. CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN

Tipo	Material	Norma	Tamaño	Cant.	Ubicación
Perno Avellanado Allen	A. Inox.	AISI 304L	$\varnothing \frac{1}{4}'' \times \frac{1}{2}''$	16	Sujeción de tapas frontales y soporte interior del túnel.
Perno Avellanado Allen	A. Inox.	AISI 304L	$\varnothing \frac{5}{16}'' \times \frac{1}{2}''$	6	Sujeción de la base de la cámara.
Perno hexagonal	Medio o bajo carbono	ASTM 194	$\varnothing \frac{1}{4}'' \times \frac{1}{2}''$	16	Sujeción de las mesas de soporte.
Perno hexagonal	Medio o bajo carbono	ASTM 194	$\varnothing \frac{5}{16}'' \times \frac{1}{2}''$	4	Sujeción del motorreductor.
Perno hexagonal	Medio o bajo carbono	ASTM 194	$\varnothing \frac{1}{2}'' \times \frac{1}{2}''$	8	Sujeción de las chumaceras.
Perno hexagonal	A. Inox.	ASTM 194	$\varnothing \frac{3}{4}'' \times 2''$	4	Bases de nivelación.

Tipo	Material	Norma	Tamaño	Cant.	Ubicación
Tuerca hexagonal	A. Inox.	AISI 304L	$\varnothing \frac{1}{4}''$	16	Tapas frontales.
Tuerca hexagonal	A. Inox.	AISI 304L	$\varnothing \frac{5}{16}''$	6	Base de cámara.

Tuerca hexagonal	Medio o bajo carbono	ASTM194	$\varnothing 1/4''$	16	Mesas soporte.
Tuerca hexagonal	Medio o bajo carbono	ASTM 194	$\varnothing 5/16''$	4	Motorreductor.
Tuerca hexagonal	Medio o bajo carbono	ASTM 194	$\varnothing 1/2''$	8	Chumaceras.
Tuerca hexagonal	A. Inox.	ASTM 194	$\varnothing 3/4''$	4	Bases de nivelación.

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Catalogo de pernos "REYNIK" documento Pdf

2.8.7. *Diseño del Control Eléctrico*

Para el diseño de control eléctrico de esta máquina se ha dispuesto tener un control semiautomático para su debido funcionamiento, por que posee un motorreductor y un variador de frecuencia.

El control manual es el más sencillo y conocido, es generalmente el más utilizado para el arranque de motores. Este tipo de control se utiliza frecuentemente con el propósito de la puesta en marcha y parada del motor.

El control manual también se caracteriza por el hecho de que el operador debe mover un interruptor o pulsar un botón para que se efectúe cualquier cambio en las condiciones de funcionamiento de la máquina o del equipo en cuestión.

2.8.7.1. *Diseño del Circuito de Control y Fuerza*

En el diseño del circuito de control eléctrico se tiene dos tipos de circuitos que son:

- Circuito de control
- Circuito de fuerza.

2.8.7.1.1. *Circuito de Control*

2.8.7.1.1.1. *Tablero de Mando*

- Dos Selectores 2 posiciones
- Potenciómetro
- Pulsador tipo hongo N/O
- Luces piloto verde y rojo

2.8.7.1.1.2. *Tablero de Control*

2.8.7.1.1.2.1. *Elementos Externos*

Los elementos externos que se encuentran comandados por el tablero de control son:

- Sensor de temperatura (Termocupla)
- Electroválvula

2.8.7.1.1.2.2. *Elementos Internos*

Los elementos que se encuentran dentro del tablero de control son aquellos que comandan y protegen debidamente el funcionamiento de la máquina, y son los siguientes:

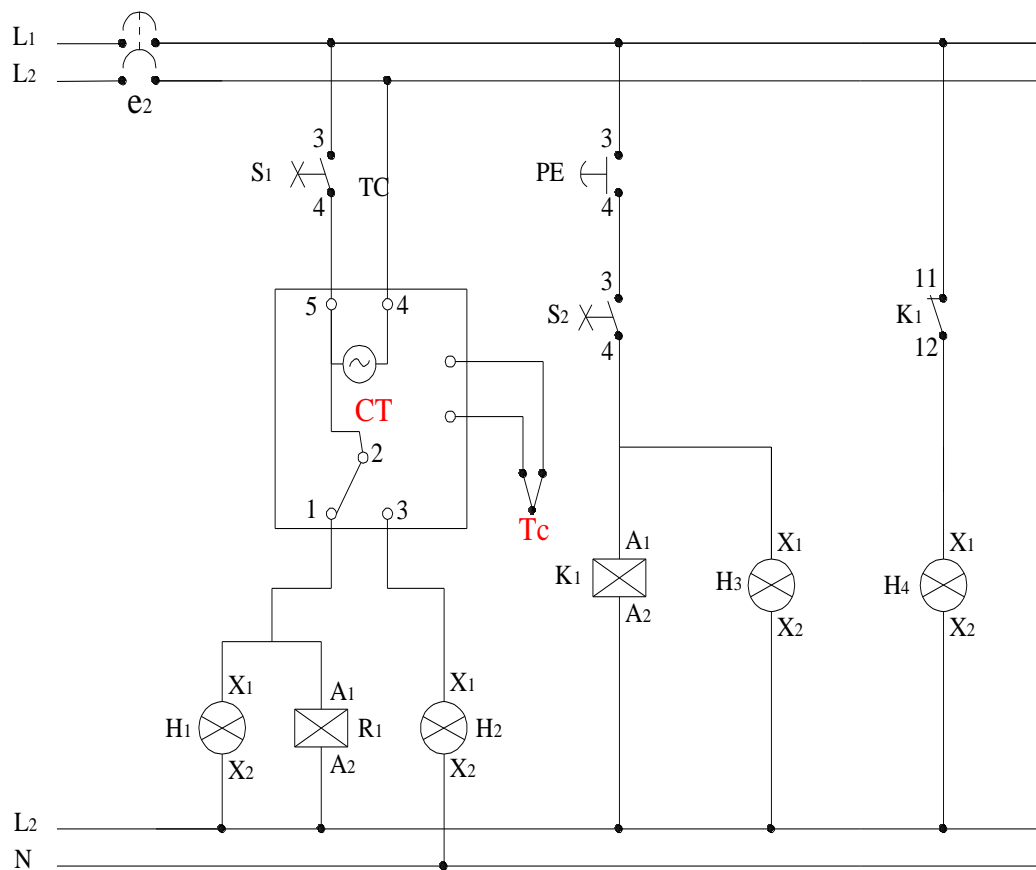
- Interruptores (Breakers)
- Contactor
- Variador de frecuencia

- Control de temperatura

2.8.7.1.2. *Diseño del Circuito de Control*

En la Figura 2.20., se muestra el circuito de control de la máquina.

Figura 2.20. CIRCUITO DE CONTROL



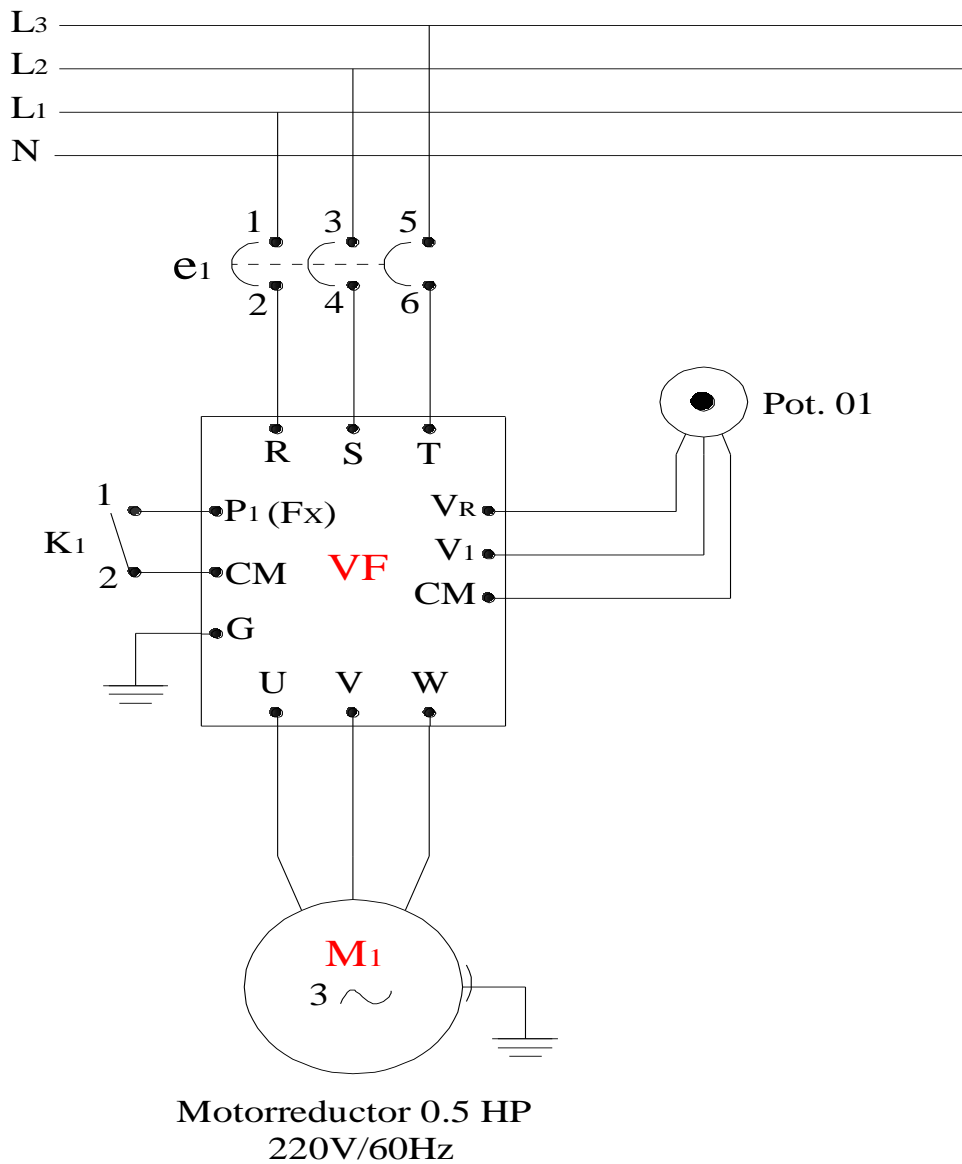
Realizado por: Grupo investigativo

Fuente: Propia

2.8.7.1.3. *Diseño del Circuito de Fuerza*

En la Figura 2.21., se representa el diagrama del circuito de fuerza de la máquina.

Figura 2.21. CIRCUITO DE FUERZA



Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Propia

2.8.7.2. Selección y Características de los Elementos Eléctricos

En la Tabla 2.8., se muestra las características técnicas de cada uno de los elementos eléctricos y electrónicos que se encuentran ubicados en el panel de control, estos elementos accionan el sistema de transportación y el sistema de calefacción de la máquina. Ver ANEXO D “Elementos eléctricos y electrónicos”.

Tabla 2.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS

	VARIADOR DE FRECUENCIA	
	Marca	SV008iG5A-2
	Tipo	Variador de frecuencia ajustable
	Voltaje de alimentación	200 V a 230 V
	Voltaje de Salida	Tres fases de voltaje
	Frecuencia de salida	0.1 a 400 Hz
	Frecuencia de desconexión	de 50-60 Hz
Protecciones del controlador	<ul style="list-style-type: none"> - Sobrecalentamiento - Sobre corriente - Sobre Voltaje 	
	CONTROL DE TEMPERATURA DIGITAL ON/OFF	
	Marca	HANYOUNG NUX
	Modelo	KX4N
	Rango	0 – 600 °C
	Fuente	AC 110/240 V
	TERMOCUPLA	
	Tipo	J
	Denominación	Hierro – Constanan
	Rango	42.2 Mv
	Temperatura	(-180 a 750) °C
	CONTACTOR	
	Tipo	MEC-LG 12
	Corriente	20/10 A
	Bobina	220 V
	BREKER e1	
	Marca	LG 2 posiciones
	Corriente	10 A
	# de polos	3
	Voltaje	220 VAC
	BREKER e2	

	Marca	Schneider 2 posiciones
	Corriente	2 A
	# de polos	2
	Voltaje	220 VAC
	Dos Switch selector (Camsco) de manija negra 2 posiciones fijas NA, LMB - ESS	
	Potenciómetro de 10K	
	Botón pulsador (Camsco) tipo hongo rojo, Paro de emergencia.	
	Luz Piloto (Camsco) con señalización con LED verde, rojo 120 VAC/DC, AD16-22D/S	

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: catálogos de elementos eléctricos SCHKELDER, HANYOUNG, MEC-LG

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. INTRODUCCIÓN

Una vez concluido el análisis de recolección de datos, diseño y selección de los diferentes elementos que constituye el túnel de “EXHAUSTING”; se procede a la construcción de las partes que componen dicha máquina, también se realizó las pruebas de funcionamiento y el resultado se encuentra especificado en el protocolo de pruebas, incluyendo conclusiones y recomendaciones, permitiendo de este modo realizar un manual de operaciones y mantenimiento que se encuentra en el ANEXO G.

3.2. CONSTRUCCIÓN DEL EXHAUSTING

La construcción del Exhausting es la operación que permite plasmar el diseño mediante planos establecidos los cuales son muy fundamentales en el montaje e instalación.

La máquina es construida en un taller de metalmecánica, el cual posee maquinaria y herramientas apropiadas para llevar a cabo el maquinado de las diferentes piezas, además es importante la ayuda de personal con experiencia y

conocimientos en máquinas - herramientas para el uso adecuado de los equipos.
En la construcción de la máquina es necesario determinar:

- Requerimientos para la construcción.
- Herramientas y accesorios que se va utilizar en la construcción.
- Máquinas – Herramientas.
- Instrumentos de medición y verificación.
- Materia prima.
- Elementos seleccionados.
- Elementos a construir.
- Hoja de procesos.

3.2.1. Requerimientos para la Construcción

Para realizar la construcción de cada uno de los elementos que conforman el túnel de exhausting se requiere de:

Maquinaria, equipos, herramientas, materiales e instrumentos. Los mismos que detalla a continuación con sus respectivas codificaciones.

3.2.1.1. Herramientas y Accesorios Utilizados en la Construcción del Túnel de Exhausting

Las herramientas y accesorios están constituidos de los equipos de trazado, corte, acabado, entre otros como se detalla en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS

Nro.	INSTRUMENTOS DE TRAZADO Y MEDICION	CODIGO
1	Flexómetro	MF1
2	Escuadra y reglas	ME2
3	Compas	MC3
4	Calibrador pie de rey	MV4
5	Rayador	MR5
6	Mesa de trabajo	MM6

HERRAMIENTAS		
7	Cizalla manual	HC7
8	Arco de sierra	HA8
9	Cuchillas para torno	HT9
10	Brocas	HB10
11	Fresas	HF11
12	Machuelos	HM12
13	Kit de llaves, hexagonales, llave de tubo	HLL13
14	Martillo	HM14
15	Limas	HL15
16	Punzón	HP16
17	Entenalla	HE17
18	Playos y pinzas	HP18
19	Desarmadores	HD19
20	Dobladora manual	HM20

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

3.2.1.2. Máquinas- herramientas y equipos

Son un conjunto de mecanismos compuestos, de tal manera que nos permite realizar trabajos específicos, son muy necesarios para el maquinado de cada uno de las partes de la máquina a construir y se detalla en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2: MÁQUINAS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Nro.	MÁQUINAS-HERRAMIENTAS	CÓDIGO
1	Soldadora eléctrica (SMAW)	MHS1
2	Soldadora (MIG)	MHS2
3	Cortadora por plasma	MHC3
4	Cortadora eléctrica de mesa	MHC4
5	Amoladora	MHA5
6	Moto tool	MHM6
7	Esmeril	MHE7
8	Taladro pedestal y de mano	MHT8
9	Sierra eléctrica	MHS9
10	Cizalla hidráulica	MHC10
11	Plegadora	MHP11
12	Baroladora	MHB12
13	Fresadora	MHF13
14	Torno	MHT14
15	Equipo de pintura	MHE15

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

3.2.1.3. Materia Prima

- Plancha de acero inoxidable AISI 304L 1220x2440x1, 5 mm.
- Tubo cuadrado de acero inoxidable AISI 304L 2"x2"x 1/16".
- Tubo célula 40 ASTM sin costura grado A53 $\varnothing = \frac{3}{4}$ ".
- Angulo de 90° de acero ASTM A36 1 ½"x1 ½"x ¼".
- Plancha de acero ASTM A36 400x300x4mm.
- Varilla de acero inoxidable AISI $\varnothing = \frac{1}{4}$ ".

- Eje de transmisión acero ASTM A36 $\varnothing = 50\text{mm}$.
- Barra perforada acero ASTM A36 $\varnothing = 60\text{mm}$.
- Platina ASTM 1 1/2" e= 1/4".
- Tubo célula 40 $\varnothing = 2"$.

3.2.1.4. Elementos Normalizados Seleccionados

- Motor-reductor eléctrico de 0,5 HP.
- Sistema de control eléctrico.
- Variador de frecuencia.
- Control de temperatura.
- Rodamientos y chumaceras.
- Pernos y tuercas de acero AISI 304.
- Banda transportadora.
- Válvula solenoide 110V.
- Válvula reguladora de presión.
- Manómetro.
- Trampa de vapor.

- Accesorios para tubería.
- Electrodo R-60 AWS E 308L-16, E6011, E 6013.
- Electrodo B-10 AWS E7018.

3.2.1.5. Descripción de elementos a construirse

Los principales elementos a construirse son:

- Bastidor.
- Cámara de agotado.
- Base del motor-reductor.
- Tapas.
- Rodillos.
- Sistema de calefacción.
- Sistema de control eléctrico.

Los elementos que conforman la máquina se detallan en el plano general (EXH.PG.2011.002) que se muestran en el ANEXO F.

3.2.2. Operaciones Tecnológicas Realizadas en la Construcción

Son aquellas operaciones desarrolladas en el transcurso de diversas actividades mecánicas continuas, con el fin de dar la forma y el tamaño adecuado a los elementos que serán construidos de acuerdo a su diseño, por tal razón se ha visto

conveniente numerar cada uno de los procesos a los cuales deberán estar sometidos cada una de las partes constitutivas de la máquina. Como se muestra en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3: OPERACIONES TECNÓLOGICAS

Nro.	OPERACIÓN
1	Medir
2	Trazar
3	Corte mediante plasma
4	Corte mecánico
5	Doblado
6	Barolado
7	Torneado: centrado, refrendado, cilindrado
8	Fresado
9	Roscado
10	Taladrado
11	Soldadura
12	Pulido
13	Lijado
14	Pintado


Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

3.2.3. Hoja de Procesos

Para la construcción del Túnel de Exhausting, es necesario realizar hojas de procesos de los elementos principales que conforman la máquina, en las que se detallaran cada uno de los procedimientos que se debe seguir para la construcción de las diferentes piezas.

A continuación se presenta las hojas de procesos que fueron realizadas a lo largo de la construcción del Túnel de Exhausting.

HOJA DE PROCESOS 1: CAMARA DE VAPOR

TUNEL DE EXHAUSTING	ELEMENTO: CAMARA DE VAPOR	Nro. DE POSICION DE PLANO: EXH.PG.2011.003	CANTIDAD DE PIEZAS: 01	MATERIAL: ACERO AISI 304L ESPESOR 1,5mm
				
Pos.	Operación	Máquina y/o herramienta	Profundidad (mm)	Tiempo (min)
1	Medir y trazar	MF1, MR5	N/A	20
2	Corte de plancha	MHC10	1.5	10
3	Doblado a 90° y 65°	MHP11	1.5	40
4	Medir y marcar centros para perforar.	MF1, HP16, MHT8	1.5	15

Detalles de las características del acero inoxidable AISI 304L CATALOGO DE MATERIALES, ANEXO A.A.

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

**HOJA DE PROCESOS 1.1: PAREDES POSTERIOR Y ANTERIOR DE LA
CAMARA DE VAVOR**

TUNEL DE EXHAUSTING	ELEMENTO: PARED EXT. Y SOPORTES	Nro. DE POSICION DE PLANO: EXH.PG.2011.003	CANTIDAD DE PIEZAS: 07	MATERIAL: ACERO AISI 304L ESPESOR 1.5mm
----------------------------	--	---	---------------------------------------	--




Pos.	Operación	Máquina y/o herramienta	Profundidad (mm)	Tiempo (min)
1	Medir y trazar	MF1, MR5	N/A	20
2	Corte de plancha	MHC3	1.5	30
3	Doblar a 90°	HM20	N/A	20
4	Soldar	MHS1	N/A	20
5	Medir y marcar centros para perforar.	MF1, HP16, MHT8	1,5	10
6	Pulido	MHA5	N/A	15

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

Proceso de ensamblaje de la cámara de vapor:

CÁMARA DE VAPOR	
NÚMERO:	1
ELEMENTOS:	1 Túnel
	2 Paredes exteriores
	5 soportes internos
MATERIALES DE APORTE:	Electrodo R-60 AWS E 308L-16
PROCESO DE ENSAMBLAJE	
1.- Soldar los soportes internos en la entrada y salida de la cámara de vapor.	
2.-Perforar y empernar las paredes exteriores en la entrada y salida de la cámara de vapor.	

HOJA DE PROCESOS 1.2: CUBIERTA DE LA CAMARA DE VAPOR

TUNEL DE EXHAUSTING	ELEMENTO: CUBIERTA	Nro. DE POSICION DE PLANO: EXH.PG.2011.003	CANTIDAD DE PIEZAS: 02	MATERIAL: ACERO AISI 304L ESPESOR 1,5mm
				
Pos.	Operación	Máquina y/o herramienta	Profundidad (mm)	Tiempo (min)
1	Medir y trazar	MF1, MR5	N/A	20
2	Corte de plancha	MHC10	1.5	15
3	Barolar	MHB12	1.5	30
4	Doblado a 90°	MHP11	1.5	30

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

HOJA DE PROCESOS 1.2.1: PAREDES EXTERIORES DE LA CUBIERTA


TUNEL DE EXHAUSTING	ELEMENTO: PARED EXT. CUBIERTA	Nro. DE POSICION DE PLANO: EXH.PG.2011.003	CANTIDAD DE PIEZAS: 04	MATERIAL: ACERO AISI 304L ESPESOR 1.5mm
----------------------------	--	---	---------------------------------------	--



Pos.	Operación	Máquina y/o herramienta	Profundidad (mm)	Tiempo (min)
1	Medir y trazar	MF1, MR5	N/A	15
2	Corte de plancha	MHC3	1.5	20
3	Doblar a 90°	HM20	1.5	15
4	Soldar	MHS1	N/A	30
5	Pulido	MHA5	N/A	15

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

HOJA DE PROCESOS 1.2.2: MANIJAS DE LA CUBIERTA

TUNEL DE EXHAUSTING	ELEMENTO: MANIJAS DE LAS TAPAS	Nro. DE POSICION DE PLANO: EXH.PG.2011.003	CANTIDAD DE PIEZAS: 04	MATERIAL: BARILA DE ACERO AISI 304L
				
Pos.	Operación	Máquina y/o herramienta	Profundidad (mm)	Tiempo (min)
1	Medir y trazar	MF1, MR5	N/A	5
2	Corte de varilla	HA8, HE20	¼"	5
3	Doblar a 90°	HM20	N/A	10
4	Soldar	MHS1	N/A	10

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

Proceso de ensamblaje de la cubierta de la cámara de vapor:

CUBIERTA DE LA CÁMARA DE VAPOR	
NÚMERO:	2
ELEMENTOS:	2 Tapas de la cubierta
	4 Paredes exteriores
	4 Manijas
MATERIALES DE APORTE:	Electrodo R-60 AWS E 308L-16
PROCESO DE ENSAMBLAJE	
1.- Soldar las paredes exteriores en la tapas de la cubierta y pulir.	
2.- Soldar las manijas en la parte superior de la cubierta.	

HOJA DE PROCESOS 2: BASTIDOR

TUNEL DE EXHAUSTING	ELEMENTO: ESTRUC. METÁLICA	Nro. DE POSICION DE PLANO: EXH.PG.2011.003	CANTIDAD DE PIEZAS : 01	MATERIAL: TUBO CUADRADO ACERO AISI 304LES PES OR 1/16"
----------------------------	---	---	--	---



Pos.	Operación	Máquina y/o herramienta	Profundidad (mm)	Tiempo (min)
1	Medir y trazar	MF1, MR5	N/A	30
2	Corte del tubo	MHC4	1.5	60
3	Soldar	MHS1	N/A	80
4	Pulido	MHA5	N/A	60

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

**HOJA DE PROCESOS 2.1: BASE DE RODILLO MOTRIZ Y RODILLO
CONDUCIDO**


TUNEL DE EXHAUSTING	ELEMENTO: BASE DE RODILLOS Y MOTOR	Nro. DE POSICION DE PLANO: EXH.PG.2011.003	CANTIDAD DE PIEZAS: 03	MATERIAL: ANGULO ASTM A 36 ESPESOR ¼"
----------------------------	---	---	-----------------------------------	--



Pos.	Operación	Máquina y/o herramienta	Profundidad (mm)	Tiempo (min)
1	Medir y trazar	MF1, MR5	N/A	20
2	Corte del ángulo	MHC3	¼"	30
3	Corte de la plancha de tol	MHC3	4mm	15
3	Medir y marcar centros para perforar.	MF1, HP16, MHT8	¼"	15
4	Suelda	MHS1	N/A	30
5	Pulido	MHA5	N/A	20
6	Pintado	MHE15	N/A	20

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

HOJA DE PROCESOS 2.1.2: SOPORTES DE REGULACIÓN DEL BASTIDOR

TUNEL DE EXHAUSTING	ELEMENTO: SOPORTES REGULAC.	Nro. DE POSICION DE PLANO: EXH.PG.2011.003	CANTIDAD DE PIEZAS: 04	MATERIAL: AISI 304L
				
Pos.	Operación	Máquina y/o herramienta	Profundidad (mm)	Tiempo (min)
1	Tornear	MHT14	N/A	15
2	Suelda	MHS1	N/A	20

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

Proceso de ensamblaje del bastidor:

BASTIDOR	
NÚMERO:	1
ELEMENTOS:	1 Estructura metálica
	2 Base de rodillo motriz y de soporte
	4 Soportes de regulación del bastidor
	1 Base de motor
MATERIALES DE APORTE:	Electrodo R-60AWS E 308L-16, Electrodo R-15 AWS E 6013
PROCESO DE ENSAMBLAJE	
1.- Soldar la estructura metálica de acuerdo a las medidas establecidos en los planos y pulir las uniones soldadas.	
2.-Soldar las bases de los soportes de regulación en el bastidor.	
3.-Soldar la base de los rodillos al bastidor.	
4.-Soldar la base del motor-reductor a la base del rodillo motriz.	

HOJA DE PROCESOS 3: RODILLO MOTRIZ Y RODILLO CONDUCIDO


TUNEL DE EXHAUSTING	ELEMENTO: RODILLOS	Nro. DE POSICION DE PLANO: EXH.PG.2011.003	CANTIDAD DE PIEZAS: 02	MATERIAL: ACERO ASTM A36
				
Pos.	Operación	Máquina y/o herramienta	Profundidad (mm)	Tiempo (min)
1	Medir y trazar	MF1, MR5	N/A	5
2	Cortar	MHS9	50mm	30
3	Soldar	MHS1	N/A	40
4	Tornear	MHT14	N/A	160
5	Fresado	MHF13	2.5mm	20
6	Machueleado	HM12	N/A	5
7	Pintar	MHE15	N/A	10

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

Proceso de ensamble del rodillo motriz y de soporte:

RODILLO MOTRIZ Y RODILLO CONDUCIDO	
NÚMERO:	2
ELEMENTOS:	2 Rodillos
MATERIALES DE APORTE:	Electrodos C-13 AWS E6011 Electrodos B-10 AWS E7018
PROCESO DE ENSAMBLAJE	
1.-Soldar los ejes en los extremos de la barra perforada	
2.-Tornear los ejes hasta obtener el diámetro requerido, y hacer chavetera.	

HOJA DE PROCESOS 4: FLAUTAS DISPERSORAS DE VAPOR

TUNEL DE EXHAUSTING	ELEMENTO: FLAUTAS	Nro. DE POSICION DE PLANO: EXH.PG.2011.003	CANTIDAD DE PIEZAS: 02	MATERIAL: ACERO ASTM A53
				
Pos.	Operación	Máquina y/o herramienta	Profundidad (mm)	Tiempo (min)
1	Medir y trazar	MF1, MR5	N/A	10
2	Cortar	MHS9	2.87mm	10
3	Tornear	MHT14	N/A	20
4	Medir y marcar centros para perforar.	MF1, HP16, MHT8	2.87mm	50

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

Proceso de ensamblaje de las flautas dispersoras de vapor:

FLAUTAS DISPERSORAS DE VAPOR	
NÚMERO:	2
ELEMENTOS:	2 Flautas
MATERIALES DE APORTE:	Cuchilla de widia
PROCESO DE ENSAMBLAJE	
1.- Sacar rosca y acoplar a los accesorios de tubería.	

3.2.4. Montaje

Una vez que los elementos mecánicos que constituyen el túnel de exhausting han sido construidos en base a los diseños realizados y a los procedimientos tecnológicos planteados, así como también los elementos seleccionados hayan sido adquiridos, se procede a las operaciones de acoplado de las partes, para formar el conjunto de los mecanismos con los que se encuentra constituido la máquina.

El túnel de exhausting es un equipo utilizado en la industria alimentaria, para la esterilización y el agotado de las conservas de alimentos enlatados antes de su cerrado hermético.

El equipo está constituido de una estructura donde se asienta la cámara de vapor provista de pernos, está construida en acero inoxidable, tiene un sistema de transportación el mismo que consta de un rodillo motriz y un rodillo de soporte asentados en sus respectivas chumaceras en cada extremo del bastidor, un motor-reductor, y un variador de velocidad que permita obtener diferentes velocidades en los diferentes procesos, una banda transportadora, que permite el envío de los envases por el interior del túnel, posee un sistema de dispersión de vapor que consta de dos flautas dispersoras de vapor en el interior del túnel y una válvula solenoide, la válvula está controlada por medio de un control de temperatura digital on-off el cual abre o cierra el paso del vapor al sistema cuando la temperatura del túnel disminuya o sobrepase de los parámetros programados en el control de temperatura, una válvula reguladora de presión para regular la presión del sistema primario y un tablero eléctrico de control para la activación del equipo.

3.2.5. Operaciones Tecnológicas Realizadas en el Montaje

En el montaje de cada uno de los elementos de la máquina, se realizaron las siguientes operaciones tecnológicas que se detallan en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4: OPERACIONES TECNOLÓGICAS REALIZADAS EN EL
MONTAJE DEL TUNEL DE EXHAUSTING**

Nro.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)
1	Montaje de la cámara de vapor en la estructura	40
2	Montaje de la cubierta en la cámara de vapor	10
3	Montaje de las chumaceras a la estructura	20
4	Montaje del rodillo motriz y rodillo de soporte	30
5	Montaje de la banda transportadora	30
6	Montaje del motorreductor al rodillo motriz	20
7	Montaje de las flautas dispersoras de vapor y accesorios	30
8	Montaje de la válvula solenoide	10
9	Montaje de la válvula reguladora de presión y manómetro	10
10	Montaje de la trampa de vapor	10
11	Montaje del control de temperatura	30
12	Montaje del control eléctrico	60
TOTAL		300

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: propia

3.2.6. Proceso de Pintura

Una vez que todos los elementos sean montados, según los planos se debe proceder a pintar con pintura anticorrosiva las partes que sean necesarias en la máquina, para asegurar y alargar el tiempo de vida de la máquina. Los pasos a seguir para el proceso de pintura son los siguientes:

- Limpiar las superficies.
- Aplicar desoxidante.
- Lijar y pulir.
- Aplicar fondo y pintura.

3.3. COSTO DE FABRICACIÓN DE LA MÁQUINA

El análisis de los costos de fabricación, tiene por objetivo determinar el monto de los recursos técnicos, humanos y económicos necesarios, para conocer el grado de inversión del proyecto, el análisis de los costos se lo realiza tomando en cuenta los costos directos y los costos indirectos.

3.3.1. Costo directo

El costo total directo considera los materiales, elementos y equipos utilizados en la construcción de la máquina.

3.3.1.1. Costo de Materiales directos

Se denomina materiales directos a la materia prima utilizada para construir los elementos que conforma la máquina. Los costos de materiales se presentan en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. COSTO DE MATERIALES DIRECTOS

Cant.	Material	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
2 unid.	Plancha de acero inoxidable AISI 304L, e=1.5mm	240.00	480.00
2 unid.	Tubo cuadrado acero inoxidable AISI 304L, 2"x2"x1/16"	80.00	160.00
2 unid.	Tubos célula 40 Ø= 3/4"	40.00	80.00
2mts.	Angulo de 90° acero ASTM A36 1 1/2"x1 1/2"x 1/4"	12.00	12.00
1mts.	Varilla de acero inoxidable AISI Ø= 1/4"	4.50	4.50
80ctms.	Eje de transmisión acero ASTM A36 50mm	30.00	30.00
50ctms.	Barra perforada acero ASTM A36 Ø= 60mm	20.00	20.00

Cant.	Material	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
1 mts.	Platina ASTM 1 ½" e= ¼"	3.00	3.00
1 unid.	Plancha de acero ASTM A36 400x300x6mm	5.00	5.00
50ctms.	Tubo célula 40 Ø=2"	10.00	10.00
SUBTOTAL (USD)			804.50

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: AMBATOL

3.3.1.2. Costo de elementos normalizados

Son aquellos que son de libre comercialización en el mercado y no necesitan ser alterados para su uso. Los costos de los elementos se muestran en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. COSTO DE LOS ELEMENTOS NORMALIZADOS

Cant.	Elemento	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
1 unid.	Motorreductor angular 0.5hp 220VAC trifásico	300.00	300.00
4 unid.	Rodamientos y chumaceras	10.00	40.00
1 unid.	Banda transportadora, textil 2 lonas e= 1.2mm, A=15cm, L=5.60mts	350.00	350.00
1 unid.	Válvula solenoide N/C 110VAC, 150 PSI.	200.00	200.00
1 unid.	Válvula reguladora de presión 150PSI.	150.00	150.00
1 unid.	Trampa de vapor de 150 PSI	60.00	60.00
1 unid.	Manómetro acero inoxidable con glicerina 0- 150 PSI	25.00	25.00
24 unid.	Pernos ¼", 7/16" de acero inoxidable AISI 304L y tuercas	0.60	14.40
8 unid.	Pernos de ½" x2" de acero y tuercas	4.00	4.00
4 unid.	Pernos de ¾" x 2 ½" con tuercas y rodela planas	1.50	6.00
30 unid.	Accesorios para tubería	0.80	24.00
SUBTOTAL (USD)			1173.40

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: CENTROSA C.A

Tabla 3.7. COSTO PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Cant.	Elemento	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
1 unid.	Variador de frecuencia 220VAC	280.00	280.00
1 unid.	Control de temperatura 110/220VAC	150.00	150.00
1 unid.	Termocupla tipo J 0-450 °C	10.00	10.00
1 unid.	Potenciómetro de 10K	1.00	1.00
1 unid.	Contacto	12.00	12.00
1 unid.	Breaker 2 polos de 2 amperios	27.00	27.00
1 unid.	Breaker 3 polos de 10 amperios	18.00	18.00
2 unid.	Luz piloto verde camco 22mm, 220V	1.70	3.40
1 unid.	Luz piloto roja camco 22mm, 220V	1.70	1.70
1 unid.	Luz piloto amarilla camco 22mm, 220V	1.70	1.70
1 unid.	Paro de emergencia	2.80	2.80
2 unid.	Selectores camco	2.12	4.24
1 unid.	Gabinete metálico de 40x30x20	40.00	40.00
1 unid.	Canaleta ranurada	3.00	3.00
1 unid.	Rieldín	4.20	4.20
10 mts.	Cable sucre 4 en 1 numero 12	3.85	38.50
SUBTOTAL (USD)			597.54

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: MERCURIO

3.3.1.3. Costo de Maquinado

Los costos de maquinado se refiere al valor directo empleado en el uso de las máquinas, herramientas y equipamiento eléctrico, estos valores se muestran en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. COSTO DE MAQUINARIA

Máquina	Costo por máquina (USD/H)	Tiempo total (horas)	Costo total por máquina (USD)
Torno	6.00	6	36.00
Fresa	6.00	1	6.00

Máquina	Costo por máquina (USD/H)	Tiempo total (horas)	Costo total por máquina (USD)
Soldadura	4.00	40	160.00
Taladros	1.00	3	3.00
Cizalla hidráulica	5.00	2	10.00
Baroladora	5.00	2	10.00
Plegadora	10.00	1.5	15.00
Cortadora eléctrica de mesa	1.50	2	3.00
Amoladora	1.50	6	9.00
Cortadora plasma	3.00	4	12.00
Dobladora	1.50	4	6.00
SUBTOTAL (USD)			270.00

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: MECÁNICA

3.3.1.4. Costo de mano de obra

Para determinar este valor se multiplica el número de horas que emplea el obrero en construir la máquina. Estos valores se muestran en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9. COSTO DE MANO DE OBRA

Operador	Tiempo en horas	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
2 personas	160	1.62	518.40
SUBTOTAL (USD)			518.40

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Propia

3.3.1.5. Costo de transporte

Este valor representa la movilización para la compra de materiales así como el costo del transporte para la entrega del túnel de exhausting. Estos valores se muestran en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10. COSTO POR TRANSPORTE

Cant.	Especificación	Valor (USD)
1	Camioneta de compra de materiales	80.00
1	Camioneta para entrega de la máquina	25.00
SUBTOTAL (USD)		105.00

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Propia

3.3.1.6. Costo Total Directo

En la Tabla 3.11, se muestra la cantidad total del costo directo.

Tabla 3.11. COSTO TOTAL DIRECTO

COMPONENTES DEL COSTO	VALOR (USD)
COSTO DE MATERIALES DIRECTOS	804.50
COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS	1173.40
COSTO PARA LA INSTALACION ELECTRICA	597.54
COSTO DE MAQUINADO	270.00
COSTO DE MANO DE OBRA	518.40
COSTO POR TRANSPORTE	105.00
SUBTOTAL (USD)	3468.84

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Propia

3.3.2. Costo Indirecto

Para determinar el costo total indirecto se considera, los costos parciales de materiales indirectos, costos de ingeniería, gastos imprevistos.

3.3.2.1. Costo de materiales indirectos

Los costos de materiales indirectos se muestran en la Tabla 3.12.

Tabla 3.12. COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS

Cant.	Material	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
70 unid	R-60 AWS E 308L-16	0.55	38.50
16 unid.	R-15 AWS E 6013	0.18	2.88
16 unid.	C-13 AWS E 6011	0.13	2.08
2 und.	Lijas para hierro	0.60	1.20
4 und.	Lijas de agua	0.80	3.20
1 Lts.	Pintura anticorrosiva	2.00	2.00
1 Lts.	Thiñer	1.50	1.50
3 und.	Discos de lija	1.80	5.40
N/A	Varios	15.00	15.00
SUBTOTAL (USD)			71.76

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: LA CASA DEL PERNO SALCEDO

3.3.2.2. Costo de ingeniería

El costo de ingeniería corresponde al tiempo que los ingenieros han dedicado para el diseñar y seleccionar los elementos de la máquina. Este valor se muestra en la Tabla 3.13.

Tabla 3.13. COSTO DE INGENIERÍA

Operador	Tiempo en horas	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
1 personas	60	15.00	900.00
SUBTOTAL (USD)			900.00

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Propia

3.3.2.3. Gastos Imprevistos

Este valor está considerado como el 5% de los costos directos. Por lo tanto el valor de gastos imprevistos es: 173.44 dólares.

3.3.2.4. Costo de materiales de oficina

Los costos de materiales de oficina se muestran en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14. COSTO DE MATERIALES DE OFICINA

Descripción	Costos (USD)
Impresiones y anillados	100.00
Internet y consultas	40.00
Uso del computador	10.00
Varios	50.00
SUBTOTAL (USD)	\$ 200.00

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Propia

3.3.2.5. Costo total indirecto

En la Tabla 3.15, se muestra la cantidad total del costo indirecto.

Tabla 3.15. COSTO TOTAL INDIRECTO

COMPONENTES DEL COSTO	VALOR (USD)
COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS	71.76
COSTOS DE INGENIERIA	900.00
GASTOS IMPREVISTOS	173.44
COSTOS DE MATERIALES DE OFICINA	200.00
SUBTOTAL (USD)	1345.20

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Propia

3.3.3. Costo Total de la Máquina

El costo total de la máquina es el resultado de la adición de los costos directos con los costos indirectos, esto se muestra en la Tabla 3.16.

Tabla 3.16. COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA

COMPONENTE DEL COSTO	VALOR (USD)
COSTO DIRECTO	3468.84
COSTO INDIRECTO	1345.20
COSTO TOTAL DE LA MAQUINA (USD)	4814.04

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la Tabla 3.16 el costo total obtenido para la construcción del EXHAUSTING es de 4814.04 DOLARES.

3.3.4. Salvamento del Túnel de Exhausting

El valor de salvamento de la máquina al momento de que haya terminado su vida legal contable, se estima que es un 10% del costo de inversión en función de los elementos constitutivos del exhausting, en especial los electrónicos, ya que seguirán funcionando al termino de su vida útil contable.

- Inversión= 4814.04 USD.
- Salvamento= 481.40 USD.

3.3.4.1. Depreciación del túnel de Exhausting

La depreciación es la pérdida del valor contable que sufren los activos fijos por el uso a que se somete y su función productora de la renta. En el proceso de agotado que avance el tiempo de servicio, decrece el valor contable de dichos activos.

El método de depreciación en línea recta es el más utilizado y con este se supone que los activos se usan más o menos con la misma intensidad año por año, a lo largo de su vida útil; por lo tanto la depreciación periódica debe ser el mismo monto.

Aplicando este método de depreciación a la máquina de agotado de los envases enlatados se tiene una depreciación anual de:

- Inversión= 4814.04 USD= P.
- Salvamento= 481.40 USD= S.
- Vida útil contable= 10 años.

Depreciación anual:

$$Da = \frac{P - S}{n}$$

$$Da = 433.26 \text{ USD}$$

La depreciación anual, la depreciación acumulada y el valor en libros del túnel de Exhausting de cada uno de los años de vida útil, se puede apreciar en la Tabla 3.17.

Tabla 3.17. DEPRECIACIÓN ANUAL

Año	Depre. Anual (USD)	Depre. Acumulada (USD)	Valor en libros (USD)
0	0	0	4814.04
1	433.26	433.26	4380.78
2	433.26	866.52	3947.52
3	433.26	1299.78	3514.26
4	433.26	1733.04	3081
5	433.26	2166.3	2647.74
6	433.26	2599.56	2214.48
7	433.26	3032.82	1781.22
8	433.26	3466.08	1347.96
9	433.26	3899.34	914.7
10	433.26	4332.6	481.44

3.4. PRUEBAS DE CAMPO

Una vez construida la máquina se procedió con las pruebas respectivas del equipo, basándose en el protocolo de pruebas (**ANEXO E**), con la finalidad de comparar los datos obtenidos con los datos de diseño.

Las pruebas se los realizo en la empresa “ECUATORIANA DE CURTIDOS SALAZAR S.A.” situada en la ciudad de Salcedo - Latacunga, puesto que nuestra máquina necesita trabaja con vapor saturado y es necesario el uso de un generador de vapor “ CALDERO INDUSTRIAL” para realizar las pruebas de funcionamiento.

3.4.1. Materiales y Equipos Utilizados en las Pruebas de Campo

Para las pruebas de campo se utiliza los siguientes materiales y equipos:

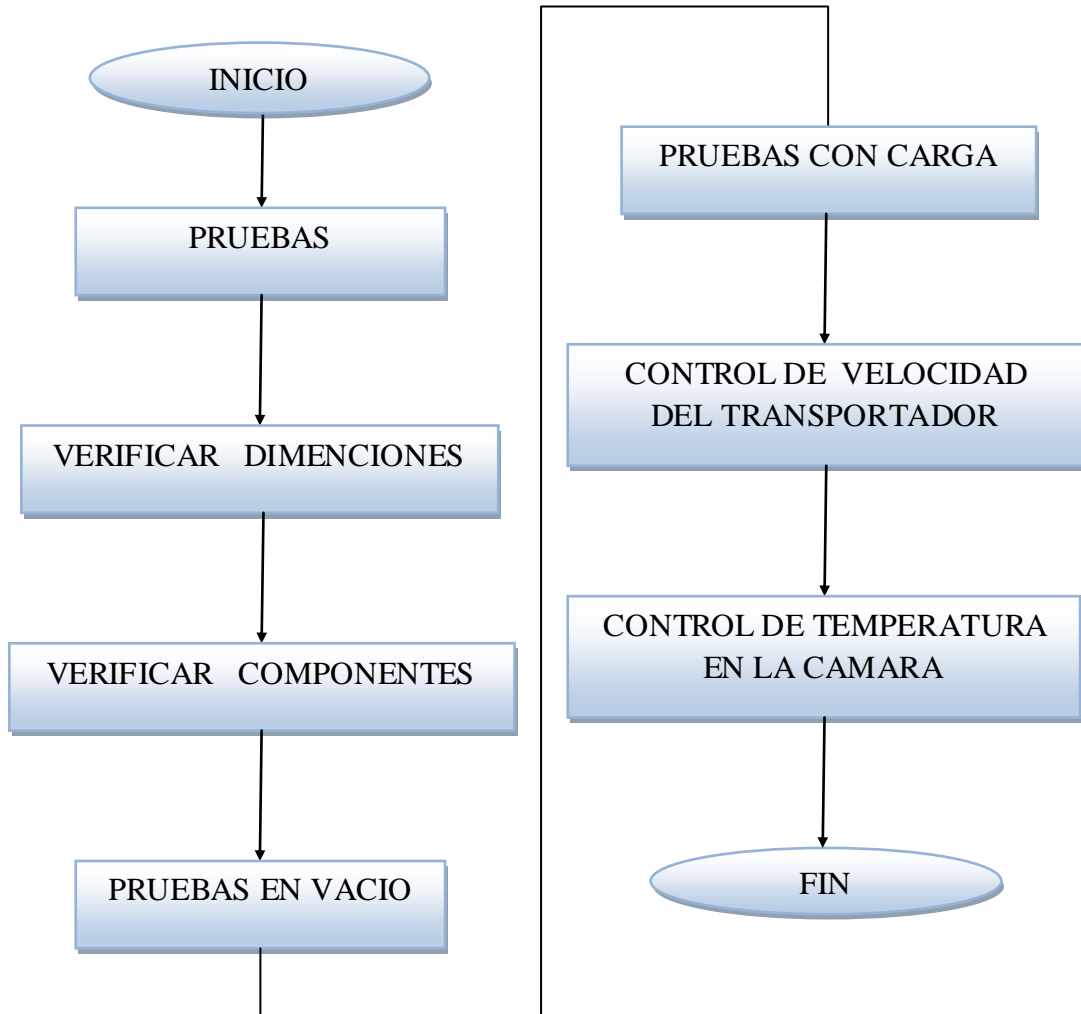
- Flexómetro.
- Calibrador pie de rey.
- Cronometro.
- Caldero industrial.
- Conservas enlatadas.
- Tacómetro.

3.4.2. Resultados de las Pruebas

Antes de realizar las pruebas es necesario, realizar la revisión del montaje de los elementos de la máquina, para garantizar un correcto funcionamiento.

Las pruebas que se realizaron en la máquina previa a su presentación final, se pueden apreciar en el siguiente organigrama.

PLAN DE PRUEBAS



Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Propia

La descripción y resultados del plan de pruebas son:

3.4.2.1. Verificación de las Dimensiones Principales

Para verificar si las dimensiones de la máquina construida coincide con las dimensiones del diseño, se realizó las mediciones necesarias utilizando

instrumentos de medición como son: flexómetro, calibrador pie de rey, y los resultados obtenidos se muestra en la Tabla 3.18.

Tabla 3.18. RESULTADOS DE PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO

DIMENSIONES PRINCIPALES						
Dimensiones (mm)	Diseño		Prototipo		Aceptación	
	túnel	soporte	túnel	soporte	SI	NO
Largo Total					X	
Ancho Total					X	
Altura Total					X	

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Asesor de Tesis y Grupo Investigativo

3.4.2.2. Verificación de los Componentes Principales

Se verifico el funcionamiento de varios componentes de la máquina antes de iniciar el trabajo, y los resultados se muestra en la tabla 3.19.

Tabla 3.19. RESULTADOS DE PRUEBA DE COMPONENTES

VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES				
Sistema/Elemento	Funcionamiento			
	Excelente	Bueno	Regular	Malo
Motorreductor	X			
Sistema transportador	X			
Sistema de calefacción	X			
Rodamientos	X			
Válvulas	X			
Tuberías	X			

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Asesor de Tesis y Grupo Investigativo

3.4.2.3. Pruebas de Funcionamiento en Vacío

Las pruebas de funcionamiento se realizo sin carga, es decir sin envases enlatados.

Para verificar el normal funcionamiento de los sistemas que compone el túnel de exhausting, los resultados se muestra en la tabla 3.20.

Tabla 3.20. RESULTADO DE PRUEBAS EN VACIO

SISTEMA O ELEMENTO								
Tiempo (min)	Motorreductor		Sistema transportador		Sistema de calefacción		Variador de frecuencia	
	Falla	No falla	Falla	No falla	Falla	No falla	Falla	No Falla
2		X		X		X		X
5		X		X		X		X
10		X		X		X		X

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Asesor de Tesis y Grupo Investigativo

3.4.2.4. Pruebas de Funcionamiento con Carga

Para verificar si el Túnel de Exhausting (Sistema Transportador) trabaja con el peso de diseño, se realizo las pruebas con envases enlatados de 250 y 820 gramos. Se mantuvo con estas cargas en un tiempo de 5 y 10 minutos, y se pudo comprobar que el exhausting trabajo de forma normal, los resultados obtenidos se muestra en la Tabla 3.21.

Tabla 3.21. RESULTADO DE PRUEBAS CON CARGA

SISTEMA O ELEMENTO									
Envase (gr)	Tiempo (min)	Motorreductor		Sistema transportador		Variador de frecuencia		Cámara de agotado	
		Falla	No falla	Falla	No falla	Falla	No falla	Falla	No falla
250	5		X		X		X		X
820	10		X		X		X		X

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Asesor de Tesis y Grupo Investigativo

3.4.2.5. Control de Velocidad del Transportador

La velocidad del sistema transportador es controlada mediante un variador de frecuencia, esto nos permite alternar fácilmente la velocidad del motorreductor y en si el sistema de transporte.

Las pruebas se realizo modificando la frecuencia del motor con la ayuda de un potenciómetro conectado directamente desde el variador de frecuencia para obtener las diferentes revoluciones por minuto del motorreductor, durante algunos minutos se pudo obtener los resultados deseados, que se muestra en la Tabla 3.22.

Tabla 3.22. CONTROL DE VELOCIDAD DEL TRANSPORTADOR

FUNCIONAMIENTO		
Velocidad del motorreductor (Rpm)	Tiempo (min)	Características del transportador
66	3	No existe fricción ni vibración
37	2	No existe fricción ni vibración
15	1	No existe fricción ni vibración

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Asesor de Tesis y Grupo Investigativo

3.4.2.6. Control del Sistema de Calefacción en la Cámara de Agotado

El control de temperatura en el interior de la Cámara de Agotado viene a ser un factor muy importante en esta parte del proceso del agotado.

La gran variedad de productos enlatados existentes llevan diferentes procesos y son tratados a diferentes temperaturas y diferentes tiempos, las pruebas se realizo con diferentes rangos de temperatura y diferentes velocidades para que el producto permanezca más tiempo dentro de la cámara de agotado, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.23.

Tabla 3.23. CONTROL DE TEMPERATURA EN LA CÁMARA

Temperatura dentro de la cámara °C	Tiempo (min)	Características del agotado
80	3	Buena concentración de calor
70	2	Buena concentración de calor
60	1	Buena concentración de calor

Realizado por: Grupo investigativo
Fuente: Asesor de Tesis y Grupo Investigativo

3.5. VERIFICACIÓN DE RESULTADOS

- a) Dentro de la verificación de las dimensiones de la máquina construida, se aprecia que las mediadas reales no varían con respecto a las del diseño y estas se encuentran dentro del margen de tolerancia.
- b) Los componentes principales del prototipo, se encuentran en buen estado y no fallan durante el tiempo de las pruebas sin carga.
- c) El diseño de la máquina se lo hizo para trabajar con envases enlatados de 250 y 820 gramos. En las pruebas se pudo constatar que esta máquina trabaja con estas características de envases dentro de las pruebas con carga y no existe falla de los elementos y sistemas.
- d) Al realizar las pruebas de variación velocidad del sistema transportador de enlatados, se logró observar que a una reducción de 15 RPM y máxima hasta 67 RPM no existe fricción en el sistema, estos rangos de velocidad se encuentran dentro de los parámetros de diseño, y las velocidades obtenidas resultan ser apropiadas, ya que los tiempos de trabajo dentro de los procesos pueden variar.
- e) Luego de los análisis y los resultados obtenidos anteriormente, el túnel exhausting lo calibramos en una temperatura que será utilizada en los procesos

de prueba. La temperatura dentro de la cámara puede variar entre 40 y 100 °C que son las temperaturas óptimas de trabajo y los resultados obtenidos son satisfactorios. También se pudo constatar que los materiales que están en contacto directo con el vapor son resistentes al calor y anticorrosivos.

- f) Después de finalizar las pruebas de funcionamiento respectivas, se puede concluir que la máquina se encuentra en muy buen estado.

3.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.6.1. CONCLUSIONES

- Se cumple con el objetivo principal que es el diseño y construcción de una máquina semiautomática para el proceso de agotado de alimentos enlatados, que satisface con los parámetros funcionales y requerimientos operacionales planteados al inicio de este trabajo.
- El diseño y construcción de la máquina permitió aplicar todos los conceptos de Ingeniería electromecánica tales como; diseño de máquinas, dibujo mecánico, resistencia de materiales, selección de materiales, etc., y relacionarlos en un proyecto real.
- La operación de la máquina requiere de ciertos ajustes y reglajes en la velocidad del proceso de agotado de los alimentos enlatados y del mantenimiento general de los equipos que está compuesta la máquina, en lo que corresponde a la limpieza.
- La máquina debe ser operada por personal calificado, y debe ser capacitado antes de operar el equipo.
- El costo de la máquina es muy competitivo, si se considera que podría ser adquirido por pequeñas y medianas productoras que se dedican al tratamiento y conservación de productos alimenticios.

3.7. RECOMENDACIONES

- Utilizar la Máquina Exhausting, siempre y cuando se conozca las características técnicas del equipo y su funcionamiento, el primer paso es leer el manual de instrucciones.
- Antes de la utilización del Túnel de Exhausting, se debe realizar el respectivo chequeo de sus componentes y partes que conforman este equipo, como es la energía eléctrica, producción de vapor, lo que garantizara un buen funcionamiento y arranque de la máquina.
- Realizar un mantenimiento continuo de la trampa de vapor dado que con el uso de vapor las partículas que son arrastradas a esta por medio de las tuberías desgastan la trampa disminuyendo gradualmente su eficiencia.
- El incursionar en proyectos de construcción de maquinaria para el proceso de agotado de alimentos enlatados en el campo industrial nos ofrece una gran perspectiva de la Ingeniería Mecánica, especialmente en nuestro país ya que aquí no se cuenta con tecnología avanzada en este campo. Por ello se recomienda a los futuros profesionales a orientarse en proyectos relacionados a este sector productivo, del desarrollo de nuestro país y la generación de fuentes de trabajo.
- Seguir todas las recomendaciones de seguridad industrial para realizar los distintos trabajos, en los que se utilizaron maquinas-herramientas cuando se construyo el exhausting.

BIBLIOGRAFÍA

CONSULTADA

1. CARL. A. KYSER, “Ciencia de materiales para ingeniería”, Primera edición, Editorial Limusa-Wiley, S.A. México 1975.
2. CATÁLOGO MOTORREDUCTORES R-S, Sew Eurodrive, 2008.
3. CATÁLOGO AGA, electrodos comunes, especiales y gases para corte y soldadura 2000.
4. CISTERNAS V, Industrias Agrarias y Alimentaria. Zaragoza: Acriba 2007.
5. DANFOSS: Válvulas solenoide tipo EVRA 3 a 40 y EVRAT 10 a 20: Folleto técnico.
6. INTRALOX: Manual de ingeniería de bandas transportadoras.
7. KAUMAN S/A Manual de bandas transportadoras.
8. MANUAL DE DISEÑO PARA ACERO INOXIDABLE ESTRUCTURAL Tercera edición 2006.
9. SKF, “Manual de Rodamientos y Recambio de Rodamientos”, Catalogo 3014 Sp; SKF. Inglaterra, 1977-04.
10. MOTT ROBERT, “Diseño de elementos de Maquinas”, Segunda Edición, Editorial Prenticehall Hispanoamérica, México 1989.
11. TESIS: Diseño Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CALDERA PIROTUBULAR HORIZONTAL DE TRES PASOS 50BHP. Para el laboratorio de la ESPEL / Francisco Cajamarca, Carrera de Ingeniería Electromecánica 2002, TESIS 621.3 C139d.
12. TESIS: TORRES W., (1999). DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN. Tesis de ingeniería Electromecánica, ESPE-L.
13. TESIS: EUCANCELA C, CHAVES E., (2009). Diseño y Construcción de un Secador de Túnel para la Deshidratación del Maíz. Tesis Ing. Química. Riobamba. ESPOCH.
14. SHIGLEY Joseph Edward “Diseño en Ingeniería Mecánica” Curta edición Cámara Nacional de la Industria Editorial.

15. TUBOCOBRE S.A “Boletín técnico” Nomenclatura AISI/SAE.

CITADA

1. ALVARADO JUAN; et al; 2008 “Fenomenología de la esterilización de alimentos líquidos enlatados” Edit. EUNED 2008, (pp. 88, 89).
2. ANTONIO CREUS SOLE (2005). Instrumentación Industrial. (7^{ma} edición). Capitulo 8, (p. 361).
3. CATÁLOGO: motorreductores BONFIGLIOLI RIDUTTORI.
4. CATÁLOGO: Válvulas SUMIVAL.S.L. 2011 (p. 26).
5. CATÁLOGO DE PERNOS: Reinike pernos especiales – Maestranza, Capitulo I.
6. EMPRESA FASTPACK PRODUCTOS, (2009). Boletín técnico nro. 11: (p. 3).
7. ECHEVERRIA Marcelo (2008), en la Revista CEPIA titulada, “Calidad Total” (p. 10).
8. INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL ANTONIO CREUS SOLE; Capitulo 3 (pp. 63-67) Editorial Marcombo 1993, 5ta edición.
9. LIBONATI Miguel; 2006 “Procedimientos para la Gestión de la Calidad, Seguridad e Higiene en Alimentos”. Edit. Fehgra y CFI, 1^a edición (2006, p. 25).
10. McCORMAC: Diseño de Estructuras Metálicas; editorial Ingramex; México 1982.
11. MARAÑA Juan Carlos “Instrumentación y Control de Procesos Área técnica: Industria y Energía” Edit. IDOM, Edición 2005; Pág. 12-13-20
12. MEDINA RAMÓN “Instrumentación industrial” (2007 Capitulo I Pág. 6, 11, Capítulo III Pág. 28)
13. [KURT C. ROLLE](#). 2006. Termodinámica. 6^{ta} edición (pp. 53-54).
14. SHIGLEY, J. E. y MISCHKE C. R. Diseño e Ingeniería Mecánica. Traducido del inglés por Javier León Cárdenas. 6ta. Ed. México. Mc GRAW-HILL. 2002. 1257p.
15. VALLEJO-AYALA, (2000). Física Vectorial básica, (3ra edición).

INTERNET

1. DANFOS.com.http://www.fidemar.com.uy/catalogos/danfoss/agua/Valvulas_solenoidesindustriales.pdf), Consultado; 10 de enero 2011.
2. GALARZA Karina (2008), “Alimentos enlatados, falso que sean dañinos”.
<http://www.saludymedicinas.com.mx/nota.asp?id=1726>,
Consultado; 15 noviembre 2010.
3. LOYO Luis (2003), “Conservación de alimentos”.
<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EpypuZVFuQzXVmDxD.php>,
consultado; 20 de noviembre 2010.
4. RODAS José. Empresa proveedora, Soluciones, Diseños y Provisiones
Dobin S. A., 21 de Junio de 2010.
<http://solucionesdobin.com>
5. RIVEROS Sandra 2000, “Esterilizadores a vapor I”.
<http://www.enfermeraspabellonyesterilizacion.cl/trabajosvapor.pdf>
Consultado; 26 de enero 2011.
6. <http://www.logismarket.com.ar/...empaquetadoras/1179610290-cp.html>
Consultado; 11 de diciembre 2010.
7. <http://www.bonnet.es/clasificacionacerinox.pdf>
Consultado; 26 junio del 2010.
8. http://www.isa.cie.uva.es/ficheros/instrumentación_Control_Procesos.pdf
Fecha de creación de la página, 28 de Abril 2005.
9. http://www.cnpml.org.sv/ucatee/ee/docs/trampas_de_vapor_1_1.pdf
Fecha de creación de la página, 05 de Diciembre 2007.
10. <http://laboratorios.fi.uba.ar/lscm/termocuplas02.pdf>
Fecha de creación de la página, 18 de Marzo 2007.
11. <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/metros/manometros-de-presion.htm>. Consultado; 13 de noviembre 2010.
12. <http://es.geocities.com/frncisko3/generaciónvapor.htm>,
Consultado; 02 de diciembre 2010.
13. <http://www.ASTM-A36Specifications.htm>
Consultado; 10 de enero 2011.

