



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

TÍTULO:

DISEÑO DE UN ORDEÑO MECÁNICO MÓVIL DE TRES PUESTOS CON UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA PARA LIMPIEZA, EN EL RANCHO “MIRA LOMA”, UBICADO EN LA COMUNIDAD BALCASHI DE LA PARROQUIA QUIMIAG PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

Proyecto de Titulación presentado previa a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

Autores:

Carranza Yupangui Daniel Francisco

Lozada Tapia Cristian Xavier

Tutor:

Ing. Héctor Luis Laurencio Alfonso; Dr. C

LATACUNGA-ECUADOR

Septiembre 2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los postulantes, Daniel Francisco Carranza Yupangui y Cristian Xavier Lozada Tapia declaran ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“DISEÑO DE UN ORDEÑO MECÁNICO MÓVIL DE TRES PUESTOS CON UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA PARA LIMPIEZA, EN EL RANCHO “MIRA LOMA”, UBICADO EN LA COMUNIDAD BALCASHI DE LA PARROQUIA QUIMIAG PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, siendo el Ing. Héctor Luis Laurencio Alfonso; Dr. C., tutor del presente trabajo; se excluye expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, se certifica que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva autoría.

Latacunga, septiembre 2020.

AUTORES

Daniel Francisco Carranza Yupangui

C.C.: 060392348-3

Cristian Xavier Lozada Tapia

C.C.: 050418794-9



AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UN ORDEÑO MECÁNICO MÓVIL DE TRES PUESTOS CON UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA PARA LIMPIEZA, EN EL RANCHO “MIRA LOMA”, UBICADO EN LA COMUNIDAD BALCASHI DE LA PARROQUIA QUIMIAG PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, de los señores Daniel Francisco Carranza Yupangui y Cristian Xavier Lozada Tapia, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, septiembre 2020.

TUTOR

Ing. Héctor Luis Laurencio Alfonso; Dr. C.

C.C.: 175836725-2



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes Daniel Francisco Carranza Yupangui y Cristian Xavier Lozada Tapia con el título de Proyecto de Investigación: **“DISEÑO DE UN ORDEÑO MECÁNICO MÓVIL DE TRES PUESTOS CON UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA PARA LIMPIEZA, EN EL RANCHO “MIRA LOMA”, UBICADO EN LA COMUNIDAD BALCASHI DE LA PARROQUIA QUIMIAG PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

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

Latacunga, septiembre 2020.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Segundo Ángel Cevallos Betún

C.C.: 050178243-7

Lector 2

Ing. Luigi Orlando Freire Martínez

C.C.: 050252958-9

Lector 3

Ing. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera

C.C.: 050215089-9

AGRADECIMIENTO

Agradecido con Dios por concederme un día más de vida, sabiduría y la capacidad para alcanzar un sueño.

A mis padres y hermanas por darme su apoyo incondicional en todo momento, para realizarme como un ser humano y profesional, también agradezco a mis tíos y a los padres de mi tío por ayudarme en todo momento.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y poder obtener mi título en Ingeniería Electromecánica

Agradezco a mi tutor de tesis por compartir sus conocimientos los cuales fueron una guía importante para la elaboración de la propuesta tecnológica.

Daniel

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado y así cumplir mis metas. A mis padres por el apoyo total e incondicional los cuales me han motivado durante toda mi formación profesional, puesto que gracias a ellos he logrado realizar mi tesis de grado. A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por darme la oportunidad de estudiar y adquirir muchos conocimientos. Agradezco a mi tutor de tesis y a todos los docentes por compartir conmigo todos sus conocimientos los cuales cada de uno de ellos son importantes en la elaboración de este trabajo.

Cristian

DEDICATORIA

Esta propuesta tecnológica le dedico principalmente a mis padres German Carranza y Rocío Yupangui quienes a lo largo de mi vida se han esforzado y han velado por mi bienestar y mi educación, siendo mi principal apoyo en todo momento, a través de su dedicación y trabajo arduo me dieron la oportunidad de cursar una carrera universitaria, quienes brindándome su tiempo, confianza han hecho de mi la persona que soy actualmente, le doy gracias a Dios por haberme bendecido con unos padres como ustedes.

A mis hermanas que con sus ocurrencias me daban aliento estando lejos de casa, a mis tíos Mario, Rafael, Marta, Hugo, Rodolfo, en especial a mis tíos Lucia y Fernando y a mi prima Fernanda que me acogieron en su hogar y me brindaron un apoyo extra al de mis padres para lograr en conjunto el anhelado objetivo.

Daniel

DEDICATORIA

Esta propuesta tecnológica le dedico principalmente a mi padre Carlos Lozada y a mi madre Elvia Tapia por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que si incluye este.

A mis hermanos y demás familia por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria.

Cristian

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
INDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.2. TIPO DE ALCANCE	3
2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO:	3
2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	4
2.5.1. Objeto de estudio	5
2.5.2. Campo de acción	5
2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA	5
2.6.1. Situación problemática:	5
2.6.2. Problema	6

2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA	6
2.8. OBJETIVOS	7
2.8.1. Objetivo general	7
2.8.2. Objetivos específicos	7
3. MARCO TEÓRICO	8
3.1. ESTUDIOS DE PRECEDENTES REFERENTES A LOS ORDEÑOS MECÁNICOS	8
3.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE ORDEÑO EN EL RANCHO MIRA LOMA	9
3.3. ANÁLISIS DE PRODUCTOS SIMILARES EN EL MERCADO	10
3.4. HISTORIA DEL ORDEÑO MECÁNICO	10
3.5. PRINCIPALES SISTEMAS DE ORDEÑO	11
3.5.1. Ordeño en sala o fijo	11
3.5.2. Ordeño en potrero	12
3.6. COMPONENTES DEL ORDEÑO MECÁNICO	13
3.6.1. Convertidores de energía	14
3.6.2. Transmisión de energía	14
3.6.3. Sistema de vacíos	14
3.6.4. Almacenamiento de vacío	15
3.6.5. Medidores de vacío	15
3.6.6. Conducción de vacío	15
3.6.7. Sistema de leche	15
3.6.7.1. Conducir leche	15
3.6.7.2. Pezoneras neumáticas	15
3.6.7.3. Reunir la leche de cada pezón	15
3.6.7.4. Almacenamiento de leche	16
3.7. INTERCAMBIADOR DE CALOR	16
3.7.1. Fundamentos de la transferencia de calor	16

3.7.2. Clasificación según características de construcción	17
3.7.2.1. Intercambiadores de calor tubular	17
3.7.2.2. Intercambiadores de calor de placas	18
3.7.2.3. Intercambiadores de calor de carcasa y tubos	18
3.7.2.4. Intercambiador de calor tipo tubo espiral	19
3.7.2.5. Intercambiador de calor tipo serpiente	19
4. METODOLOGÍA	20
4.1. PARÁMETROS DE DISEÑO	20
4.2. PORTADORES DE FUNCIÓN	21
4.2.1. Sistema de vacíos	21
4.2.2. Capacidad de la bomba de vacío	23
4.2.3 Método de cálculo para el diámetro de la tubería	24
4.3. SISTEMA DE LECHE	25
4.3.1. Reunir la leche de cada pezón	25
4.3.2. Subsistema De Pulsado	26
4.4. TRANSMISIÓN DE ENERGÍA	26
4.4.1. Selección De Poleas	27
4.5. CONVERTIDORES DE ENERGÍA	29
4.6. REQUERIMIENTO Y CONSIDERACIONES PARA DISEÑAR UN INTERCAMBIADOR DE CALOR	29
4.6.1. Calor intercambiado en el sistema	29
4.6.2. Flujo másico de los gases de escape	30
4.6.3. Flujo másico del agua	30
4.6.4. Circuito térmico	31
4.6.5. Coeficiente de transmisión de calor por convección	35
4.6.6. Fluido interno, gases de escape	36
4.6.7. Fluido externo (agua)	36

4.6.8. Longitud del intercambiador	37
4.6.9. Cálculo mecánico	38
4.7. De la evaluación de equipos podemos concluir lo siguiente	39
4.8. CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE MATERIALES SELECCIONADOS	40
4.8.1. Materiales de infraestructura.	40
4.8.2. Materiales del intercambiador de calor	42
4.8.2.1. Selección de material para el diseño del depósito de agua	43
4.8.2.2. Selección de llaves de entrada y salida del fluido de agua	44
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	45
5.1. Análisis del sistema de vacío	45
5.2. Dimensión de sistema de transmisión	47
5.3. Componentes del ordeño	50
5.4. Análisis para el diseño de un intercambiador de calor aprovechando los gases de escape de un motor Otto	52
5.4.1. Selección de la distribución de flujo para el intercambiador	54
5.4.2. Análisis de la diferencia de temperatura media logarítmica	55
5.4.3. Análisis de cálculo de resistencias térmicas	56
5.4.4. Análisis de la simulación de los fluidos	58
5.5. DISEÑO ESTRUCTURAL	60
5.1.1. Análisis de las cargas ejercidas sobre la estructura de soporte	61
6. PRESUPUESTO	66
6.1. Análisis de costos	66
6.1.1 Costos Directos	66
6.1.2 Costos Indirectos	68
6.2. ANÁLISIS DE IMPACTOS	68
6.2.1. Impacto económico	68
6.2.2. Impacto social	72

6.2.4. Impacto ambiental	72
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
7.1. CONCLUSIONES	73
7.2. RECOMENDACIONES	73
8. BIBLIOGRAFÍA:	74
9. ANEXOS	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Causas y efecto.....	6
Tabla 2.2. Variables del sistema de ordeño.....	6
Tabla 2.3 Actividades en función de los objetivos.....	7
Tabla 3.1. Ventajas y desventajas del ordeño fijo.....	12
Tabla 3.2. Ventajas y desventajas del ordeño móvil.....	13
Tabla 4.1 Fase de diseño.....	21
Tabla 4.2. Factores de corrección vs nivel de vacío y presión atmosférica.....	24
Tabla 4.3. Factores de corrección vs nivel de vacío y presión atmosférica.....	25
Tabla 4.4. Convertidores de energía.....	27
Tabla 4.5. Motor a gasolina.....	29
Tabla 4.6. Clasificación de los aceros de acuerdo a su utilización.....	40
Tabla 4.7. Tubería de construcción.....	41
Tabla 4.8. Tubería de construcción.....	41
Tabla 4.9. Características de la tubería de cobre elegida.....	42
Tabla 4.9. Características del acero inoxidable.....	43
Tabla 4.10 Llave de paso con palanca.....	44
Tabla 5.1. Análisis de resultados de posibles pérdidas en el sistema.....	45
Tabla 5.2. Factor de corrección.....	46
Tabla 5.3. Bomba de vacío.....	46
Tabla5.4. Capacidad de bombas en el mercado.....	47
Tabla5.5. Relación de transmisión.....	47
Tabla5.6. Corrección de la potencia.....	48
Tabla5.7. Distancia entre ejes.....	49
Tabla 5.8. Datos de partida para el diseño de un intercambiador.....	52
Tabla 5.9. Resultado del calor intercambiado fluido frio y fluido caliente.....	54

Tabla 5.10. Resultados de la diferencia de media logarítmica.....	55
Tabla 5.11. Flujos máxicos de los gases de escape y agua.....	55
Tabla 5.12. Resultados de los diámetros del tubo y del depósito del intercambiador.....	56
Tabla 5.13. Resultados de las resistencias térmicas y reynolds, Nusselt.....	56
Tabla 5.14. Pérdidas de carga del fluido interno y externo.....	57
Tabla 5.15. Tiempo de calentamiento.....	57
Tabla 5.16. Comparación de datos teórico con simulado	60
Tabla 5.17. Especificaciones generales de la plancha	60
Tabla 5.18. Propiedades volumétricas	62
Tabla 5.19. Propiedades volumétricas	62
Tabla 5.20. Propiedades volumétricas	64
Tabla 5.21. Propiedades volumétricas	64
Tabla 5.22. Propiedades volumétricas de los soportes de pezoneras.....	65
Tabla 5.23. Propiedades volumétricas	65
Tabla 6.1. Costo de materia prima.....	67
Tabla 6.2. Costo de maquinado	67
Tabla 6.3 Costos indirectos	68
Tabla 6.4. Costo total.....	68
Tabla 6.5. Valores económicos anuales pretendidos	69
Tabla 6.6. Cálculo del VAN.....	69
Tabla 6.7. Tasa de actualización para proyectos	70
Tabla 6.8. Cálculo de la TIR	70
Tabla 6.9. Cálculo del PRC.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Tipos de ordeños fijos	4
Figura 3.1. Tipos de ordeños fijos	12
Figura 3.2. Componentes de un ordeño mecánico.....	14
Figura 3.3. Fundamentos de transferencia de calor	17
Figura 3.4. Intercambiador de calor tubular.....	18
Figura 3.5. Intercambiador de calor de placas.....	18
Figura 3.6. Intercambiador de calor de carcasa y tubo	19
Figura 3.7. Intercambiador de calor tipo tubo espiral.....	19
Figura 3.8. Intercambiador de calor tipo serpentín.....	20
Figura 4.1. Recolector de leche	25
Figura 4.2. Pezoneras.....	26
Figura 4.3. Transmisión de poleas.....	27
Figura 4.4. Convertidores de energía.....	28
Figura 4.5. Circuito térmico equivalente.....	31
Figura 4.6. Tubo de acero estructural	40
Figura 4.7. Tubo de acero estructural	42
Figura 5.1. Bomba 750 de vacío.....	47
Figura 5.2. Motor de 5.5 HP.....	48
Figura 5.3. Selección de las correas.....	49
Figura 5.4. Banda industrial	49
Figura 5.5. Regulador	50
Figura 5.6. Pulsadores.....	51
Figura 5.7. Pezoneras triangulares.....	51
Figura 5.8. Mangueras de conexión.....	51
Figura 5.9. Tanques recolectores IMUSA.....	52
Figura 5.10. Flujo de distribución paralelo	54

Figura 5.11. Modelado de la estructura.....	58
Figura 5.12. Modelado de la estructura.....	59
Figura 5.13. Modelado de la estructura.....	59
Figura 5.14. Modelado de la estructura.....	60
Figura 5.15. Modelado de la estructura.....	61
Figura 5.16. Interacción de cargas	62
Figura 5.17. Deformación de la base	63
Figura 5.18. Interacción de cargas	63
Figura 5.19. Interacción de cargas	64
Figura 5.20. Deformación de los soportes de pezoneras.....	65

ÍNDICE DE ECUACIONES

Consumo de unidades Ec. 4.1.....	22
Reserva efectiva Ec. 4.2.....	22
Pérdidas en el sistema de leche Ec. 4.3.....	22
Pérdidas de regulación Ec. 4.4.....	22
Fugas en las líneas de aire Ec. 4.5.....	23
Demanda total del vacío Ec. 4.6.....	23
Flujo que demanda el sistema Ec. 4.7.....	24
Cálculo de la relación de transmisión Ec. 4.8.....	27
Cálculo de coeficiente de corrección de potencia Ec. 4.9.....	27
Distancia entre ejes Ec. 4.10.....	28
Potencia intercambiada Ec. 4.11.....	29
Diferencia de temperatura media logarítmica Ec. 4.12.....	30
Flujo másico Ec. 4.13 y 4.14.....	30
Calculo del diámetro del conducto Ec. 4.15.....	31
Circuito térmico Ec. 4.16.....	31
Resistencia de convección interior y exterior Ec. 4.17 y 4.18.....	32
Resistencia de conducción Ec. 4.19.....	33
Resistencia de ensuciamiento Ec. 4.20 y 4.21.....	34
Resistencia total Ec. 4.22.....	34
Coefficiente de transmisión de calor Ec. 4.23.....	35
Prandtl Ec. 4.24.....	35
Reynolds Ec. 4.25.....	35
Velocidad del fluido Ec. 4.26.....	35

Área transversal Ec. 4.27.....	36
Diámetro equivalente externo Ec. 4.28.....	36
Nusselt Ec. 4.29.....	37
Factor de fricción Ec. 4.30.....	37
Longitud del intercambiador Ec. 4.31 y 4.32.....	37
Coefficiente global de transferencia de calor Ec. 4.33.....	37
Pérdida de carga experimentada por el fluido interno Ec. 4.34.....	38
Pérdida de carga experimentada por el fluido externo, Ec. 4.35.....	39
Tiempo requerido en el que el agua alcanza la temperatura deseada Ec. 4.36.....	39

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DISEÑO DE UN ORDEÑO MECÁNICO MÓVIL DE TRES PUESTOS CON UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA PARA LIMPIEZA, EN EL RANCHO “MIRA LOMA”, UBICADO EN LA COMUNIDAD BALCASHI DE LA PARROQUIA QUIMIAG PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

Autores:

Daniel Francisco Carranza Yupangui

Cristian Xavier Lozada Tapia

RESUMEN

Se diseñó un ordeño mecánico móvil de tres puestos con un intercambiador de calor, para el rancho “Mira loma”, que pretende mejorar la higiene en la limpieza de los conductores de leche y a su vez mejorar la calidad productiva de las vacas lecheras, disminuyendo el tiempo y la movilidad. La información requerida para esta investigación se obtuvo mediante un estudio bibliográfico, cálculo y de campo, el cual consistió en una visita directamente con el propietario y presidente de COPROCAB, donde se identificó la necesidad del diseño de una máquina de este tipo, debido a que el ordeño se realiza en el potrero. El sistema de ordeño se diseñó con el apoyo del Software SolidWorks para la simulación de carga estructural y de flujo, diseñándose una estructura que aloja todas las partes y mecanismos de la máquina a implementar, en base a las necesidades del rancho. Se establecieron los parámetros adecuados de generación de vacío 50 kPa, para una capacidad de vacío de 635 litros/min. Aprovechando el calor gases de escape del motor de combustión interna, se diseñó un intercambiador de calor tipo serpentín para el calentamiento de 10 litros de agua en reposo; el equipo tendrá una transferencia de calor de 0,636 kW para un número de 10 vueltas del serpentín y una altura de 0,28 m, lo que posibilita calentar agua de 6°C a 60°C en un tiempo de 59 minutos para el lavado de los conductos de leche con ácidos alcalinos. El costo estimado de implementación del sistema de ordeño es de \$3155,28.

Palabras claves.- Ordeño mecánico móvil, intercambiador de calor, sistema de vacío, ácidos alcalinos.

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: “DESIGN OF A THREE-POST MOBILE MECHANICAL MILKING SYSTEM WITH A WATER HEATING SYSTEM FOR CLEANING, IN THE “ MIRA LOMA ”RANCH, LOCATED IN THE BALCASHI COMMUNITY OF THE QUIMIAG PARISH BELONGING TO CHIMBORAZO PROVINCE”

Authors:

Daniel Francisco Carranza Yupangui

Cristian Xavier Lozada Tapia

ABSTRAC

A three-positions mobile mechanical milking with a heat exchanger was designed for “Mira Loma” ranch, which aims to improve hygiene in the cleaning of milk conductors and at the same time improve the productive quality of the dairy cows, helps reducing time and mobility. The information required for this research was obtained through a bibliographic and field study, which consisted of a visit directly with the owner and president of COPROCAB, where the need for the design of this type machine was identified, due to the fact that milking takes place in the paddock. The milking system was designed with the support of SolidWorks Software for the simulation of structural load and flow, designing a structure that houses all the parts and mechanisms of the machine to be implemented, based on the needs of the ranch. The adequate parameters of vacuum generation 50 kPa were established, for a vacuum capacity of 635 liters / min. Taking advantage of the heat from the exhaust gases of the internal combustion engine, a coil-type heat exchanger was designed to heat 10 liters of water at rest; The equipment will have a heat transfer of 0.636 kW for a number of 10 turns of the coil and a height of 0.28 m, which makes it possible to heat the water from 6 ° C to 60 ° C just in 59 minutes for washing from the milk ducts with alkaline acids. The estimated cost of implementing the milking system is about \$ 3,155.28.

Keywords. - Mobile mechanical milking, heat exchanger, vacuum system, alkaline acids.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **Ingeniería Electromecánica** de la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, señores Daniel Francisco Carranza Yupangui y Cristian Xavier Lozada Tapia, cuyo título versa "DISEÑO DE UN ORDENO MECÁNICO MÓVIL DE TRES PUESTOS CON UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA PARA LIMPIEZA, EN EL RANCHO "MIRA LOMA", UBICADO EN LA COMUNIDAD BALCASHI DE LA PARROQUIA QUIMIAG PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO", lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Septiembre de 2020

Atentamente,

Mgs. Martha Cecilia Cueva
DOCENTE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS UTC
C.C. 1705022448



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

DISEÑO DE UN ORDEÑO MECANICO MOVIL DE TRES PUESTOS CON UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA PARA LIMPIEZA DEL EQUIPO DE ORDEÑO EN EL RANCHO “MIRA LOMA”, UBICADO EN LA COMUNIDAD BALCASHI DE LA PARROQUIA QUIMIAG PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

Fecha de inicio: mayo de 2020.

Fecha de finalización: septiembre de 2020.

Lugar de ejecución: Parroquia Quimiag, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado: Prototipos y sistemas electromecánicos

Equipo de Trabajo:

Tutor del proyecto de investigación:

Nombre: Ing. Héctor Luis Laurencio Alfonso; Dr. C.

Celular: 0998978168

Cédula de Ciudadanía: 175836725-2

Correo electrónico: hector.laurencio@utc.edu.ec

Coordinador uno del proyecto de investigación:

Nombre: Daniel Francisco Carranza Yupangui

Celular: 0962632183

Cédula de Ciudadanía: 060392348-3

Correo electrónico: daniel.carranza3@utc.edu.ec

Dirección: La Matriz, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Coordinador dos del proyecto de investigación:

Nombre: Cristian Xavier Lozada Tapia

Celular: 0983845958

Cédula de Ciudadanía: 050418794-9

Correo electrónico: cristian.lozada9@utc.edu.ec

Dirección: La Matriz, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Área de conocimiento:

- Ingeniería, Industria y Construcción. (UNESCO-Manual-SNIESE-SENES, 2018)

Subárea de conocimiento:

- Industria y profesiones afines. (UNESCO-Manual-SNIESE-SENES)

Subárea específica de conocimiento:

- Alimentación y bebidas. (UNESCO-Manual-SNIESE-SENES)
- Dibujo técnico y mecánica. (UNESCO-Manual-SNIESE-SENES)

Línea de investigación:

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 5: Industria y Producción Industrial. El proyecto está inmerso en el diseño de un sistema de un intercambiador de calor por medio del uso de la combustión interna.

Sublíneas de investigación de la carrera:

- Diseño, construcción y mantenimiento de los elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

El proyecto de investigación se acoge a las anteriores líneas y sublíneas de investigación, al encontrarse como directrices principales; relacionando la producción industrial, a través del conocimiento de las áreas de los sistemas electromecánicos y prototipos.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Este epígrafe de la propuesta tecnológica permite describir el diseño metodológico, realizado para poder diseñar el ordeño mecánico con su sistema de intercambiador de calor para la limpieza de los conductores de leche (pezoneras, mangueras) en el Rancho “Mira loma”.

2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

DISEÑO DE UN ORDEÑO MECÁNICO MÓVIL DE TRES PUESTOS CON UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA PARA LA LIMPIEZA, EN EL RANCHO MIRA LOMA.

2.2. TIPO DE ALCANCE

La presente propuesta tecnológica es de tipo productivo porque permite generar un diseño de un ordeño mecánico móvil de tres puestos con un sistema de calentamiento de agua, el mismo que da a conocer en qué tiempo se calienta 10 litros de agua, el cual se emplea para limpieza de tuberías conductoras de leche, a corto plazo permitirá al propietario del rancho “Mira loma” explotar de mejor manera la actividad ganadera, es decir tener un aumento del rendimiento en la producción de leche en el predio, aumentando la higiene en el proceso de extracción de leche, generando menor esfuerzo físico del operario.

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO:

Según la UNESCO se entenderá como campo principal del conocimiento el área de contenido en el código #330000 (Ciencias Tecnológicas), el cual abarca como campo secundario el código #3313 (tecnología e Ingeniería mecánica) y sub campos con los siguientes códigos #3313.15 (diseño de máquinas) [1].

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

El sector ganadero ha ido creciendo con el paso del tiempo dando como resultado el aumento de la producción lechera en el país, siendo un sector muy productivo tiene falta de tecnología en el proceso de extracción de leche, ya que los pequeños ganaderos aún realizan el proceso de ordeño manualmente teniendo problemas de sanidad, higiene y ocupa mucho tiempo esta actividad. Específicamente en el sector donde se encuentra ubicado el rancho Mira Loma (Balcashi) tiene una producción lechera de 5000-5600 litros/día [2]. Miguel Caguana presidente de COPROCAB facilito los datos de los proveedores, los cuales son más de 90 pequeños ganaderos que contribuyen a la producción diaria en el sector antes mencionado donde se puede apreciar que el 98% de los proveedores realizan el ordeño de forma manual y solo el 2% utilizando un ordeño mecánico como se aprecia en la figura 2.1. El diseño del ordeño mecánico móvil con un intercambiador de calor

dará soluciones a los inconvenientes de extracción de leche manual, el manejo no exigirá al operario condiciones especiales ya que la misma ordeñadora se encargara de tener la misma regularidad y la rapidez, por tanto un ordeño mecánico móvil ayudará al ganadero en este proceso de extracción de leche disminuyendo el esfuerzo físico que requiere el ordeño tradicional, cabe recalcar que si el ordeño no tiene un correcto aseo no logrará obtener una buena higiene en el proceso de extracción de leche. ¿Qué es lo que se quiere hacer la propuesta? Mejorar la higiene en los conductores de leche. ¿Que se propone sobre el tema? Diseñar un ordeño mecánico móvil de 3 puestos con un sistema de calentamiento de agua, la misma que aprovechando el calor residual emitido por la combustión interna y los gases de escape fluyendo por el interior del tubo del intercambiador permitiendo así obtener una temperatura idónea para el lavado de las tuberías. Y ¿Para qué o para quién se resuelve el problema? Se soluciona el problema para el propietario del rancho Mira Loma y posteriormente para los pequeños ganaderos mejorando la higiene en el proceso de extracción de leche.



*Figura 2.1. Tipos de ordeños fijos
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2019)*

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

Actualmente la implementación de nuevas tecnologías en los procesos productivos aumenta la calidad y la producción de leche. En los ordeños mecánicos con el paso del tiempo se ha ido realizando modificaciones que facilitan su uso en la actualidad.

2.5.1. Objeto de estudio

Ordeño mecánico móvil de tres puestos con sistema de calentamiento de agua.

2.5.2. Campo de acción

Diseño de un ordeño mecánico móvil de tres puestos con un intercambiador de calor.

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

A continuación, se describirá la situación problemática que existe en el rancho Mira Loma.

2.6.1. Situación problemática:

En la actualidad en el rancho Mira Loma se realiza el proceso de extracción de leche de manera tradicional es decir el ordeño manual que es el conjunto de acciones que se realizan sobre la glándula mamaria de la vaca con la finalidad de extraer la totalidad de leche producida por la vaca [3], esta actividad conlleva a un tiempo de extracción de alrededor de 2 horas o en ocasiones más de 2 horas debido a que el rendimiento de la persona no es el mismo al inicio de la actividad que al final.

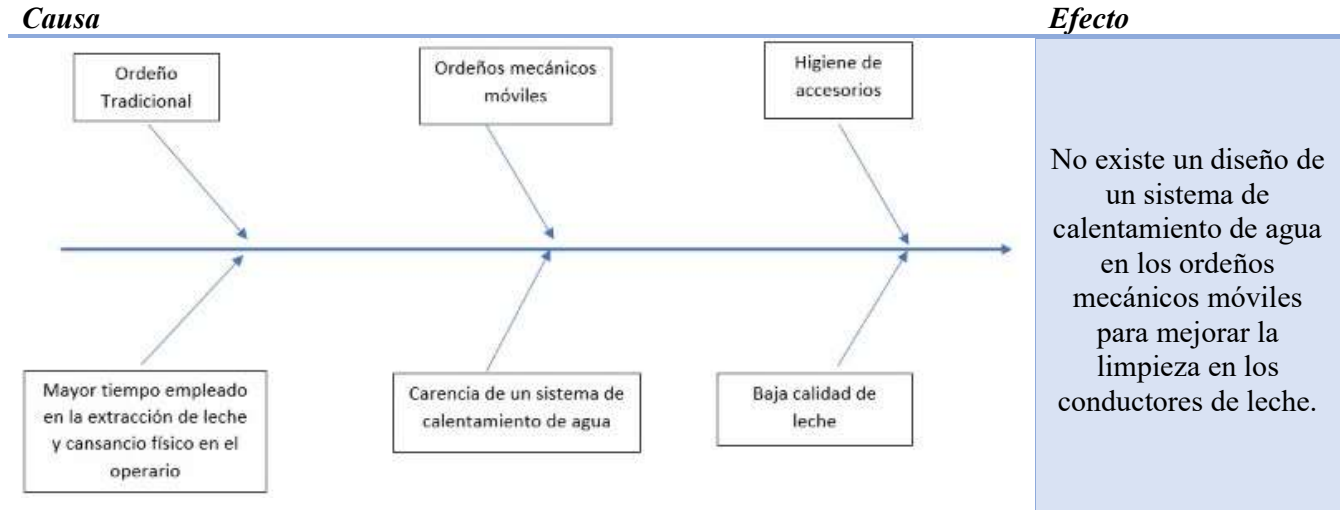
Existe una diversidad de ordeños mecánicos portátiles de dos, cuatro puestos de ordeño en el mercado que son los tradicionales que solo se enfocan en el proceso de extracción de leche, omitiendo un factor importante que es la limpieza de los conductores de leche.

Por ende, se ve la necesidad de diseñar un ordeño mecánico móvil para tener una actividad uniforme y de esta manera obtener un mejor proceso en la extracción de leche, para garantizar mayor higiene se debe realizar un correcto lavado y limpieza de los conductores de leche (mangueras, pezoneras) con agua y alcalinos a una cierta temperatura donde entra en funcionamiento el sistema de intercambiador de calor, calentando el agua a una temperatura idónea para la limpieza de los conductores de leche, de esa manera evitar la formación de natas y sarros a lo largo de las mangueras.

2.6.2. Problema

No existe un diseño de un sistema de calentamiento de agua en los ordeños mecánicos móviles para mejorar la limpieza en los conductores de leche.

Tabla 2.1. Causas y efecto



Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2019)

2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA

Con el diseño de un ordeño mecánico móvil con intercambiador de calor, aprovechando los gases de escape en que tiempo se puede calentar 10 litros de agua para la limpieza de conductores de leche teniendo en cuenta las variables que tiene el sistema las mismas que se describe en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Variables del sistema de ordeño

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
DEPENDIENTES	Flujo volumétrico. - la cantidad de leche con respecto al tiempo.	Litros/minutos (m³/s) "S.I"
INDEPENDIENTES	Presión del vacío. - la máxima presión a la que será expuesto.	La unidad de medida de la presión atmosférica es en Pascal (Pa) .

	Potencia calorífica de gases de escape. - la máxima cantidad de calor que sedera al agua.	La unidad de medida de la potencia calorífica es en kiloWatts (kW).
--	--	--

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2019)

2.8. OBJETIVOS

2.8.1. Objetivo general

Diseñar un ordeño mecánico móvil de tres puestos con intercambiador de calor, mediante técnicas de cálculo y simulación para el aumento de la efectividad en el proceso de extracción de leche y la higiene de los conductores de leche y accesorios en el rancho Mira Loma.

2.8.2. Objetivos específicos

1. Investigar los principios del ordeño mecánico y su beneficio a productores de leche.
2. Indagar los métodos, materiales y el análisis de resultado de un ordeño.
3. Simular los elementos y sistemas del ordeño mecánico con intercambiador de calor.

2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Las actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados se detallan en la tabla 2.3, todas las actividades sintetizan el diseño del ordeño mecánico móvil con intercambiador de calor en el rancho “Mira loma”

Tabla 2.3 Actividades en función de los objetivos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDAD
1. Investigar los principios del ordeño mecánico y su beneficio a productores de leche.	a) Recolección de información con el propietario del rancho e agregarle un plus.
	b) Investigación en fuentes bibliográficas con respecto al tema.
	c) Clasificación de los tipos de ordeños existentes.
	a) Estudio de los métodos que se utiliza para el funcionamiento del ordeño.

2. Indagar los métodos, materiales y el análisis de resultado de un ordeño.	b) Estudio del comportamiento de cada uno de los equipos.
	c) Selección de los equipos y materiales que cumplan con las necesidades y las características para el correcto funcionamiento.
3. Simular los elementos y sistemas del ordeño mecánico con intercambiador de calor.	a) Construcción de planos y piezas del ordeño mecánico móvil con sus respectivas dimensiones.
	b) Selección del intercambiador de calor con determinada capacidad de carga.
	c) Simulación de los flujos que actúan al interior del intercambiador.

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2019)

3. MARCO TEÓRICO

Los siguientes numerales de la propuesta tecnológica detallan el argumento científico y técnico para el diseño del ordeño mecánico con un intercambiador de calor para la limpieza de los conductores de leche (mangueras y pezoneras) en el rancho “Mira loma”. Dentro de los antecedentes de la propuesta tecnológica no existe trabajos similares al prototipo de intercambiador de calor en los repositorios de las Universidades y Escuelas Politécnicas de Ecuador, pero si existe información inherente a diseños de ordeños mecánicos para pequeños ganaderos, como es el caso de la investigación Castillo Montalván Edgar Rubén, con el tema “Implementación de una ordeñadora móvil de dos puestos para pequeños productores en la parroquia san juan de la provincia de Chimborazo”, del cual se obtuvo como resultados que Ergonómicamente es más factible un sistema de ordeño mecánico.

3.1. ESTUDIOS DE PRECEDENTES REFERENTES A LOS ORDEÑOS MECÁNICOS

Los equipos mecánicos dedicados al agro en Ecuador, son de gran importancia para la debida explotación de los recursos naturales casi ilimitados que este país presenta.

El sector ganadero es una de las venas económicas de este país. Un estudio realizado por el Gobierno Provincial de Chimborazo muestra que la tendencia al cambio de actividad económica se inició en el 2012, pero se intensificó al año siguiente. En ese período, la cantidad de hectáreas cultivables con pastos y forrajes para alimento de los bovinos se incrementó de 96 000 a 103 977 [4].

Resolución N.217 AGROCALIDAD: Guía de Buenas Prácticas Pecuarias de Producción de Leche. El ámbito de aplicación incluye los predios de producción de ganadería de leche, en los que se contempla la infraestructura, las instalaciones, los equipos, los utensilios, los insumos pecuarios, el agua y el personal sometido a las regulaciones de la Guía de Buenas Prácticas Pecuarias de Producción de Leche. [5]

Tomando en cuenta lo antes mencionado y debido a que el sector ganadero no es nada nuevo para la economía como también que vale la pena su explotación industrial, se presenta la inquietud por indagar sobre el proceso de ordeño de ganado vacuno, de tal manera cumplir con las normas de AGROCALIDAD en el proceso de extracción de leche.

Este proceso tan explotado alrededor del mundo, se ha apoyado de manera técnica desde hace ya varios años, desde que surge la necesidad de obtener la leche de una forma más productiva y efectiva. A este proceso, se le ha llamado ordeño mecánico ya que se cambia la mano de obra humana por sistemas técnicos (máquinas), los cuales son capaces de elaborar esta tarea tan tediosa para reducir tiempos de ordeño, mejorar la higiene y aumentar la rentabilidad del negocio de venta de leche debido a la ganancia de litros de leche por operario en comparación al ordeño manual [6]. Los ordeños mecánicos son máquinas seguras que a lo largo del tiempo se han ido afianzando a base de normativas (UNE 68050. Instalaciones de ordeño, construcción y funcionamiento) que brindan las debidas garantías de su correcto funcionamiento, para no causar daño alguno en los animales que están inmersos en este proceso.

3.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE ORDEÑO EN EL RANCHO MIRA LOMA

Actualmente en el Rancho Mira Loma menciono el propietario se realiza el proceso de ordeño de forma tradicional es decir se realiza presionando los pezones con la mano para este proceso se utiliza dos personas para extraer la leche, actualmente cuentan con 20 vacas en producción, pero supo mencionar que tiene planes para implementar paulatinamente más vacas después de la implementación del ordeño mecánico ya que está seguro que esta maquinaria será de gran ayuda para su explotación ganadera [7], haciendo menos tediosa la tarea de extracción de leche y reduciendo el tiempo de ordeño y teniendo en cuenta que para realizar el lavado de los conductores de leche (mangueras, pezoneras) contara con agua caliente en ese mismo instante por ende no tendría que transportarla de otro lugar. De tal manera mejorara la higiene y limpieza en el equipo de ordeño.

3.3. ANÁLISIS DE PRODUCTOS SIMILARES EN EL MERCADO

Los ordeños mecánicos han tomado un gran auge en la producción de leche en todo el mundo, esto como una solución a la optimización en tiempo y disminución de la mano de obra, en el mercado existen una gran variedad de ordeños mecánicos portátiles de diferente procedencia y varios precios, uno de los más comercializados es el portátil de dos puestos.

La diferencia en el ordeño mecánico propuesto sería el número de puestos diferente a los existentes en el mercado ya que será de gran utilidad y de fácil movilidad y además dando como un plus el intercambiador de calor el mismo que utilizara los gases residuales de escape producto de la combustión interna de tal manera permitirá calentar 10 litros de agua, que se necesita a cierta temperatura para una limpieza de conductores de leche del ordeño, de tal manera conservando la higiene en el proceso de extracción de leche.

3.4. HISTORIA DEL ORDEÑO MECÁNICO

Los primeros intentos por sustituir la milenaria práctica de extraer la leche manualmente se iniciaron en 1836. En los comienzos se utilizó simplemente un tubo metálico o cánula inserta en el pezón para permitir la salida de leche por gravedad y aprovechando la presión intramamaria.

La primera patente de esta máquina de ordeña le perteneció a Blurton en 1836, quien unía las cuatro cánulas a un embudo suspendido del propio animal. Aun cuando el riesgo de dañar el pezón era evidente, otros siguieron este ejemplo y la idea fue desarrollada comercialmente [8].

En 1851 Hodges y Brockedon, inventores Británicos, fueron los primeros en incorporar el concepto de vacío al ordeño. Este concepto fue perfeccionado por Colvin en USA, quien en 1860 presenta en el mercado una máquina de ordeñar que consistía en una bomba de diafragma sobre la cual montó cuatro embudos. Los embudos quedaban adosados a la base de la glándula y al accionar la bomba los pezones quedaban sometidos a la acción del vacío, logrando de esta forma la abertura del esfínter por el aumento en la diferencial de presiones [8].

En 1863, Luis Grosste, hojalatero francés, inventó una máquina de ordeña por vacío en la cual los embudos (pezoneras) y los tubos de leche son de caucho, los que conectan a un tarro lechero e incorpora una bomba de vacío a pistón accionada en forma manual. A partir de 1878 inventores de distintos países europeos y de Norteamérica pensaron en reemplazar la presión negativa por una presión positiva ejercida sobre el lumen del pezón, tratando de imitar el accionar de la mano.

A partir de 1922 se produce un gran avance en el desarrollo de la máquina a través de los trabajos de Hosier, quién incorpora la idea del transporte de leche por cañería, los receptáculos de leche para más de una unidad de ordeña, el enfriamiento y el almacenamiento de leche en estanque. Por esta época comienza a desestimarse el uso de máquinas con pezoneras de una cámara, para dominar el mercado las pezoneras de doble cámara con sistemas de pulsación. El desarrollo desde 1920 en adelante tiene principios básicos que son la eficiencia en el uso de la mano de obra, y la facilidad para higienizar los equipos, manteniéndose siempre el principio básico al cual se le van introduciendo pequeñas modificaciones de forma y no de fondo [8].

Como se menciona anteriormente los equipos de ordeños se han ido modificando y adaptando a nuevas tecnologías y en la actualidad existen desde los más básicos hasta los más avanzados con ayuda de sensores e inteligencia artificial pero conservando el mismo principio.

3.5. PRINCIPALES SISTEMAS DE ORDEÑO

Se pueden considerar dos sistemas de ordeño básicamente diferentes: el ordeño móvil y el ordeño en sala o fijo.

3.5.1. Ordeño en sala o fijo

En el ordeño en sala es la vaca la que tiene que trasladarse desde el potrero hasta el lugar de ordeño y el operario solo se mueve en una zona limitada (foso de ordeño). Cada uno de estos sistemas de ordeño está ligado a un tipo de alojamiento concreto. El ordeño en plaza se utiliza en los establos trabados y el ordeño en sala en las estabulaciones libres. Como el ordeño debe de ser una parte armónica con el sistema general de producción de una explotación, no se debe diseñar una sala de ordeño en una estabulación trabada ni viceversa, en la figura 3.1 se muestra los tipos de sistemas de ordeño que se utiliza en el ordeño en sala.

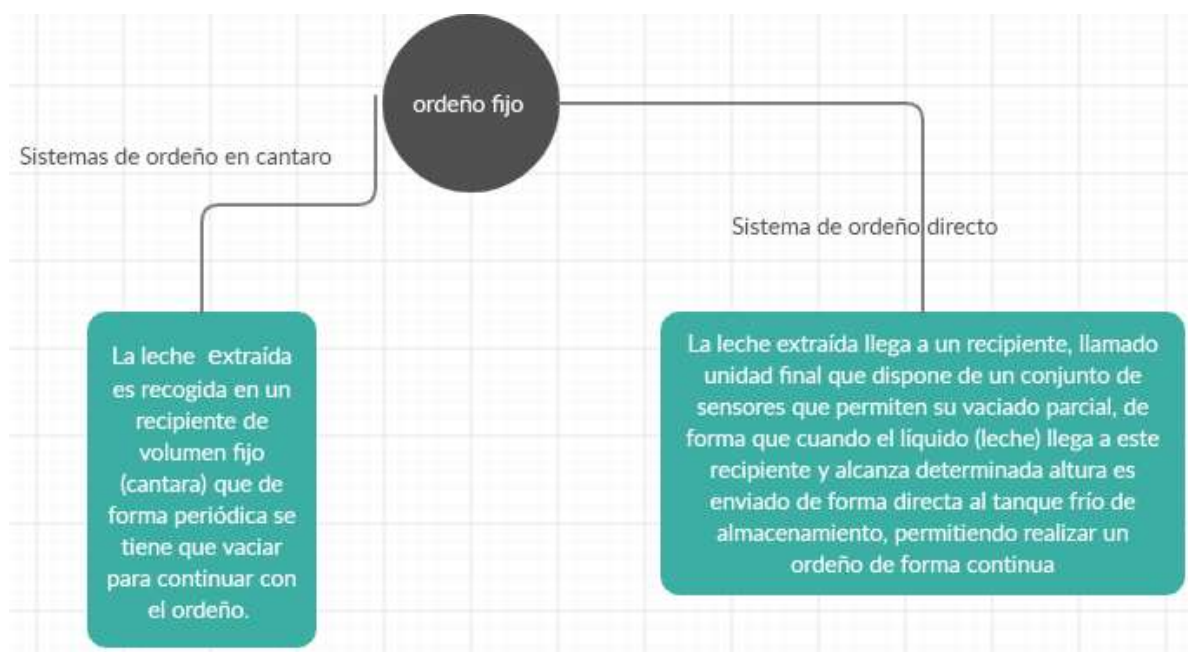


Figura 3.1. Tipos de ordeños fijos
 Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2019)

El ordeño mecánico fijo tiene algunas ventajas y desventajas de las cuales en la tabla 3.1 se dan a conocer las principales:

Tabla 3.1. Ventajas y desventajas del ordeño fijo

ORDEÑO MECÁNICO FIJO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Aumento de la producción de leche, reducción de la mano de obra	Alta inversión en la compra de la máquina y construcción de la sala de ordeño
Reducción en la contaminación de la leche	Desconocimiento del equipo y su funcionamiento
Un mayor número de animales ordeñados en menor tiempo.	Falta de personal técnico para efectuar el mantenimiento
Sencillez en el servicio y mantenimiento	Un Habito más extenso de higiene

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2019)

3.5.2. Ordeño en potrero

El sistema de ordeño en potrero o móvil es donde la vaca se encuentra en el potrero de pastoreo y es el operario el que se mueve con la máquina hacia el potrero en el momento del ordeño. El

operario va trasladando con él cantaros o tanques para el ordeño, según sea el caso, el ordeño no es continuo debido a que se llena el bote y debe ser reemplazado. En la tabla 3.2 se muestra las principales ventajas y desventajas para este tipo de ordeño.

Tabla 3.2. Ventajas y desventajas del ordeño móvil

ORDEÑO MECÁNICO MÓVIL	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Menor inversión en las instalaciones	Desconocimiento del equipo y su funcionamiento
Mayor factibilidad de movimiento.	Hábitos de higiene
Menor tiempo en el proceso de extracción	
Sencillez en el servicio y mantenimiento	

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2019)

De los sistemas de ordeños mecánicos se concluye que:

Los sistemas de ordeño se pueden seleccionar debido a algunos factores tales como número de vacas, sistema de alimentación, ergonomía y seguridad y otros, lo que puede ayudar a elegir el sistema más adecuado según las características especiales de cada explotación se puede basar prácticamente de las “UPAs que tiene tres categorías y varias subcategorías” como se aprecia en la tabla 3.3. (UPAs, 1990).

Tabla 3.3. Tamaño de las propiedades

UPAs pequeña	UPAs medianas	UPAs grandes
De 1 hasta menos de 5 ha (en la sierra)	De 5 hasta menos de 20 ha (en la sierra)	De más de 20 ha (en la sierra)
De 1 hasta menos de 50 ha (en la costa)	De 50 hasta menos de 100 ha (en la costa)	De más de 100 ha (en la costa)

Fuente: (UPAs, 1990).

3.6. COMPONENTES DEL ORDEÑO MECÁNICO

A continuación, se irá describiendo detalladamente cada uno de los componentes básicos que conforman un ordeño mecánico que se muestran en la figura 3.2.

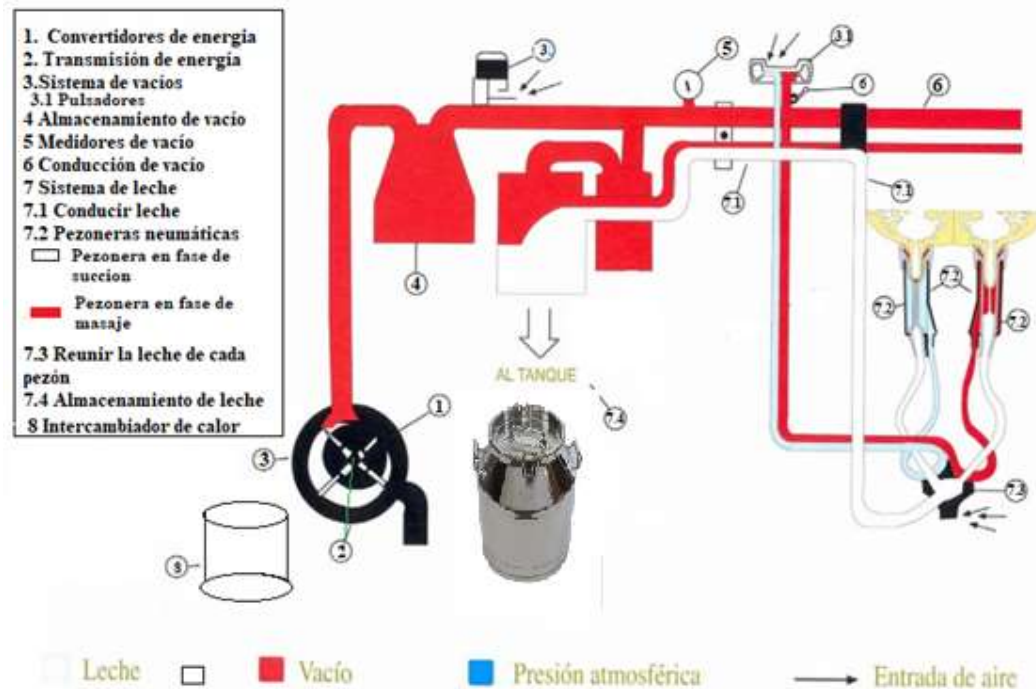


Figura 3.2. Componentes de un ordeño mecánico
 Fuente: [9]

3.6.1. Convertidores de energía

El objetivo de un generador eléctrico portátil es suministrar electricidad de forma temporal usando combustible fósil. El motor quema el combustible y mueve un eje que hace girar un electroimán que está dentro de la bobina.

3.6.2. Transmisión de energía

Las poleas no son más que una rueda (llanta) con un agujero en su centro para acoplarse a un eje en torno al cual giran. Para asegurar el contacto entre polea y correa se talla en la polea un canal que soporta la correa.

3.6.3. Sistema de vacíos

La bomba de vacío es un equipo diseñado para extraer gases del interior de recipientes, redes de tuberías o en cualquier proceso donde se requiera reducir la presión interior de un sistema, a valores inferiores a la atmosférica.

Existen diferentes diseños, siendo los más habituales las bombas de pistón, tornillo, paletas, lobulares, de diafragma o de anillo líquido.

El funcionamiento es similar al de su compresor homólogo, pero con la diferencia de que está pensada para aspirar y no para comprimir el aire o gas que aspira.

3.6.4. Almacenamiento de vacío

Es una válvula, manual o automática, que permite la conexión y desconexión de las unidades de ordeño y otros dispositivos de que funcionan con vacío, al sistema de vacío. Estos grifos están empleados en la conducción de aire y vacío.

3.6.5. Medidores de vacío

Indica el nivel de vacío con el que trabaja la máquina. Debe estar ubicado antes de la primera unidad de ordeño y en un lugar bien visible para los trabajadores.

3.6.6. Conducción de vacío

La conducción de vacío se realiza por medio de tubería PVC utilizando accesorios extras de PVC, como son codos y uniones en donde surgen pérdidas de presión para las cuales se debe realizar cálculo correspondiente.

3.6.7. Sistema de leche

Dentro del subsistema de leche se cuenta de algunas partes que son muy importantes y al igual de los demás equipos tienen pérdidas de presión del vacío por lo cual se va a tener en cuenta a los equipos con menores pérdidas cuando esté en funcionamiento cada uno de ellos. Por lo cual utilizando los métodos y las herramientas adecuadas nos permitirá tener una satisfacción por lo cual comenzamos a ver los siguientes métodos:

3.6.7.1. Conducir leche

Para la conducción de la leche tenemos tres alternativas que se toma en cuenta al momento de diseñar un ordeño mecánico como son la de tubería, manguera y canal, para el ordeño utilizaremos lo que es la tubería por lo cual necesitamos saber el diámetro interior adecuado para el sistema.

3.6.7.2. Pezoneras neumáticas

Es el elemento más importante en el equipo de ordeño ya que su función es directamente con la glándula mamaria, la efectividad depende mucho del diseño, material de construcción y duración la misma que se debe cambiar cada 2000 a 2500 ordeños.

3.6.7.3. Reunir la leche de cada pezón

Su función principal es recibir la leche de las 4 pezoneras y la canaliza al tubo de leche, para su peso no debe pasar más de 3 kg con las pezoneras y la capacidad mínima es de 80-90 cm³, tiene

un orificio que ingresa aire controlada (7 l/min) para facilitar el ascenso de la columna de leche en el tubo largo de leche.

3.6.7.4. Almacenamiento de leche

Depósito que recibe la leche bajo vacío de la línea de leche y está diseñado para evitar la formación excesiva de espuma.

3.7. INTERCAMBIADOR DE CALOR

Un equipo de intercambio de calor es el que transfiere energía térmica desde una fuente o un fluido a alta temperatura hacia un fluido a baja temperatura con ambos fluidos moviéndose a través del aparato. Esta transferencia puede realizarse por contacto directo entre los fluidos o a través de una pared que separa la fuente y el fluido o los fluidos.

Calor: Transferencia de energía térmica (es decir, de energía y entropía). Ocurre siempre desde un material caliente a uno más frío. La transferencia de calor puede cambiar la energía interna de los materiales.

3.7.1. Fundamentos de la transferencia de calor

La transferencia de calor clásica ocurre solamente a través de los procesos de conducción, convección, radiación o cualquier combinación de ellos como se observa en la figura 3.3. La transferencia de calor asociada al cambio de fase de una sustancia (como, por ejemplo, la asociada al proceso de ebullición del agua líquida) a veces se considera como un tipo de convección. La definición de estos procesos es la siguiente:

- **Conducción:** Es un proceso mediante el cual fluye el calor desde una región alta de temperatura o a otra de baja temperatura dentro de un medio (sólido, líquido y gaseoso), o entre medios diferentes que estén en contacto físico directo. La energía se transmite por comunicación molecular sin desplazamiento apreciable de las moléculas.
- **Convección:** Es un proceso de transporte de energía por la acción combinada de conducción de calor, almacenamiento de energía y movimiento de mezcla. Tiene gran importancia como mecanismo de transferencia de energía entre una superficie sólida, líquido o gas.

- Radiación: Es un proceso por el cual fluye calor desde un cuerpo de alta temperatura a uno de baja temperatura, cuando estos están separados por un espacio, incluso puede ser el vacío.

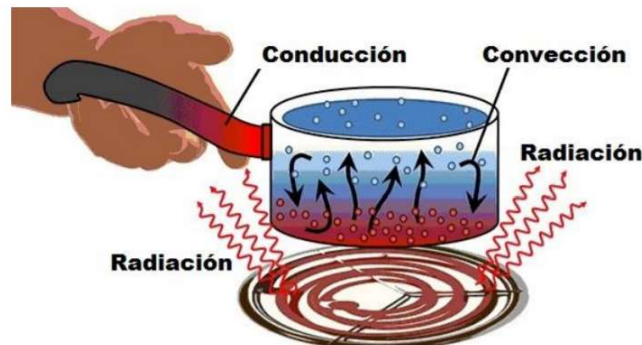


Figura 3.3. Fundamentos de transferencia de calor
Fuente: [10]

3.7.2. Clasificación según características de construcción

Los intercambiadores de calor son frecuentemente caracterizados por características de construcción. Los cuatro principales tipos de construcción son:

- Intercambiadores de calor de placas
- Intercambiadores de calor de casco y tubos
- Intercambiadores de calor tipo tubo espiral
- Intercambiador de calor tipo serpentín

3.7.2.1. Intercambiadores de calor tubular

Este intercambiador es generalmente construido por tubos circulares, elípticos, rectangulares, redondos y planas como se aprecia en la figura 3.4. Existe una considerable flexibilidad en el diseño, porque la geometría puede variar fácilmente cambiando el tubo de diámetro, posición y longitud. Este intercambiador de calor es diseñado para presiones relativamente altas. Se utilizan principalmente líquido-líquido y líquidos con cambios de fase (condensación y evaporación). Se utilizan para gas-líquido y gas-gas en las aplicaciones de transferencia de calor en las que la temperatura y presión de funcionamiento son muy altas. [11]



Figura 3.4. Intercambiador de calor tubular

Fuente: [11]

3.7.2.2. Intercambiadores de calor de placas

Consisten en una estructura con placas metálicas generalmente corrugadas y montadas a presión, que forman el área necesaria para la transferencia de calor, con orificios de acuerdo a la disposición de flujo. Estos intercambiadores no pueden soportar altas presiones ni temperaturas, se puede apreciar un ejemplo de ellos en la figura 3.5. [11]

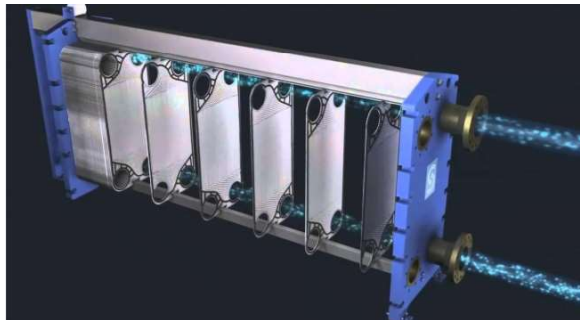


Figura 3.5. Intercambiador de calor de placas

Fuente: [11]

3.7.2.3. Intercambiadores de calor de carcasa y tubos

Los intercambiadores de calor de tipo carcasa y tubos son aquellos en los cuales ocurre transferencia de calor entre dos corrientes fluidas que no se mezclan o que no tienen contacto entre sí. Las corrientes de fluido que están involucradas en esa forma, están separadas entre sí por una pared de tubo, o por cualquier otra superficie, la cual forma el camino de transferencia del calor. Este intercambiador es construido para evitar fugas, por facilidad de limpieza, y para controlar más fácilmente la corrosión como se representa en la figura 3.6. [11]

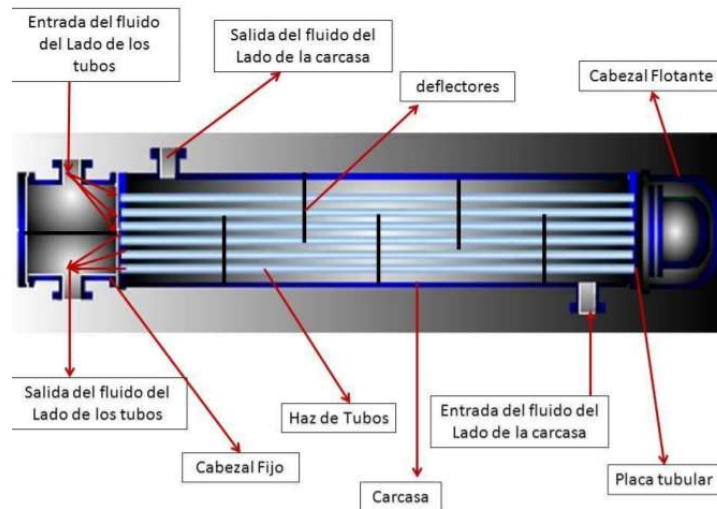


Figura 3.6. Intercambiador de calor de carcasa y tubo
Fuente: [11]

3.7.2.4. Intercambiador de calor tipo tubo espiral

Este intercambiador consiste en una o más bobinas en forma de espiral colocadas dentro de un depósito como se aprecia en la figura 3.7. La tasa de transferencia de calor asociada con un tubo en espiral es mayor que la de un tubo recto. La desventaja de este intercambiador es la limpieza del mismo. [11]

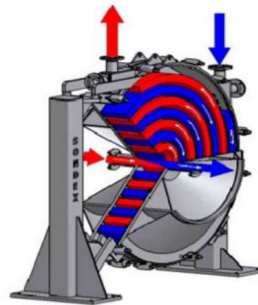


Figura 3.7. Intercambiador de calor tipo tubo espiral
Fuente: [11]

3.7.2.5. Intercambiador de calor tipo serpentín

Un intercambiador de serpentín es un simple tubo, por el que discurre el fluido a una temperatura, que se dobla en forma helicoidal y se sumerge en el líquido que se encuentra a otra temperatura para que se pueda producir el intercambio. Se usa normalmente para tanques y puede operar por convección natural o forzada como se aprecia en la figura 3.8. Debido a su bajo costo y rápida

construcción se improvisa fácilmente con materiales abundantes en cualquier taller de mantenimiento [12].



Figura 3.8. Intercambiador de calor tipo serpiente
Fuente: [12]

4. METODOLOGÍA

El presente capítulo conlleva al estudio de los métodos empleados para el cálculo de cada uno de los equipos que serán utilizados para la implementación de la ordeñadora mecánica con el debido dimensionamiento, empleando las normas adecuadas que son para la construcción e instalación de ordeños que permita tener un resultado favorable de esa manera satisfacer las necesidades del propietario y asegurar el bienestar del animal.

4.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

Para realizar los cálculos de dimensionamiento del ordeño mecánico se desarrolla mediante unas formulas establecidas (UNE 68050. Instalaciones de ordeño, construcción y funcionamiento), con las cuales se calcula las medidas básicas partiendo de unos datos de entrada como son: altura del sitio de ordeño, cantidad de vacas a ordeñar simultáneamente, a longitud del sistema de línea de vacío y la respectiva presión de vacío de operación deseada o de trabajo [13]. A continuación, se mencionan los cálculos de dimensionamiento para el ordeño mecánico con las características específicas del sector.

El equipo de ordeño estará ubicado en la comunidad de Balcashi, parroquia Quimiag perteneciente al cantón Riobamba, de la provincia de Chimborazo, se encuentra aproximadamente a 3000 metros sobre el nivel del mar, y el sistema será utilizado para ordeñar 3 vacas paralelamente. El equipo

será manejado por un dos operario, el mismo que coloca las unidades de ordeño con intervalos de 30 segundos para compensar el ciclo consecutivo del sistema. La presión de vacío de trabajo del sistema de trabajo se recomienda de 48 a 50 Kpa, de acuerdo a [14]. La longitud de la tubería necesaria para el sistema de vacío es aproximadamente 2 metros, puesto que corresponde a un equipo portátil y compacto de tres puestos de ordeño [13].

A continuación en la tabla 4.1 se da a conocer las fases que se debe tener en cuenta al momento de elaborarse un ordeño mecánico.

Tabla 4.1 Fase de diseño

FASE DE DISEÑO	HERRAMIENTAS REQUERIDAS
Idealización del diseño	Modelo geométrico
Parámetros y métodos	Delimitar el sistema
Modelo del diseño y simulación	Herramientas anteriores más la utilización de herramientas tecnológicas que permitan el ensamble y modelado.
Análisis y evaluación del diseño	Herramientas de medida, tolerancia, materiales y evaluaciones por el software.

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020)

Para realizar el diseño estructural se realiza con la facilitación del programa SolidWorks que es un software muy eficiente para el modelado de sistemas estructurales el mismo que presenta licencia estudiantil para la ejecución y análisis en el mismo. En base a los escenarios establecidos se puede proponer un diseño estructural en base a la facilidad de manipulación y movilización, en consideración con la norma según Norma UNE – 68050

4.2. PORTADORES DE FUNCIÓN

A continuación, se va a describir cada uno de los elementos que se van a emplear en la construcción del ordeño mecánico móvil con lavado de ubres.

4.2.1. Sistema de vacíos

El funcionamiento de un sistema de vacío es similar al de un compresor homólogo, pero con la diferencia de que está pensada para aspirar y no para comprimir el aire o gas que aspira.

➤ **Método de cálculo del caudal de la bomba**

Para garantizar el correcto funcionamiento del ordeño, es necesario obtener el flujo mínimo del sistema con el cual se puede cubrir posibles cambios bruscos de caudal, producidas por caídas accidentales de las pezoneras en las unidades de los demás equipos en su respectivo funcionamiento, dichas caídas afectarían en la presión el caudal.

Pérdidas en los equipos de ordeño

Consumo de unidades (CU)

Este consumo está relacionado con el número de puestos instalados.

$$CU = 40 \frac{l}{min} \cdot n \quad Ec. 4.1$$

n= número de unidades

Reserva efectiva (RE)

Nos garantiza el flujo necesario para el correcto funcionamiento en caso que exista variaciones bruscas por caídas de pezoneras.

$$RE = 80 \frac{l}{min} + (25 \cdot n) \quad Ec. 4.2$$

Dónde:

n= número de unidades

Pérdidas en el sistema de leche (FL)

Se da esta pérdida por el transcurso de la línea de extracción de la leche.

$$FL = 10 + (2 \cdot n) l/min \quad Ec. 4.3$$

Donde

n= número de unidades

Pérdidas de regulación (PR)

Esta pérdida es una parte de la reserva efectiva, ya que esta cantidad se necesita que el regulador de vacío esté en funcionamiento.

$$PR = \frac{0,1}{0,9} \cdot RE l/min \quad Ec. 4.4$$

Donde

PR= pérdidas de regulación (l/min)

Fugas en las líneas de aire (FLA)

Son pérdidas de flujo por posibles fugas en el sistema de vacío

$$FLA = \frac{5}{95} (CU + RE + FL + PR) \text{ l/min} \quad \text{Ec. 4.5}$$

Donde

RE= Reserva efectiva (l/min)

FL= pérdidas en el sistema de leche (l/min)

PR= pérdidas de regulación (l/min)

CU= Consumo de unidades (l/min)

Demanda total del vacío (DT)

En esta parte se sumará todas las pérdidas del flujo.

$$DT = CU + PR + FL + RE + FLA \text{ l/min} \quad \text{Ec. 4.6}$$

Donde

RE= Reserva efectiva (lt/min)

FL= pérdidas en el sistema de leche (lt/min)

PR= pérdidas de regulación (lt/min)

CU= Consumo de unidades (lt/min)

4.2.2. Capacidad de la bomba de vacío

Con respecto a la demanda total de vacío y con el flujo total hallada se considera el factor de corrección con respecto a la altitud en la parte que va ser implementada ya que es un factor en el rendimiento del ordeño, de esta forma se encontraba la bomba de vacío que cubra la necesidad para el sistema, en este caso el rancho “Mira Loma” se encuentra ubicado a 3000 msnm.

Para esta selección se tiene la tabla 4.2 con diferentes altitudes y sus factores se detallan a continuación:

Tabla 4.2. Factores de corrección vs nivel de vacío y presión atmosférica.

		Factor de corrección		
Altitud (m)	Presión atmosférica estándar (kPa)	40 kPa	45 kPa	50kPa
<300	100	0,80	0,89	1,00
300 a 700	95	0,84	0,94	1,07
700 a 1200	90	0,88	1,00	1,16
1200 a 1700	85	0,93	1,08	1,28
1700 a 2200	80	1,00	1,19	1,45
2200 a 280	72	1,11	1,36	1,65
2800 a 3300	53	1,37	1,76	2,10

Fuente: Dimensionamiento ISO.

En esta tabla se puede apreciar las diferentes altitudes y sus factores de corrección que permitirá seleccionar la bomba adecuada para el sistema.

La relación que se realizará para encontrar la capacidad de la bomba será:

$$FDs = DT \cdot Fc \quad \text{Ec. 4.7}$$

FDs= Flujo que demanda el sistema (l/min)

DT= Demanda total de vacío (l/min)

Fc= Factor de corrección a la altitud de donde se va implementar

4.2.3 Método de cálculo para el diámetro de la tubería

El dimensionamiento de la tubería de la línea de vacío, para lo cual se plantea estos parámetros y condiciones:

- Condiciones del aire en el lugar
- Densidad del aire en kg/m³
- Temperatura del lugar en °C
- Viscosidad cinemática m²/s

Parámetros de diseño

A continuación en la tabla 4.3 se detallan parámetros claves:

Tabla 4.3. Factores de corrección vs nivel de vacío y presión atmosférica.

Magnitud	Símbolo	Unidad de medida	Aplicación
Caudal	Q	l/min	Capacidad de la bomba
variación de presión de vacío	ΔP max	kPa	La máxima variación de presión no debe ser superior a 3 kPa
Velocidad	V	m/s	La velocidad de flujo en la línea de vacío debe ser ≤ 10 m/s

Fuente: [13]

Condiciones de la tubería

Se tomará las siguientes condiciones de la tubería:

- Rugosidad en metros (m).
- Longitud real en metros (m).
- Diámetro interno en (mm).
- Longitud diseño (m).

Para el dimensionamiento de la tubería de vacío se requiere conocer el diámetro interno que se explica en la Ec 4.8, por lo cual se tomará un estimado hasta encontrar uno el cual satisfaga necesidades del sistema como variación de presión y velocidad de flujo.

4.3. SISTEMA DE LECHE

Dentro del subsistema de leche se cuenta de algunas partes que son muy importantes y al igual de los demás equipos tienen pérdidas de presión del vacío por lo cual se va a tener en cuenta.

4.3.1. Reunir la leche de cada pezón

Colector.- Su función principal es recibir la leche de las 4 pezoneras y la canaliza al tubo de leche, para su peso no debe pasar más de 3 kg con las pezoneras y la capacidad mínima es de 80-90 cm³, tiene un orificio que ingresa aire controlada (7 l/min) para facilitar el ascenso de la columna de leche en el tubo largo de leche, como se representa en la figura 4.1.



Figura 4.1. Recolector de leche

Fuente: [15]

Pezionera.- el elemento más importante en el equipo de ordeño ya que su función es directamente con la glándula mamaria, la efectividad depende mucho del diseño como se aprecia en la figura 4.2, material de construcción y duración la misma que se debe cambiar cada 2000 a 2500 ordeños.



Figura 4.2. Pezoneras
Fuente: [15]

4.3.2. Subsistema De Pulsado

La función de este subsistema, es la de crear alternadamente en la cámara de aire, una fase de vacío seguida de una fase de presión atmosférica. De esta forma se consigue la normal circulación de sangre en los tejidos del pezón, evitando dolores y acumulación de sangre en la boca del pezón [16].

Los tiempos en los cuales el sistema realiza cada una de las fases (ordeño y masaje), pueden ser variables y se presentan en relación ordeño/masaje, por ejemplo: 70:30, 65:35, 60:40, 50:50. Según la norma ISO 5707, se especifica que en relación ordeño/masaje, se debe evitar la relación 50:50 con pulsadores de pulsación alternada (pulsación delantera y pulsación trasera); esta norma también especifica que la frecuencia de pulsación (ciclos/min) para ordeño de vacas y búfalas debe estar en el rango 55-65 ciclos/min. Normalmente el tiempo de apertura de ordeño es tres veces el tiempo de masaje, por lo que la relación de pulsación es de 3:1; aunque la relación óptima es de 60:40 [16].

- **Pulsador:** Es la unidad funcional del sistema de pulsado. Se encarga de producir cambios cíclicos de presión, en la cámara de pulsación. Su funcionamiento se basa en el desplazamiento de una pieza móvil la cual conecta alternadamente la cámara de pulsación con vacío o presión atmosférica.
- **Tubería de pulsación:** Son tubería que van desde el regulador de vacío hasta el pulsador, y da la alimentación de vacío necesaria por estos.

4.4. TRANSMISIÓN DE ENERGÍA

Es un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina entre los más importantes:

- ✓ **Por poleas:** Las poleas no son más que una rueda (llanta) con un agujero en su centro para acoplarla a un eje en torno al cual giran como se indica en la figura 4.3. Para asegurar el contacto entre polea y correa se talla en la polea un canal que soporta la correa.

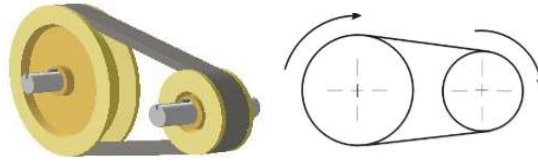


Figura 4.3. Transmisión de poleas.
Fuente: (Focus educational).

En un sistema de transmisión de poleas son necesarias dos de ellas:

- Una conductora, de entrada o motora, que se solidariza a un eje movido por un motor.
- Otra conductiva, de salida o arrastrada, también acoplada a un eje y que es donde encontramos la resistencia que hay que vencer.

4.4.1. Selección De Poleas

Para la selección de poleas la mayoría de fabricantes emiten un criterio de selección teniendo en cuenta los l/min que requiere el sistema en base a las RPM generadas por el motor.

Cálculo de la relación de transmisión K

$$K = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{Ec 4.8}$$

Donde:

n_1 = Número de revoluciones entrada (motor)

n_2 = Número de revoluciones salida (bomba)

Cálculo de coeficiente de corrección de potencia

$$P_c = P \cdot C_c \quad \text{Ec 4.9}$$

Donde:

P= Potencia motor

C_c = Coeficiente de corrección

Donde el coeficiente de corrección de potencia se da a conocer en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Convertidores de energía

Valores de C de corrección de potencia, según las condiciones de trabajo y naturaleza de la carga

Tipo de servicio	Condiciones de trabajo	Motor eléctrico	Motor gasolina	
			n cil. ≥4	n cil. <4
Ligero	Servicio intermitente de funcionamiento ≤ 6 horas diarias ninguna punta de carga.	1	1,1	1,2
Normal	Servicio intermitente de funcionamiento 6-16 horas día	1,2	1,3	1,4

Fuente: Daniel Carranza, Cristian Lozada

Una vez que se obtiene los datos solicitados en las ecuaciones anteriores se basa en la figura 4.4 para obtener el tipo de polea que se empleara.

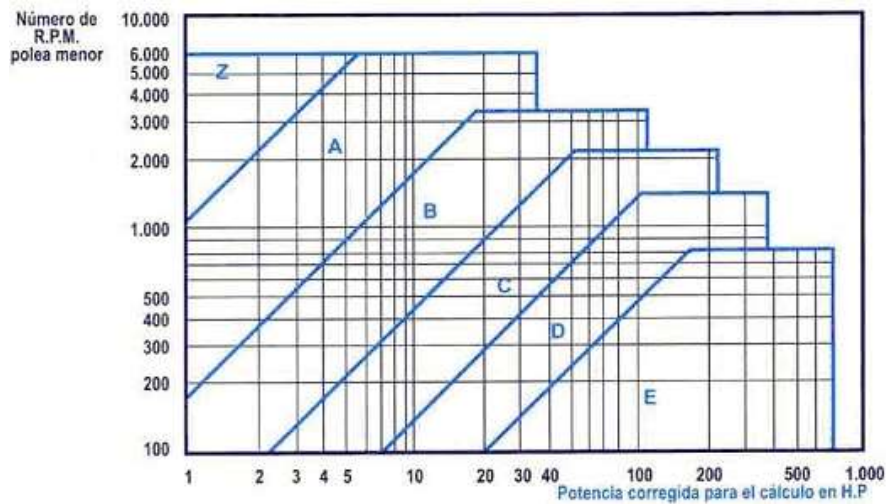


Figura 4.4. Convertidores de energía

Fuente: [17]

Distancia entre ejes

Se utilizará la siguiente ecuación para el cálculo de la distancia entre ejes:

$$L \geq \frac{(K+1)d}{2} + d \quad ; \quad \text{Para } 1 \leq K < 3 \quad \text{Ec. 4.10}$$

Donde:

K = Relación de transmisión

d = diámetro primitivo de polea menor (recomendado por el fabricante)

4.5. CONVERTIDORES DE ENERGÍA

En la tabla 4.5 se da a conocer los principales ventajas y desventajas del motor de combustión interna que se empleara debido a la fácil de movilidad y a la generación de gases residuales que facilita el diseño de un intercambiador de calor y la movilidad del ordeño dentro del predio.

Tabla 4.5. Motor a gasolina

CONVERTIDORES DE ENERGÍA

TIPOS	Ventajas	Desventajas
MOTOR GASOLINA	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor eficiencia en la relación potencia/peso • Menor peso • Mejor respuesta a bajas RPM • Bajo costo de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de contaminación • Consumo de combustible

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020)

4.6. REQUERIMIENTO Y CONSIDERACIONES PARA DISEÑAR UN INTERCAMBIADOR DE CALOR

Al diseñar un intercambiador de calor, hay que tener en cuenta las características del problema específico de estudio para elegir el intercambiador más adecuado.

4.6.1. Calor intercambiado en el sistema

Para determinar el calor intercambiado en el sistema entre los gases de escape y la masa líquida se utiliza la siguiente ecuación.

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \quad \text{Ec. 4.11}$$

Donde:

\dot{Q} = Es la potencia intercambiada. (kW)

\dot{m} = Gasto másico del fluido. (kg/sg)

C_p = es calor específico del fluido evaluado a temperatura media dentro del intercambiador en (kJ/kgK).

ΔT = es la diferencia de temperaturas entre la entrada y la salida del fluido en K.

Diferencia de temperatura media logarítmica

El cálculo de la diferencia de temperatura media logarítmica ΔT_{lm} se define como:

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T1 - \Delta T2}{\ln \frac{\Delta T1}{\Delta T2}} \quad \text{Ec. 4.12}$$

Siendo los valores de $\Delta T1$ y $\Delta T2$ igual a:

$$\Delta T1 = T_{e_{GE}} - T_{e_{agua}}$$

$$\Delta T2 = T_{s_{GE}} - T_{s_{agua}}$$

$T_{e_{GE}}$ = Temperatura de entrada de los gases de escape en K.

$T_{s_{GE}}$ = Temperatura de salida de los gases de escape en K.

$T_{e_{agua}}$ = Temperatura de entrada del agua K.

$T_{s_{agua}}$ = Temperatura de salida del agua K.

4.6.2. Flujo másico de los gases de escape

Para obtener el gasto másico se debe obtener primero las siguientes temperaturas:

La diferencia de temperaturas para los gases de escape es $\Delta T_{GE} = T_e - T_s$

La temperatura media de los gases de escape $\overline{T}_{GE} = \frac{t_e + t_s}{2}$

$$\dot{m}_{GE} = \frac{\dot{Q}}{Cp_{GE} \cdot \Delta T_{GE}} \quad \text{Ec. 4.13}$$

\dot{m}_{GE} = flujo másico de los gases de escape kg/sg

\dot{Q} = Es la potencia intercambiada. (kW)

Cp_{GE} = Calor específico de los gases de escape. (kJ/kg.K)

ΔT_{GE} = Diferencia de temperatura de los gases de escape. (K)

4.6.3. Flujo másico del agua

Es necesario sacar primero la diferencia de temperaturas del agua y segundo la temperatura media del agua.

$$1.- \Delta T_{agua} = T_e - T_s$$

$$2.- \overline{T_{agua}} = \frac{t_e + t_s}{2}$$

$$m_{agua} \dot{=} \frac{\dot{Q}}{Cp_{agua} \cdot \Delta T_{agua}} \quad \text{Ec. 4.14}$$

m_{agua} = flujo másico del agua kg/sg

\dot{Q} = Es la potencia intercambiada. (kW)

Cp_{agua} = Calor específico del agua. (kJ/kg.K)

ΔT_{agua} = Diferencia de temperatura del agua. (K)

Cálculo del diámetro de paso del conducto

Se tiene que el diámetro de paso del conducto de gases de escape es igual a:

$$D_i = \sqrt{\frac{4 \cdot m_{GE}}{\rho_{int} \cdot v_{intasum} \cdot \pi}} \quad \text{Ec. 4.15}$$

D_i = diámetro interno del tubo de los gases quemados [m]

m_{GE} = flujo másico de los gases de escape [kg/sg]

ρ_{int} = densidad de los gases de escape a temperatura media [kg/m³]

$v_{intasum}$ = velocidad interna asumida [m/sg]

4.6.4. Circuito térmico

Para graficar el proceso de transferencia de calor se utiliza el circuito térmico equivalente, que se muestra en la Figura 4.5:

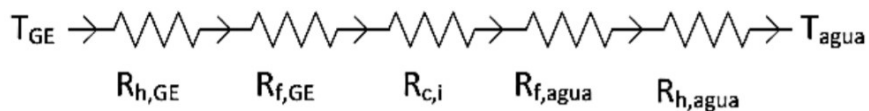


Figura 4.5. Circuito térmico equivalente.
Fuente: Carranza, D & Lozada, C. (2020).

El circuito térmico equivalente se obtiene:

$$RT = \sum R_i = R_{h,GE} + R_{f,GE} + R_{c,i} + R_{f,agua} + R_{h,agua} = \frac{1}{U.A} \quad \text{Ec. 4.16}$$

RT = Es la resistencia total del sistema [K/W]

$R_{h,GE}$ = Es la resistencia de convección interior [K/W]

$R_{f,GE}$ = Es la resistencia de ensuciamiento interna [K/W]

$R_{c,i}$ = Es la resistencia de conducción a través del tubo interior [K/W]

$R_{f,agua}$ = Es la resistencia de ensuciamiento externa [K/W]

$R_{h,agua}$ = Es la resistencia de convección exterior [K/W]

U = Es el coeficiente global de transferencia de calor [W/m²K]

A = Es el área de intercambio/ transferencia [m²]

A continuación, se definen las resistencias térmicas que componen el circuito:

Resistencias de convección interior y exterior, $R_{h,GE}$ y $R_{h,agua}$: Son las resistencias que definen el proceso de convección para el fluido interno, gases de escape y externo, agua, respectivamente. La expresión general de la resistencia térmica de convección viene dada por la siguiente ecuación:

$$R_h = \frac{1}{h \cdot A_{tr}}$$

h = Es el coeficiente de transferencia de calor por convección, [W/m²K]

A_{tr} = Es el área de transferencia de calor, [m²]

Particularizando la Ecuación (4.16) para el fluido interior y exterior, respectivamente, se tienen las siguientes ecuaciones:

- Resistencia de convección interior:

$$R_{h,GE} = \frac{1}{h_{int} \cdot A_{int}} \quad \text{Ec. 4.17}$$

- Resistencia de convección exterior:

$$R_{h,agua} = \frac{1}{h_{ext} \cdot A_{ext}} \quad \text{Ec. 4.18}$$

Donde:

h_{int} y h_{ext} son los coeficientes convectivos interno y externo, respectivamente en [W/m²K].

A_{int} y A_{ext} son las áreas de transferencia interna y transferencia externa en $[m^2]$, que se definen como:

$$A_{int} = \pi \cdot D_i \cdot L$$

$$A_{ext} = \pi \cdot D_e \cdot L$$

Siendo, L , longitud del intercambiador que se quiere determinar en $[m]$ D_i y D_e , diámetros interno y externo de tubo, respectivamente en $[m]$.

- **Resistencia de conducción a través de tubo interior, $R_{c,i}$:** la resistencia de conducción viene definida a través de la siguiente expresión:

$$R_{c,i} = \frac{\ln \frac{D_e}{D_i}}{2 \cdot \pi \cdot K_{material} \cdot L} \quad \text{Ec. 4.19}$$

Donde:

D_e y D_i son los diámetros externo e interno de tubo, respectivamente, $[m]$.

L es la longitud del intercambiador, $[m]$.

k es la conductividad térmica del material de tubo en $[W/mK]$.

- **Resistencias de ensuciamiento interna y externa, $R_{f,GE}$ y $R_{f,agua}$:**

Estas dos variables son de suma relevancia a la hora de diseñar un intercambiador que efectivamente se ajuste a las condiciones reales de operación, pues se hace necesario considerar la disminución del rendimiento del intercambiador debido a la acumulación de suciedad sobre las superficies de intercambio durante su operación. La acumulación de sustancias extrañas dependerá de la tipología y naturaleza de los fluidos en circulación, por lo que la suciedad se irá depositando tanto en la pared interna como externa de los tubos que configuran el intercambiador. En el caso particular del presente estudio:

- El fluido interno del intercambiador está constituido por gases de escape. Los gases de escape transportan consigo gran cantidad de sustancias tales como hollín o carbonilla entre otras, pues proceden del proceso de combustión del motor térmico. La presencia de todas estas sustancias en los gases de escape provocará que la acumulación de suciedades en la pared interna de tubo sea un factor a tener muy en cuenta a medida que aumenta el tiempo de funcionamiento del intercambiador.

- El fluido externo del intercambiador está constituido por agua. El agua, lógicamente, transporta consigo impurezas en forma de partículas en suspensión que se podrán depositar en las paredes externas de tubo, así como en las caras internas de carcasa. El ensuciamiento provocado por las impurezas del agua, aunque se debe tener en cuenta para que el diseño sea lo más fiel a la realidad posible, tiene un impacto menor que el sufrido del lado de los gases de escape. Con el fin de poder establecer un diseño de intercambiador fiel a la realidad, se introducen las resistencias de ensuciamiento interna y externa, $R_{f,GE}$ y $R_{f,agua}$, que cuantifican la influencia del ensuciamiento por adhesión de partículas extrañas en la transmisión global de calor del intercambiador, en forma de resistencia térmica.

Las resistencias de ensuciamiento se determinan experimentalmente por unidad de superficie y para este caso se han tomado los valores:

1. Resistencia de ensuciamiento interna correspondiente con el fluido interno, gases de escape, por unidad de superficie: $R''_{f,GE} = 0,01 \text{ [m}^2 \text{ K/W]}$.
2. Resistencia de ensuciamiento externa correspondiente con el fluido externo, agua, por unidad de superficie: $R''_{f,agua} = 0,001 \text{ [m}^2 \text{ K/W]}$.

Por lo tanto, las expresiones de las resistencias de ensuciamiento para cada uno de los fluidos vendrán definidas por las ecuaciones siguientes:

- **Resistencia de ensuciamiento interna:**

$$R_{f,GE} = \frac{R''_{f,GE}}{A_{int}} \quad \text{Ec. 4.20}$$

- **Resistencia de ensuciamiento externa:**

$$R_{f,agua} = \frac{R''_{f,agua}}{A_{ext}} \quad \text{Ec. 4.21}$$

Donde:

A_{int} y A_{ext} , son las áreas de transferencia interna y externa en $[\text{m}^2]$, definidas anteriormente mediante las Ecuaciones (4.20) y (4.21).

Definidas las resistencias térmicas del proceso, la Ecuación (4.16) puede escribirse como sigue:

$$RT = \frac{1}{h_{int} \cdot \pi \cdot D_i \cdot L} + \frac{R''_{f,GE}}{\pi \cdot D_i \cdot L} + \frac{\ln \frac{D_e}{D_i}}{2 \cdot \pi \cdot K_{material} \cdot L} + \frac{R''_{f,agua}}{\pi \cdot D_e \cdot L} + \frac{1}{h_{ext} \cdot \pi \cdot D_e \cdot L} = \frac{1}{U \cdot A} \quad \text{Ec. 4.22}$$

4.6.5. Coeficiente de transmisión de calor por convección

El coeficiente convectivo se define a continuación:

$$h = \frac{k}{D} \cdot Nu_D \quad [W/m^2K] \quad \text{Ec. 4.23}$$

Donde:

k = es la conductividad térmica del fluido evaluada a la temperatura media del mismo en [W/mK].

D =es el diámetro característico de paso del fluido en [m].

Nu_D = es el número de Nusselt, que se define en función del número de Reynolds y el número de Prandtl, aplicando la correlación empírica adecuada en cada caso.

- El número de Prandtl, se define como:

$$Pr = \frac{C_p \cdot u}{k} \quad \text{Ec. 4.24}$$

- El número de Reynolds, se define como:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad \text{Ec. 4.25}$$

Donde:

C_p = calor específico [J/kgK]

μ = viscosidad dinámica [Ns/m²]

k = conductividad térmica [W/mK], respectivamente, evaluadas a la temperatura media del fluido.

D es el diámetro característico de paso del fluido en [m].

v es la velocidad de paso del fluido en [m/s], cuyo valor se calcula a partir de la ecuación siguiente:

$$v = \frac{\dot{m}}{Ac \cdot \rho} \quad \text{Ec. 4.26}$$

Donde:

\dot{m} =es el gasto másico de fluido en [Kg/s].

Ac =es el área de paso del fluido en [m²].

ρ =es la densidad del fluido evaluada a su temperatura media en [kg/m³].

4.6.6. Fluido interno, gases de escape

Los gases de escape circulan por el interior de tubo, atravesando la sección circular del mismo.

- a. El diámetro característico de paso, D , para los gases de escape corresponde con el diámetro interno del tubo por el que circulan, D_i .
- b. El área de paso, A_c , vendrá definida por el área transversal que atraviesan los gases de escape, que corresponde con el área transversal de tubo, definida a continuación:

$$A_{ci} = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \quad \text{Ec. 4.27}$$

La correlación empírica a emplear es la correlación de Dittus-Boelter para régimen turbulento ($Re \geq 10.000$)

$$Nu = 0,023 Re^{4/5} Pr^n$$

Calentamiento: $\rightarrow n = 0,4$ enfriamiento: $\rightarrow n = 0,3$

Siendo las condiciones de aplicación:

$$0,6 \leq Pr \leq 160$$

$$Re \geq 10.000$$

4.6.7. Fluido externo (agua)

A diferencia del fluido interno, el fluido externo no circula por un conducto de sección circular, sino que lo hará por la carcasa que se disponga, por lo que se hace necesario, definir el diámetro hidráulico equivalente que dependerá del área de paso de la carcasa por la que discurre el agua.

1. El diámetro característico de paso, D , para el agua se define como el diámetro hidráulico o diámetro equivalente externo, D_{eq} , según la expresión:

$$D_{eq} = 4 \frac{A_{ce}}{P_e} \quad \text{Ec. 4.28}$$

Donde:

P_e = es el perímetro mojado por el agua [m].

A_{ce} = es el área de paso, A_c , para el agua [m].

2. La correlación empírica a emplear es la correlación de Gnielinski para régimen de transición ($2.300 \leq Re \leq 10.000$)

$$\text{Nu} = \frac{\frac{f}{8} \cdot (\text{Re} - 1000) \cdot \text{Pr}}{1 + 12.7 \cdot \frac{f^{\frac{1}{2}}}{8} \cdot (\text{Pr}^{\frac{2}{3}} - 1)} \quad \text{Ec. 4.29}$$

Nu= Nusselt

f : factor de fricción

Un nuevo factor aparece en la correlación de Gnielinski, el factor de fricción f, como consecuencia de la rugosidad de las paredes. El factor de fricción se calculará a través de la correlación de Petukhov:

$$f = (0.790 \cdot \ln \text{Re} - 1.64)^{-2} \quad \text{Ec. 4.30}$$

4.6.8. Longitud del intercambiador

Conocidos los coeficientes de transmisión de calor por convección, h_{int} y h_{ext} , la Ecuación (4.16) se puede escribir en función de la incógnita a determinar, la longitud de intercambio, L, de la siguiente forma:

$$\frac{1}{U \cdot A} = \frac{1}{L} \left[\frac{1}{h_{\text{int}} \cdot \pi \cdot D_i} + \frac{R''_{f,GE}}{\pi \cdot D_i} + \frac{\ln \frac{D_e}{D_i}}{2 \cdot \pi \cdot K_{\text{material}}} + \frac{R''_{f,agua}}{\pi \cdot D_e} + \frac{1}{h_{\text{ext}} \cdot \pi \cdot D_e} \right] \quad \text{Ec. 4.31}$$

Sustituyendo el producto $U \cdot A$ de la Ecuación (4.33) en la Ecuación (4.12) y despejando L, se obtiene finalmente la ecuación que permite calcular la longitud del intercambiador:

$$L = \frac{\dot{Q}}{\Delta T_{Lm}} \left[\frac{1}{h_{\text{int}} \cdot \pi \cdot D_i} + \frac{R''_{f,GE}}{\pi \cdot D_i} + \frac{\ln \frac{D_e}{D_i}}{2 \cdot \pi \cdot K_{\text{material}}} + \frac{R''_{f,agua}}{\pi \cdot D_e} + \frac{1}{h_{\text{ext}} \cdot \pi \cdot D_e} \right] \quad \text{Ec. 4.32}$$

Coefficiente global de transferencia de calor

El valor del coeficiente global de transferencia de calor permitirá obtener una idea de la eficiencia del modelo. Para finalizar el cálculo térmico, se calcula el coeficiente global de transferencia de calor, basado en el área superficial externa de tubo, establecido así, como se ha dicho por convenio.

$$U = \frac{1}{\left[\frac{1}{h_{\text{int}} \cdot \pi \cdot D_i} + \frac{R''_{f,GE}}{\pi \cdot D_i} + \frac{\ln \frac{D_e}{D_i}}{2 \cdot \pi \cdot K_{\text{material}}} + \frac{R''_{f,agua}}{\pi \cdot D_e} + \frac{1}{h_{\text{ext}} \cdot \pi \cdot D_e} \right] \cdot \pi \cdot D_e} \quad \text{Ec. 4.33}$$

4.6.9. Cálculo mecánico

El problema en estudio termina con el cálculo mecánico del intercambiador, con el que se obtendrá la pérdida de carga que se produce en cada uno de los fluidos de trabajo a la circular dentro del intercambiador. La pérdida de carga que experimenta un fluido al circular por el interior de un conducto viene dada por la expresión [18].

$$\Delta P = f \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2 \cdot D} \cdot L$$

Donde:

f = es el factor de fricción del fluido

ρ = es la densidad del fluido, [kg/m³]

v = es la velocidad de paso del fluido, [m/s]

D = es el diámetro característico de paso del fluido, [m]

L = es la longitud del conducto, [m]

Particularizando la Ecuación (4.32) para cada uno de los fluidos de trabajo, se llega a las siguientes expresiones:

Pérdida de carga experimentada por el fluido interno, ΔP_{int} [Pa]

$$\Delta P_{\text{int}} = f_{\text{int}} \cdot \frac{\rho_{\text{int}} \cdot v_{\text{int}}^2}{2 \cdot D_{\text{int}}} \cdot L \quad \text{Ec. 4.34}$$

Donde:

f_{int} = es el factor de fricción del fluido interno.

ρ_{int} = es la densidad del fluido interno evaluada a su temperatura media [kg/m³]

v_{int}^2 = es la velocidad de paso del fluido interno, [m/s]

D_{int} = es el diámetro interior de tubo, [m]

L = es la longitud del intercambiador, [m]

Pérdida de carga experimentada por el fluido externo, ΔP_{ext} [Pa]

$$\Delta P_{ext} = f_{ext} \cdot \frac{\rho_{ext} \cdot v_{ext}^2}{2 \cdot D_{eq}} \cdot L \quad \text{Ec. 4.35}$$

Donde:

f_{ext} = es el factor de fricción del fluido externo.

ρ_{ext} = es la densidad del fluido externo evaluada a su temperatura media [Kg/m³]

v_{ext}^2 = es la velocidad de paso del fluido externo, [m/s]

D_{eq} = es el diámetro equivalente externo, [m]

L = es la longitud del intercambiador, [m]

Nótese que el diámetro característico, D , se particulariza como D_i para el fluido interno y como D_{eq} para el fluido exterior, como se viene haciendo a lo largo de todo el cálculo, debido a que el fluido interno transcurre a través de conductos circulares, no así el fluido exterior.

Para llevar a cabo el cálculo de la pérdida de carga experimentada por cada uno de los fluidos, sólo resta calcular el factor de fricción del fluido interno f_{int} , pues el resto de parámetros que intervienen ya se han obtenido en el cálculo térmico.

El factor de fricción interno f_{int} , se calcula a partir de la Ecuación (4.32), particularizada para los gases de escape.

Tiempo requerido en el que el agua alcanza la temperatura deseada

$$\Delta t = \frac{Q}{P} \quad \text{Ec. 4.36}$$

Donde:

Q = transferencia del calor del agua (kJ)

P = potencia calorífica de los gases de escape (kJ/sg)

4.7. De la evaluación de equipos podemos concluir lo siguiente

Se pudo observar que los cálculos para determinar el dimensionamiento de los componentes principales que conforman la ordeñadora son relativamente puntuales, permitiendo así cálculo rápido y preciso de cada una de sus partes. Se nota que el sistema se puede componer por gran

variedad de componentes presentes en el mercado, de esa manera generando un sistema apto para las necesidades del propietario.

Al dimensionar cada uno de los equipos se ve la necesidad de tener datos de las pérdidas existentes en los equipos por lo cual se guía en catálogos de equipos de ordeños que principalmente se acogen a la norma UNE 60058, que facilita recomendaciones pertinentes de los cálculos y tener los resultados deseados basándonos en los estándares de calidad, adicionalmente con el intercambiador de calor en un flujo paralelo se va a recuperar el calor residual contenido en los gases de escape de un motor mono cilíndrico de 4 tiempos de combustión interna.

4.8. CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE MATERIALES SELECCIONADOS

Se hace una recomendación de los elementos idóneos de acuerdo a las necesidades calculadas.

4.8.1. Materiales de infraestructura.

Es necesario determinar las características adecuadas para la construcción de la estructura base para el ordeño mecánico. Por su fácil maquinabilidad, flexibilidad, peso y facilidad para la soldadura, es necesario utilizar un acero de bajo porcentaje de carbono así se evidencia en la siguiente tabla 4.6.

Tabla 4.6. Clasificación de los aceros de acuerdo a su utilización.

Acero	Contenido de porcentaje de carbono en peso
Acero para calderas	0,10-0,15
Acero estructural	0,16-0,30
Acero para maquinaria	0,31-0,60
Acero para herramienta	0,61-1,2

Fuente: [19]

Para realizar la estructura de un ordeño mecánico es necesario considerar la utilización del acero estructural que tiene un porcentaje de carbono de 0,16 a 0,30, siendo de fácil maquinabilidad y ligereza, pues se desea construir la estructura de una máquina de ordeño por ende es necesario utilizar el acero de bajo carbono ya que se usa ese tipo de acero en el campo automotriz, recomendado para el diseño el acero estructural.



Figura 4.6. Tubo de acero estructural

Fuente: [20]

El diámetro y espesor del tubo estructural se analiza en función del peso soportado por metro y el porcentaje de flexión, seleccionando un tubo de una pulgada (1).

Tabla 4.7. Tubería de construcción.

Serie inglesa SDR26 (11,2 Kg/cm ²)			Serie métrica PN10		
Diámetro Nominal (pulgadas)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Nominal (mm)
½*	21,3	15,8	17	20	20*
¾*	26,7	23,5	23	25	25
1	33,4	30,4	27,2	32	32
1 ¼	42,2	38,9	36,2	40	40
1 ½	48,3	43,9	45,2	50	50
2	60,3	55,2	57,0	63	63
2 ½	73,0	66,9	67,8	75	75
3	88,9	81,6	85,7	90	90
4	114,3	105,0	99,4	110	110
6	168,3	154,5	144,5	160	160
8	219,1	201,3	180,8	200	200
10	273,1	230,8	230,8	250	250
12	323,9	285,8	290,8	315	300

Fuente: [21]

El tubo estructural de una pulgada presenta un diámetro exterior de 33,4 mm y un diámetro interior de 30,4 encontrando un espesor de 3 mm. Las características de un tubo de construcción aproximado de 33,7 mm de diámetro son las siguientes, adicionalmente también se utiliza un tubo de 2 pulgadas que es empleado para la conducción del vacío que resiste cargas externas e internas hasta 100 bar (101,97 kg/cm):

Tabla 4.8. Tubería de construcción.

Diametro de exterior	espesor	Masa por unidad de longitud	Area de la seccion transversal	Momento de inercia de flexion	Radio de giro	Modulo de flexion elastico	Modulo de flexion plastico	Momento de inercia de torsion	Modulo de torsion	Area superficial por metro lineal	Longitud nominal por tonelada
D	T	M	A	I	i	W _α	W _δ	L _t	C _t	A _s	m
mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	Cm ³	m ² /m	
21.3	2.0	0.95	1.21	0.571	0.686	0.536	0.748	1.14	1.07	0.0669	1050
	2.5	1.16	1.48	0.664	0.671	0.623	0.889	1.33	1.25		863
	3.0	1.35	1.72	0.741	0.656	0.696	1.01	1.48	1.39		739
26.9	2.0	1.23	1.56	1.22	0.883	0.907	1.24	2.44	1.81	0.0845	814
	2.5	1.5	1.92	1.44	0.867	1.07	1.49	2.88	2.14		665
	3.0	1.77	2.25	1.63	0.852	1.21	1.72	3.27	2.43		566
33.7	2.0	1.56	1.99	2.51	1.12	1.49	2.01	5.02	2.98	0.106	640
	2.5	1.92	2.45	3.00	1.11	1.78	2.44	6.00	3.58		520
	3.0	2.27	2.89	3.44	1.09	2.04	2.84	6.88	4.08		440
42.4	2.0	1.99	2.54	5.19	1.43	2.45	3.27	10.4	4.90	0.133	502
	2.5	2.46	3.13	6.26	1.41	2.95	3.99	12.5	5.91		407
	3.0	2.91	3.71	7.25	1.40	3.42	4.67	14.5	6.84		343
	4.0	3.79	4.83	8.99	1.36	4.24	5.92	18.0	8.48		264

Fuente: [22]

El tubo de acero estructural rectangular de 50 mm x 25 mm. La norma de fabricación NTE INEN 2415; Calidad JIS 3141 SPCC SD; disponible en presentación de acero negro o acero galvanizado, lo puedes encontrar en espesores desde 0,8 a 3 mm y se despacha en largos estándar de 6 m. Usos

en maquinaria pesada, carrocerías de automóviles, ensamble mecánico, estructuras, etc. Como se aprecia en la figura 4.7.

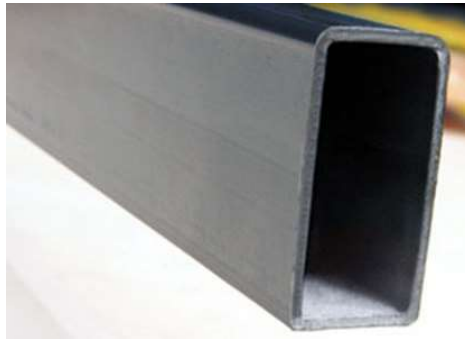


Figura 4.7. Tubo de acero estructural
Fuente: [23]

Con lo anterior mencionado se ensambla la parte de la estructura utilizando tubos de estructuras de bajo carbono redondos y rectangulares para conformar la base donde se van a ensamblar posteriormente el resto de componentes.

4.8.2. Materiales del intercambiador de calor

En la siguiente tabla 4.9 y figura 4.10 de acuerdo al análisis de la velocidad del flujo de los gases residuales de escape que se asumió a diferentes velocidades se obtuvo la correcta que es de 29 m/s y dando un diámetro de 0.019 m, longitud de 3.23 m. Se escoge un tubo de cobre por su gran conductividad el cual será acoplado a la salida del tubo de escape del motor.

Tabla 4.9. Características de la tubería de cobre elegida

Tubería de cobre	
Características Generales	Descripción
Norma de Fabricación	ASTM B88
Calidad	Cobre, temple flexible
Tipo	L
Longitud	5,80 m
Aplicaciones	Conducción y distribución de agua, gas y refrigeración.
Diámetro interno	0,019 m
Diámetro externo	0,022 m
Espesor	0,0014 m

Fuente: [24]

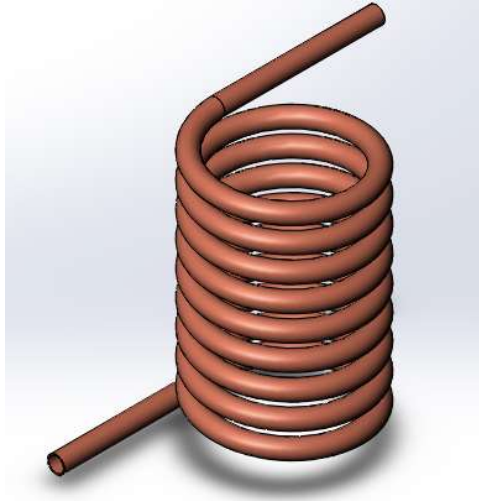


Figura 4.9. Tubería de cobre flexible tipo L
Fuente: [24]

4.8.2.1. Selección de material para el diseño del depósito de agua

La selección del material es acero inoxidable para el diseño del depósito sus características se muestran en la tabla 4.9 y figura 4.10.

Tabla 4.9. Características del acero inoxidable

Características generales	Descripción
Calidad	AISI-304
Ancho	1220 mm
Largo	2440 mm
Espesor	0.50 mm

Fuente: [25]

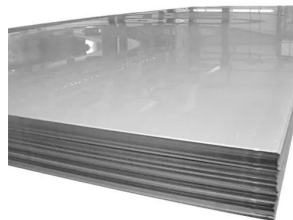


Figura 4.10. Planchas de acero AISI-304
Fuente: [25]

El acero inoxidable es una mezcla de elementos como cromo (mínimo 10.5%), carbono (máximo 1.2%), níquel y molibdeno; gracias a estos componentes, este tipo de acero presenta una elevada

pureza y una excelente resistencia a la corrosión y al óxido. Esta calidad permite al acero resistir oxidación, se aplica para realizar el depósito de diámetro equivalente de 0,28 m y de altura 0,30 m, el mismo que tendrá en el interior el tubo de cobre en forma de serpentín el cual cede calor al agua permitiendo que llegue a la temperatura propuesta de 50 °C o 60 °C.

Adicionalmente la selección de un termómetro bimetálico se muestra en la figura 4.11 analógico que facilita la lectura de temperatura.




Figura 4.11. Termómetro bimetálico

Fuente: [26]

4.8.2.2. Selección de llaves de entrada y salida del fluido de agua

Para este tipo de aplicación es recomendable el uso de las llaves tipo palanca que se describe en la tabla 4.10, la llave idónea para la entrada y salida del fluido frío a caliente.

Tabla 4.10 Llave de paso con palanca

Llaves de paso	Tamaños	Unidades
	1/2	pulgadas
	3/4	pulgadas
	1	pulgadas
	1 1/2	pulgadas
	2	pulgadas

Fuente: [25]

La llaves de paso para el llenado del agua y para la salida del fluido mismo es la de 1/2 pulgada de acero inoxidable la cual se coloca y es soldada con soldadura TIG en el depósito cilíndrico.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente capítulo utilizando el método y herramientas para el cálculo de las partes del ordeño, se demostrara los equipos y materiales que satisfaga la necesidad para el diseño del ordeño con su respectivo cálculo, como para saber la bomba de vacío con respecto a la necesidad del fluido total también saber el diámetro necesario para la tubería de la línea de aire y también el análisis de los equipos a seleccionar como será las pezoneras, equipo de pulsaciones, regulador del vacío y un motor que cubra la necesidad para producir el vacío en el sistema con todas las pérdidas que afectan al sistema. Los métodos a utilizar permitirán tener una mayor eficiencia en el sistema de vacío ya que se diseña teniendo en cuenta la altura en donde será implementada la ordeñadora.

5.1. Análisis del sistema de vacío

Para este análisis se tomará en cuenta las pérdidas posibles que se puede tener al momento del funcionamiento del ordeño:

Para lo cual el ordeño contará con tres puestos de ordeño y su instalación es para la zona de Chimborazo-Riobamba para el rancho Mira Loma a continuación e la tabla 5.1 se dan a conocer el análisis de las perdidas en el sistema.

n=3

Altitud=3000 msnm

Tabla 5.1. Análisis de resultados de posibles pérdidas en el sistema

Parámetros calculados	Nº ecuación	Resultado	Unidades
Consumo de unidades (CU)	Ec.4.4	120	l/min
Reserva efectiva (RE)	Ec.4.5	155	l/min
Perdidas en el sistema de leche (FL)	Ec.4.6	16	l/min
Perdidas de regulación (PR)	Ec.4.7	17,22	l/min
Fugas en las líneas de aire (FLA)	Ec.4.8	16,2	l/min
Demanda total del vacío (DT)	Ec.4.9	324,4	l/min

Fuente: Carranza, D & Lozada, C.

Una vez encontrada el flujo total se seleccionar una bomba que cubra con la necesidad por lo cual tendremos algunos modelos que trabaje a 324,4 l/min, ya que al realizar la tabla 5.1 se pudo encontrar la demanda total de vacío para tres puestos de ordeño, el flujo total y teniendo en cuenta a la altura que se va a implementar el sistema el rendimiento de la bomba se verá afectada.

Para lo cual se dará a conocer algunos factores de corrección a diferentes altitudes y encontrar la que satisfaga la necesidad del sistema en la tabla 5.2:

Tabla 5.2. Factor de corrección

Altitud (m)	Presión atmosférica estándar (kPa)	40 kPa	45 kPa	48 kPa	50kPa
2800 a 3300	53	1,37	1,76	1,96	2,10

Fuente: Dimensionamiento ISO.

En la tabla 5.2 se da a conocer los factores de corrección y se podrá hacer la relación con el flujo total, seleccionando el factor de corrección la altitud de 3000 msnm que está ubicado el rancho “Mira Loma” lugar para la implementación del sistema de ordeño.

En este caso el factor de corrección a la presión de 48 kPa tenemos que es 1,96.

Utilizando la ecuación 4.10 y teniendo como dato el factor de corrección obtenemos los datos que se describen en la tabla 5.1 se obtiene los resultados que se muestran en la tabla 5.3.

Tabla 5.3. Bomba de vacío

Demanda total de vacío (l/min)	Factor de corrección	Altura (msnm)	Capacidad requerida de la bomba en (l/min)
324,4	1,96	3000	635

Fuente: Carranza, D & Lozada, C.

En la tabla 5.3 se da a conocer la capacidad que necesita la bomba de vacío para su correcto funcionamiento que es de 635 (l/min). En el mercado las bombas que se ajustan a los parámetros próximos, es decir, la que más se acerca a la necesidad de la instalación es la de 750 l/min teniendo en cuenta una posible ampliación hasta de 4 puestos en ordeño fijo. Una de las mejores casas comercializadoras de sistemas de ordeño en el mercado es De Laval, pero existe en la actualidad una marca que brinda las mismas garantías y mejor precio, es CTAmilk por ende, se opta por una bomba de esa marca.

En la siguiente tabla 5.4 se da a conocer la gama de bombas con las que cuenta CTAmilk y por ende la que ya seleccionamos, donde el fabricante brinda algunas recomendaciones que facilitan el cálculo de las poleas.

Tabla 5.4. Capacidad de bombas en el mercado.

l/min	Polea Bomba (in)	Polea Motor (in)	Rpm Motor	Rpm Bomba
BV-R300	5	5	3600	1750
BV-R500	7	3	3600	1600
BV-R750	8	3	3600	1400

Fuente: [27]

Se selecciona una bomba de vacío de la marca CTA MILK, con caudal nominal de 750 lt/min, lubricada por aceite Según especificaciones de la bomba, las revoluciones para el funcionamiento dependen de la presión de vacío de trabajo.

Bomba 750

	
<p>MODELO: BV-R750 MARCA:</p>	<p>Accesorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polea de 8 PULGADAS • Escape • Lubricador con base

Figura 5.1. Bomba 750 de vacío

Fuente: [27]

Es una bomba de procedencia italiana con larga durabilidad y construida bajo normativa europea.

5.2. Dimensión de sistema de transmisión

Teniendo los datos del proveedor aplicamos la Ec 4.8 obteniendo como resultado los siguientes valores mostrados en la tabla 5.5.

Tabla 5.5. Relación de transmisión

Dimensión de la bomba	Resultado
750 (l/min)	2,57

Fuente: Carranza, D & Lozada, C.

Con el resultado de la ecuación 4.8 se procede a calcular la ecuación 4.9 para la cual se necesitamos los datos de la tabla 4.3 obteniendo como coeficiente de corrección 1,1, tal valor del cálculo se verá reflejado en la tabla 5.6.

Teniendo en cuenta que el motor seleccionado es uno de 5,5 Hp mismo que aporta las 3600 RPM.

Tabla 5.6. Corrección de la potencia

Potencia del motor	Resultado
5,5HP	6.05 HP

Fuente: Carranza, D & Lozada, C.

Una bomba de 750 l/min debe estar conectada a un motor de 2HP eléctrico o 5,5 HP a gasolina. En el mercado, se consigue fácilmente motores a gasolina portátiles. En este caso, se selecciona un motor de 5,5 HP a 3600 rpm sentido horario.



Figura 5.2. Motor de 5.5 HP

Fuente: [28]

Para la selección de la sección de la correa se recurre a la Figura 5.3, esto se realiza en función de la potencia corregida y el número de revoluciones de la polea menor que corresponde a la de la polea del motor.

Datos:

- ✓ Potencia corregida $PC = 6,05 \text{ HP}$
- ✓ RPM motor= 3600

Con los datos obtenidos se realiza la representación en la figura 5.3.

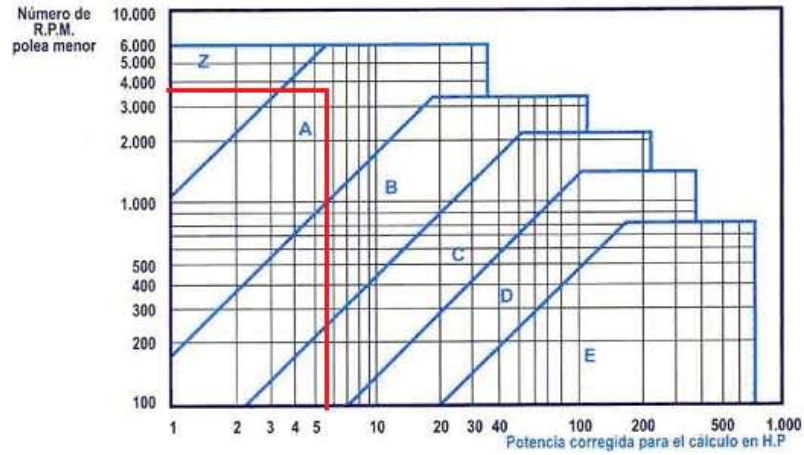


Figura 5.3. Selección de las correas.

Fuente: [17]

Dados los parámetros correspondientes la sección de la correa recae sobre la sección A.

Para calcular distancia entre ejes se utilizará la ecuación 4.10 la misma que los valores para una mejor representación de dan a conocer en la tabla 5.7.

Tabla 5.7. Distancia entre ejes

Relación de transmisión (K)	Diámetro primitivo de la polea (recomendado por el fabricante)	Resultado (mm)
2,57	122	339,77

Fuente: Carranza, D & Lozada, C.

Se toma un valor constructivo de 339 mm \pm 5, dependiendo del fabricante de la correa.

De esta manera, con la ecuación 4.3 de bandas, dados los parámetros correspondientes la sección de la correa recae sobre la sección A.



Figura 5.4. Banda industrial

Fuente: [29]

Las bandas con el mecanismo de poleas es uno de los más rentables por el hecho de su gran durabilidad y su fácil mantenimiento, su precio a la hora de adquirirlo en el mercado local.

5.3. Componentes del ordeño

Con la selección de vacío adecuada y el correcto funcionamiento del motor se necesita los siguientes componentes para que cumpla con el objetivo de extraer leche de manera eficiente y generando menor estrés al animal.

Regulador de vacío de 750 Ltrs

Se elige un regulador neumático con filtro de aire que prevenga la entrada de elementos externos y suciedades al sistema, ajustado a la presión de vacío necesaria (50 Kpa). Este regulador es de la marca ULTRAmilk como se muestra en la figura 5.5 de referencia Mini-Regulador de vacío de 750 litros para sala de ordeño.

Cumpliendo la normativa sobre niveles de vacío, el regulador es capaz de mantener estable y controlado el vacío bajo condiciones climatológicas adversas. Están diseñados para evitar fluctuaciones de vacío en la sala, eliminando así el riesgo de mamitis y otros problemas. Son capaces de regular el vacío entre 30 y 60 kPa, para un caudal máximo de 750 Litros/Min. (Miniregulador).



Figura 5.5. Regulador
Fuente: [30]

Es una parte elemental del ordeño ya que permite mantener los niveles de vacío para que no exceda el nivel óptimo de funcionamiento de esta manera permite mantener la salud del animal y ubres sanas.

Pulsadores neumáticos

Existe gran variedad de pulsadores neumáticos. En el mercado local, la empresa OMEGA comercializa como repuesto un pulsador básico, económico y ajustable de la marca WESTFALIA y referencia “constant” para sistemas sencillos de ordeño. Este pulsador de diseño robusto puede usarse tanto en equipos portátiles como en sistemas de ordeño fijo o salas de ordeño. Este tipo de pulsador funciona con el vacío de la instalación y no requiere conexiones eléctricas.



Figura 5.6. Pulsadores
Fuente: [30]

Es el encargado de dar los pulsos necesarios a las pezoneras para que comience la estimulación de la vaca y comience con el proceso de leche, es neumático porque funciona con la presión de vacío y no necesita nada más extra para su funcionamiento.

Pezoneras de tamaño standard

Las pezoneras son de tamaño estándar y se seleccionan teniendo presente recomendación de la empresa OMEGA que para un ordeño más amable utilizaremos pezoneras de goma triangulares y una tensión baja, en la actualidad existe en el mercado un nuevo tipo de pezoneras de forma triangular que no permite reflujos de leche y cuidan la salud del animal evitando los hiper ordeños.



Figura 5.7. Pezoneras triangulares
Fuente: [30]

Mangueras de conexión

En los ordeños móviles varía la longitud de 2-3 metros. Son las encargadas de transportar la presión de succión y también por otro ducto transportar la leche extraída del recolector hasta el depósito de leche.



Figura 5.8. Mangueras de conexión
Fuente: [30]

Tanque recolector de leche de 40 Ltrs

Cuando se realiza el ordeño de 10 vacas en adelante es recomendable la utilización de un recolector de 40 litros. El diseño del tanque puede variar dependiendo de la necesidad de ubicación y espacio disponible. La empresa recomienda un tanque de polietileno de marca Westfalia de forma esférica, pero por temas económicos, se emplea tanques que son más comercializados en el país de marca IMUSA.



*Figura 5.9. Tanques recolectores IMUSA.
Fuente: [31]*

Son los botes recomendados Agrocaldidad para la movilización de leche por dentro de las propiedades ya que no permite que la leche pierda sus componentes.

5.4. Análisis para el diseño de un intercambiador de calor aprovechando los gases de escape de un motor Otto

A continuación, en la tabla 5.8 se describe los datos para el proceso de cálculos a realizarse para el diseño de un intercambiador de calor.

Tabla 5.8. Datos de partida para el diseño de un intercambiador.

Datos	Gases de escape	Agua
Temperatura de entrada °C	200	6
Temperatura de salida °C	106,6	60
Potencia intercambiada [kW]	0,636	

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

Los motores de ciclo Otto se emplearán para abastecer las demandas pequeñas, el motor de 5,5 hp de combustión interna cuenta con una potencia de 3,6 kW y los gases de escape del motor con una temperatura de 200 °C el cual fue medido en un motor de 5,5 hp en la empresa láctea el campo [32], constituyen el primer fluido de trabajo del intercambiador. El agua el segundo fluido de trabajo, se utiliza como fluido de transferencia para extraer el calor de los gases de escape, y posteriormente utilizarlo para el lavado de las tuberías a una temperatura de 60 °C.

Temperatura de operación del agua

- A. La temperatura de salida del agua requerida para la limpieza de los caudales del ordeño mecánico será de 60 °C.
- B. La temperatura de entrada del agua a la altitud de 3000 msnm en un lapso de 15 días se obtuvo un promedio que es de 6 °C como se aprecia en la figura 5.5.



*Figura 5.10. Temperatura del agua
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020)*

Temperatura de operación de los gases de escape

- a. La temperatura de entrada de los gases de escape que ingresara en el tubo del intercambiador de calor será de 200 °C [32].

Potencia calorífica intercambiada

Los gases de escape llevarán consigo alrededor de 1/3 del calor de combustión 3,6 kW de potencia calorífica que será de 1,2 kW a 200 °C.

Toda la energía contenida en los gases de escape no va a poder ser recuperada totalmente, pues parte de ella no se podrá recuperar en el proceso de intercambio de calor.

En el caso en estudio para el intercambiador de calor, los gases de escape entran a $T_e=200$ °C y salen a $T_{sGE} = 106,6$ °C, con lo que el rendimiento de aprovechamiento de los gases de escape se sitúa entorno al 53%. Por lo tanto, la potencia calorífica intercambiada en el sistema tiene un valor de $Q = 0,636$ kW.

Conocida la potencia calorífica intercambiada se puede obtener el flujo másico de los gases de escape.

- Cabe mencionar en este punto que las tablas de propiedades termo físicas de los fluidos se adjuntó en el presente proyecto de titulación (Anexo A 3-3).

- Para los gases de escape se han utilizado las propiedades termo físicas del aire, debido a su gran similitud, recogidos en (Anexo A 2-3).

5.4.1. Selección de la distribución de flujo para el intercambiador

Así mismo, de los datos de partida obtenidos en la (tabla 5.8), para iniciar el diseño de un intercambiador es necesario elegir la configuración de flujo del intercambiador en lo referente a sus trayectorias y disposiciones.

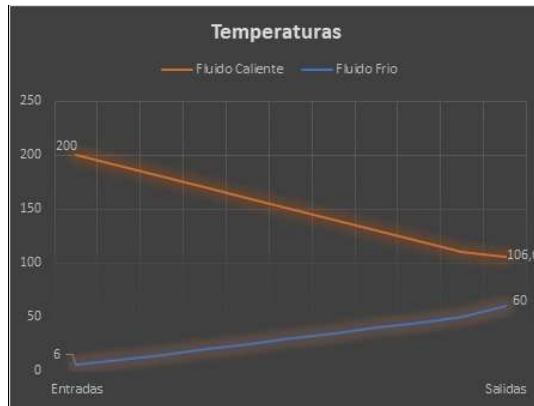


Figura 5.11. Flujo de distribución paralelo
Fuente: [33]

En la siguiente figura 5.11 se muestra el flujo seleccionado que es distribución en paralelo para el intercambiador los fluidos caliente y frío entran por el mismo extremo del intercambiador, fluyen a través de él en la misma dirección y salen por el otro extremo.

Análisis del calor intercambiado en el sistema

Para este análisis del calor cedido al fluido frío se utiliza la potencia calorífica del 1,2 kW al 53 % que nos daría un valor el cual se muestra en la siguiente tabla 5.9.

Tabla 5.9. Resultado del calor intercambiado fluido frío y fluido caliente.

Parámetro calculado	Nº ecuación	Resultado	Unidades
Calor intercambiado fluido caliente Q	Ec 4.11	0,636	kW
Calor intercambiado fluido frío Q	Ec 4.11	256,12	kW

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

Obtuvimos el calor que va a ceder los gases de escape que es de 0,636 kW y también el calor que absorbe el fluido frío para calentarse es de 256,12 kW.

5.4.2. Análisis de la diferencia de temperatura media logarítmica

Se utiliza para determinar la fuerza impulsora de la temperatura para la transferencia de calor en los intercambiadores de calor. LMTD se introduce debido al hecho de que el cambio de temperatura que tiene lugar a través del intercambiador de calor desde la entrada hasta la salida los resultados se muestra en la tabla 5.10.

Tabla 5.10. Resultados de la diferencia de media logarítmica

Parámetros	Nº ecuación	Resultado	Unidades
$\Delta T1$	Ec. 4.12	194	K
$\Delta T2$	Ec. 4.12	46,6	K
Diferencia de temperatura media logarítmica	Ec. 4.12	103,36	K

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

Con el resultado de la ecuación 4.12 $\Delta T1$ las diferencias de temperatura de entrada de los gases de escape menos del agua nos dan un valor de 194 K, $\Delta T2$ diferencia de temperatura de salida de los gases menos la del agua nos da un valor de 46,6 K mediante lo cual permitirá más adelante solo reemplazar para el cálculo de la longitud de intercambiador.

Resultados de los flujos máxicos de los gases del escape y del agua

Para obtener los flujos máxicos se debe obtener primero las diferencias de temperatura de los gases de escape y a su vez también del agua, luego las temperaturas medias de los mismos para así con el resultado de las temperaturas medias ir a las tablas donde se encuentran las propiedades termo físicas e interpolar y obtener los datos ya sea el calor específico en la siguiente tabla 5.11 se muestra los siguientes resultados.

Tabla 5.11. Flujos máxicos de los gases de escape y agua.

Parámetros a calcular	Nº ecuación	Resultado	Unidades
Flujo máxico de los gases de escape \dot{m}_{GE}	Ec 4.13	0,0067	kg/s
Flujo máxico del agua \dot{m}_{agua}	Ec 4.14	0,0051	kg/s

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

El flujo máxico de los gases de escape son las moléculas que fluyen al interior del serpentín y el flujo máxico del agua fluye por el exterior del serpentín dentro del depósito.

Resultados del diámetro interno del paso de los gases de escape

Mediante los resultados del diámetro interno del tubo para el intercambiador de calor se obtuvo también el diámetro externo del tubo y su espesor. Para el cálculo del diámetro interior se asume una velocidad del fluido a continuación los resultados en la tabla 5.12.

Tabla 5.12. Resultados de los diámetros del tubo y del depósito del intercambiador

Parámetros a calcular	Nº ecuación	Resultado	Unidades
Diámetro interior del tubo	Ec 4.15	0,019	m
Diámetro exterior del tubo	Ec 4.15	0,022	m
Espesor del diámetro del tubo	Ec 4.15	0,003	m
Diámetro interno deposito	Ec 4.15	0,24	m
Diámetro equivalente del deposito	Ec 4.15	0,28	m

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

Al momento de encontrar el diámetro interior del tubo se basa en un catálogo de tuberías el cual se visualiza en el (Anexo B 3-8) para la obtención del mismo el cual nos da su diámetro exterior y su espesor.

5.4.3. Análisis de cálculo de resistencias térmicas

Para los resultados de las resistencias térmicas primero obtenemos datos como el Reynolds y NuD para ver si están en un flujo laminar o turbulento por la parte interna del tubo y así mismo en la parte exterior. También así obtener la convección por el interior y exterior, la resistencia de conducción con la conductividad del material las respuestas se muestran en la siguiente tabla 5.13.

Tabla 5.13. Resultados de las resistencias térmicas y reynolds, Nusselt

Parámetros a calcular	Nº ecuación	Resultado	Unidades
Cálculo del área del paso interno	Ec 4.29	$2,83 \cdot 10^{-4}$	m ²
Velocidad de los gases de escape por el interior	Ec 4.28	29	m/s
Reynoldd por el interior	Ec 4.27	18753,16	
Nusselt del fluido interno	Ec 4.31	51,96	
Coefficiente de convección del fluido interno	Ec 4.25	97,46	W/m ² K
Factor de fricción por el exterior	Ec 4.32	0,37	
Nusselt por el exterior	Ec 4.31.1	38,41	
Coefficiente de convección por el exterior	Ec 4.25	85,27	W/m ² K
Resistencia de convección por el interior	Ec 4.18	0,1719	K/W
Resistencia de ensuciamiento interno	Ec 4.23	0,169	K/W
Resistencia de conducción a través del interior	Ec 4.22	$5,88 \cdot 10^{-5}$	K/W
Resistencia de ensuciamiento externa	Ec 4.24	0,0144	K/W
Resistencia de convección por el exterior	Ec 4.19	0,169	K/W

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

El valor del Reynolds del fluido interno es turbulento ya q su valor es de 18753,16 > 10000 y el número de Reynolds para el fluido externo no existe porque el flujo de agua se mantiene en reposo.

Con los datos obtenidos de las resistencias térmicas y la diferencia de temperatura media logarítmica y con el calor que va a ceder los gases de escape podemos obtener la longitud que se necesita para el serpentín la cual es de 3,23m.

Coefficiente global de transferencia de calor

El valor del coeficiente global de transferencia de calor permitirá obtener una idea de la eficiencia del modelo. Para finalizar el cálculo térmico, se calcula el coeficiente global de transferencia de calor, basado en el área superficial externa de tubo donde el resultado es de 2,66 W/m²K a través del cobre.

Análisis del cálculo mecánico de pérdidas de carga de los fluidos de trabajo

El problema en estudio termina con el cálculo mecánico del intercambiador, con el que se obtendrá la pérdida de carga que se produce en cada uno de los fluidos de trabajo al circular dentro del intercambiador los resultados se muestra en la tabla 5.14.

Tabla 5.14. Pérdidas de carga del fluido interno y externo

Parámetros a calcular	Nº ecuación	Resultado	Unidades
Pérdida de carga por el fluido interno	Ec 4.37	90,24	Pa
Pérdida de carga por el fluido externo	Ec 4.38	46,94	Pa

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

Se puede concluir en este punto que los parámetros calculados son válidos y el diseño del intercambiador a elegir es tipo espiral ya que no excede los 300 Pa y si fuera mayor a los 300 Pa ya no sería factible porque existiría una mayor pérdida de carga admisible en el fluido interno y externo.

Análisis del tiempo requerido para el calentamiento de agua

Para el análisis del tiempo que demora calentar el agua se obtuvo el siguiente resultado a continuación en la tabla 5.15.

Tabla 5.15 Tiempo de calentamiento

Parámetros a calcular	Nº ecuación	Resultado	Unidades
Tiempo requerido para el calentamiento	Ec 4.39	59	min

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

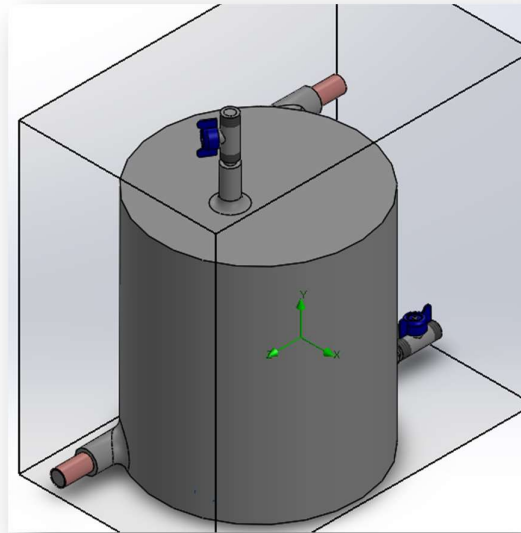
- a) El tiempo en que pasa el agua de 6 C a 60 C es de 59 minutos esto se resuelve mediante la transferencia de calor que debe acceder el agua para la potencia calorífica que cede los gases de escape a un 53 % internamente en el tubo interior.

- b) El tiempo en que pasa el agua de 6 C a 50 C es de 48 minutos esto se resuelve mediante la transferencia de calor que debe acceder el agua para la potencia calorífica que cede los gases de escape a un 53 % internamente en el tubo interior.

5.4.4. Análisis de la simulación de los fluidos

Para la obtención de los datos requeridos en el intercambiador de calor a continuación se llevará a cabo los siguientes pasos:

1. En la figura Figura 5.11 se muestra el intercambiador de calor tipo serpentín realizado en el software SolidWorks.



*Figura 5.11. Modelado de la estructura
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).*

2. En la Figura 5.12 después de ingresar los datos que requiere el sistema se genera la simulación en el software SolidWorks del primer fluido que ingresa viene hacer el agua la cual ingresa a una temperatura de 6 grados centígrados la misma que se mantendrá en reposo.

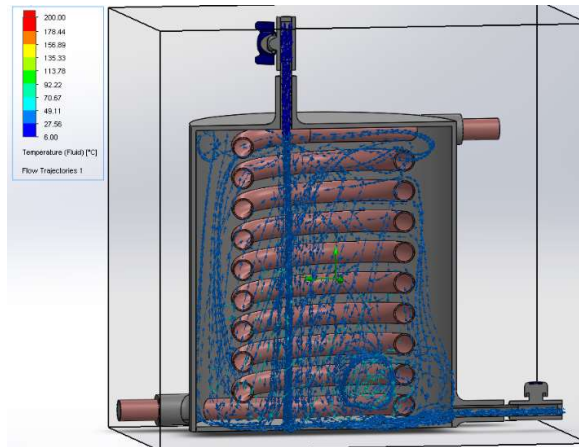


Figura 5.12. Modelado de la estructura
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

- En la figura 5.13 se aprecia la variación de temperatura al momento de ingresar al intercambiador simulado en el software SolidWorks el segundo fluido que ingresa es los gases de escape a una temperatura de 200 grados centígrados el mismo que circula dentro del serpentín de cobre.

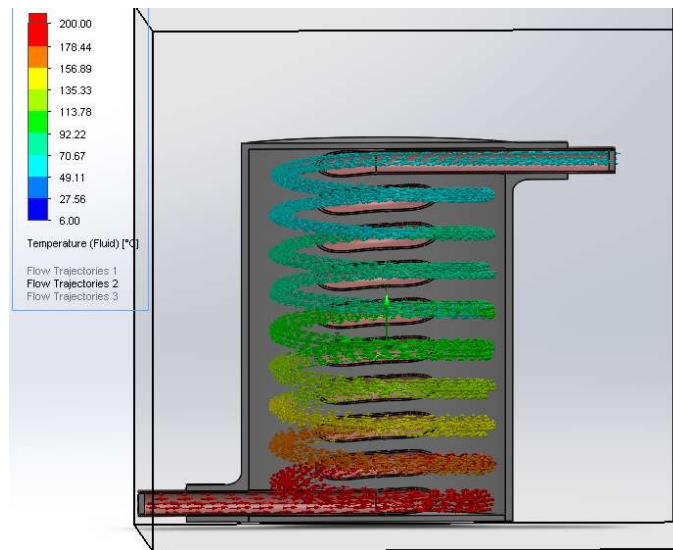


Figura 5.13. Modelado de la estructura
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

- En la Figura 5.14 se aprecia la interacción de los fluidos que interactúan dentro del intercambiador, los dos fluidos que interactúan para así llegar a la temperatura requerida para el agua de salida.

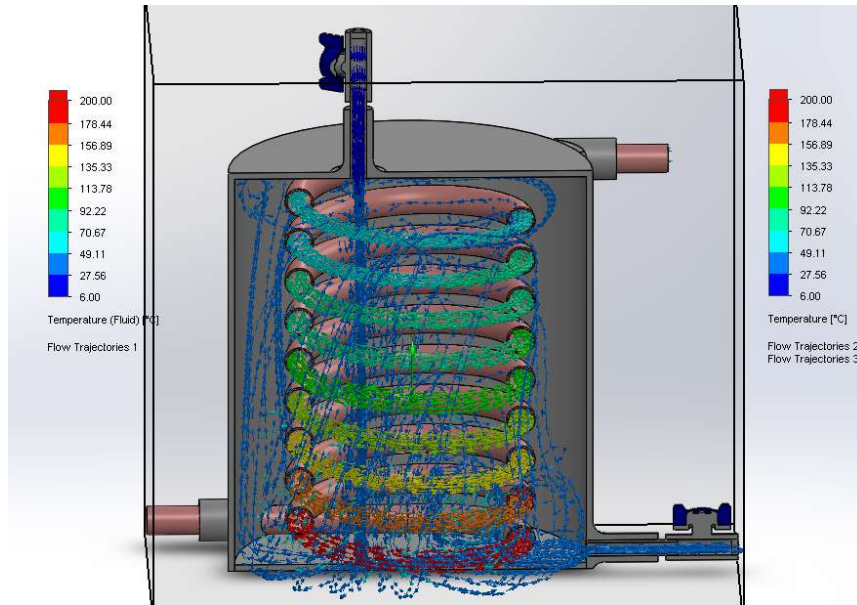


Figura 5.14. Modelado de la estructura
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

Mediante la simulación se obtiene las temperaturas de salida del agua y de los gases de escape, los cuales se compararán con los cálculos obtenidos teóricamente en la siguiente tabla 5.22.

Tabla 5.16. Comparación de datos teórico con simulado

Parámetros calculados teóricamente	Grados centígrados	Parámetros calculados en SolidWorks	Grados centígrados
Temperatura de salida del agua	50 - 60	Temperatura de salida del agua	59,17
Temperatura de salida de los gases de escape	106,6	Temperatura de salida de los gases de escape	136,84

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

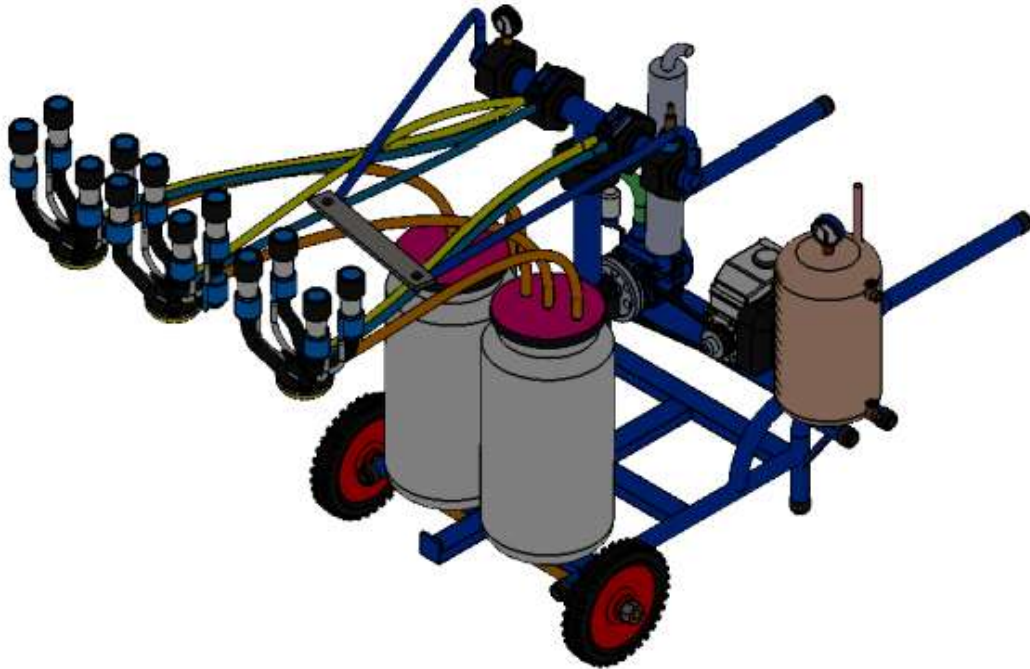
5.5. DISEÑO ESTRUCTURAL

Características del material elegido mediante normas para contacto con productos alimenticios en este caso AISI 304 éste es el más versátil. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se usa para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Tiene buenas características para la soldadura, no requiere recocido tras la soldadura para que se desempeñe bien en una amplia gama de condiciones corrosivas. La resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases. [34]

Tabla 5.17. Especificaciones generales de la plancha

Especificaciones	
Norma	AISI 304

espesor		3 mm				
Dimensiones estándar		1220 x 2440 mm				
Propiedades mecánicas						
Resistencia mecánica		Elongación % min.	Punto de fluencia		Pruebas de dureza máx.	
Kg/mm ²	PSI		Kg/mm ²	PSI	Rockwell B	Vickers
49	69500	40	18	25500	81,7	160



*Figura 5.15. Modelado de la estructura
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).*

El diseño tipo caretila y el peso es en conjunto de la estructura, el motor y bomba son inferiores a 30 Kg.

Los planos de construcción se encuentran identificados en el Anexo C.

5.1.1. Análisis de las cargas ejercidas sobre la estructura de soporte

Para establecer el parámetro del peso de la cantara (bote) y el peso establecido por los 38 litros de leche, es necesario identificar la leche de vaca tiene una densidad de 1,032g/cm³, o sea, 1,032 kilogramos por litro de leche, en consiguiente se tiene un peso de la cantina y la leche que contiene es de 39,21 kg, adicionando 3 kg en masa del bote, dando un total de 42,21 kg. Para la evaluación se tiene los siguientes datos de masa de cargas ejercidas:

- Peso del motor: 15 Kg
- Peso de la bomba: 12 kg

- Peso de la cantara o bote: 42,21 kg
- Peso de las mangueras y pezoneras: 3,08 kg

El primer paso para realizar el análisis de cargas es establecer el peso de cada una de las cargas, realizando la conversión en función de la gravedad ejercida por los cuerpos en la figura 5.16.

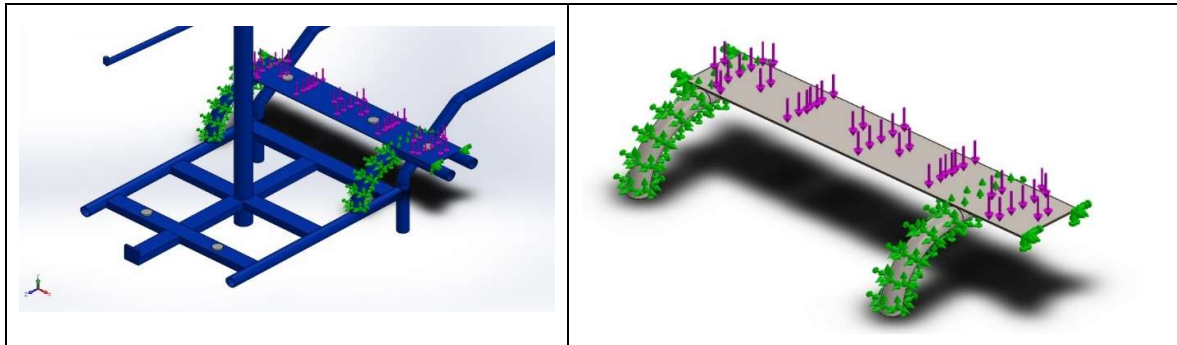
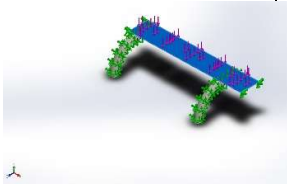


Figura 5.16. Interacción de cargas
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

En la figura 5.16 se aprecia las cargas de la bomba de vacío, motoras, intercambiador de calor que se ejerce sobre la superficie plana de 3 mm de espesor con una dimensión de 694 mm de longitud y un ancho 119 mm, en la tabla 5.19 se aprecia las propiedades volumétricas del material elegido AISI 304.

Tabla 5.18. Propiedades volumétricas

Sólidos	
Saliente-Extruir2 	Sólido Masa: 1.98875 kg Volumen: 0.000247758 m ³ Densidad: 8027 kg/m ³ Peso: 19.4898 N

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

Tabla 5.19. Propiedades volumétricas

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.000526428	725.596	3.8147e-06	725.596
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	1e-33

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

En la tabla 5.19 se muestran las fuerzas en X Y y Z del sistema estos valores nos indican cuanto podrá soportar la base, en el caso de Y el máximo peso que soporta es de 725,59 N es decir que

soporta cerca del doble de carga de la bomba de vacío, motor y el intercambiador de calor que sumados dan 362,59N.

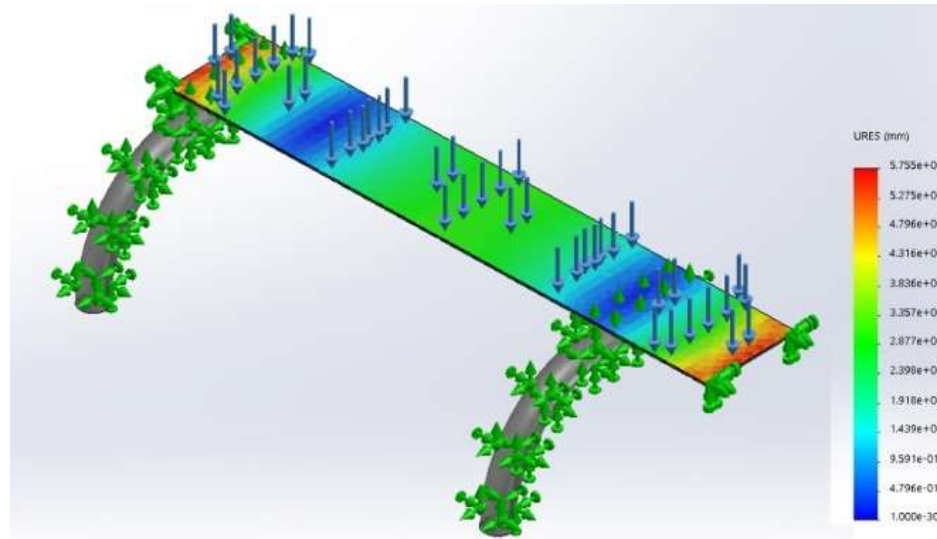


Figura 5.17. Deformación de la base
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

En la figura 5.17 el valor mínimo de deformación es de $1.000 \text{ e-}30$ y su máximo es de $2.83 \text{ e-}4$, para que le material llegue a deformarse debe superar un valor de $5.75 \text{ e+}00$

En el segundo paso para realizar el análisis de cargas es establecer el peso de cada una de las cargas, realizando la conversión en función de la gravedad ejercida por los cuerpos en la figura 5.18.

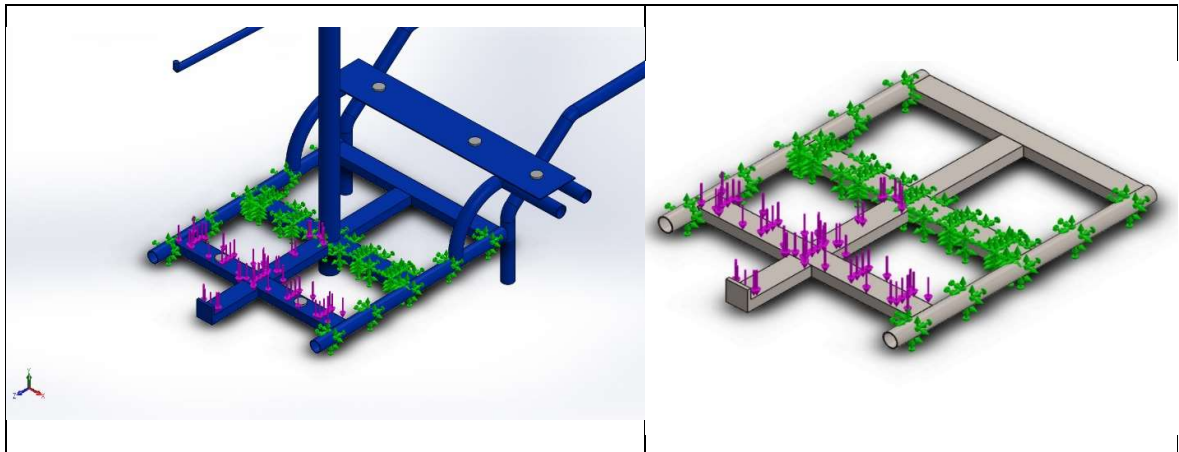
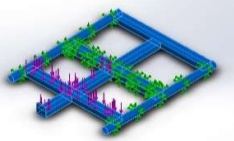


Figura 5.18. Interacción de cargas
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

En la figura 5.18 se aprecia las cargas que van a ejercer los botes recolectores de leche que ejerce sobre los tubos rectangulares de 50 x 25 mm con un espesor de 3 mm, en la tabla 5.20 se aprecia las propiedades volumétricas del material elegido AISI 304.

Tabla 5.20. Propiedades volumétricas

Sólidos		
Saliente-Extruir2	Sólido	Masa:0.578572 kg Volumen:7.20783e-05 m ³ Densidad:8027 kg/m ³ Peso:5.67001 N
		

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

Tabla 5.21. Propiedades volumétricas

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.000408173	2400	-2.28882e-05	2400
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	1e-33

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

En la tabla 5.21 se muestran las fuerzas en X Y y Z del sistema estos valores nos indican cuanto podrá soportar la base, en el caso de Y el máximo peso que soporta es de 2400 N es decir que soporta cerca del triple de carga a la que va estar sometida con el peso de los botes que sumados dan 784 N.

El tercer paso es analizar la deformación con la carga que ejerce los conductores de leche

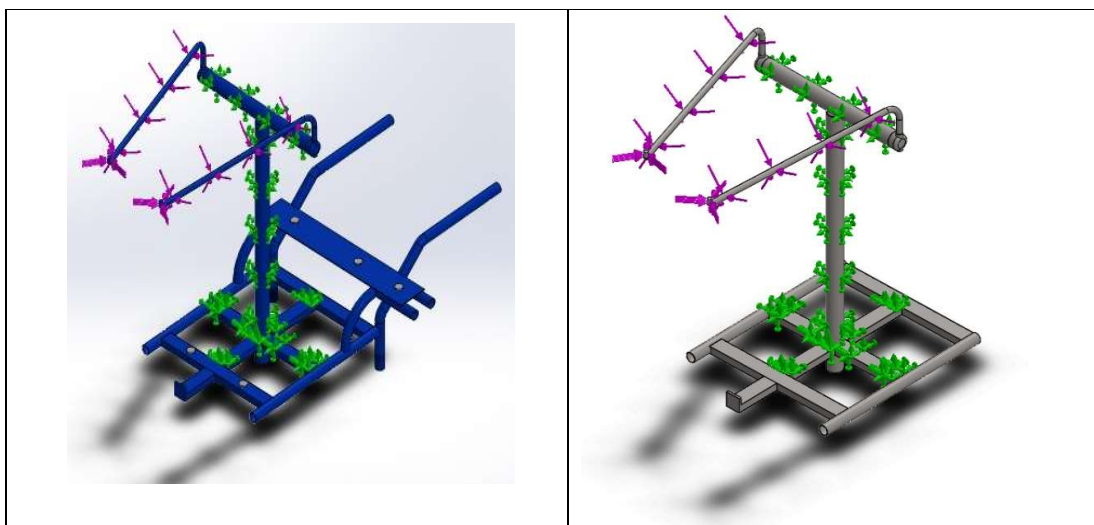


Figura 5.19. Interacción de cargas
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

En la figura 5.19 se aprecia las cargas de las mangueras y pezoneras sobre los soportes de pezoneras, en la tabla 5.22 se aprecia las propiedades volumétricas del material elegido AISI 304.

Tabla 5.22. Propiedades volumétricas de los soportes de pezoneras

Sólidos		
Saliente-Extruir1	Sólido	Masa:0.937631 kg Volumen:0.000117204 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:9.18878 N

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

Tabla 5.23. Propiedades volumétricas

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.749534	0.0163776	1.73818	1.89297
Momento de reacción(N.m)	0.0015772	0.00057417	-0.00102287	0.00196558

Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

En la tabla 5.23 se muestran las fuerzas en X Y y Z del sistema estos valores nos indican cuanto podrá soportar las agarraderas, es decir que soporta la carga de las pezoneras de 3kg.

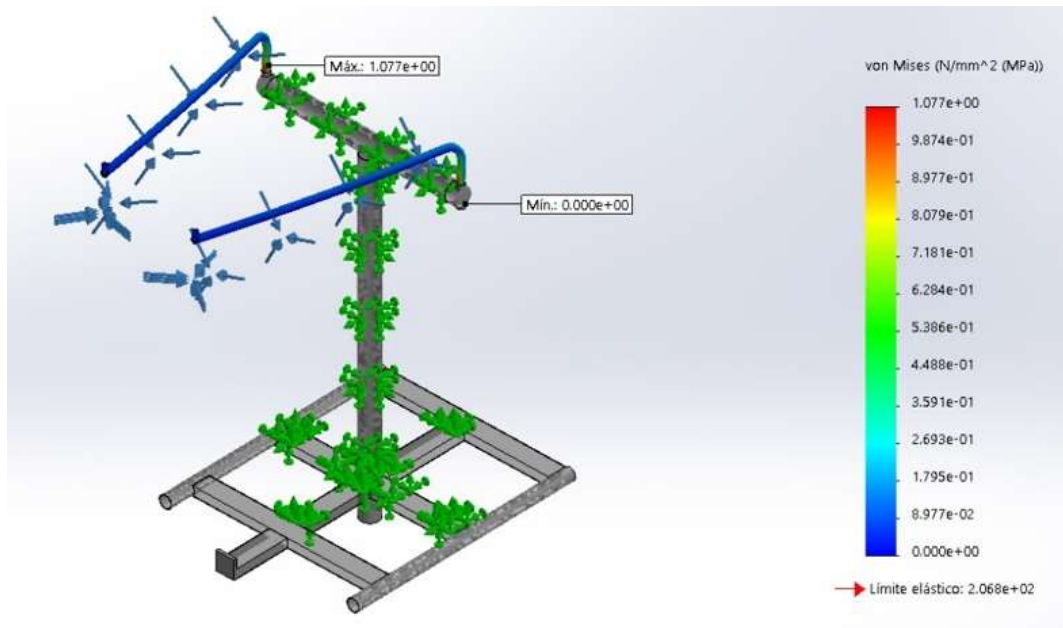


Figura 5.20. Deformación de los soportes de pezoneras
Fuente: Carranza, D & Lozada, C (2020).

En la figura 5.20 el valor mínimo de elasticidad es de 0.000 e-30 y su máximo es de 1.077 e+004, para que le material supere su máximo limite elástico debe superar un valor de 5.068 e+02

Factor de seguridad de la estructura

El factor de seguridad de la estructura analizada anteriormente, teniendo en cuenta las cargas que van a interactuar en la estructura y las vibraciones producidas. Según Cano menciona que el factor debe oscilar entre 1-10, donde no debe ser inferior a 1 debido a que tiende a producirse fallas. [35]

$$F_s = \frac{\sigma_{eqv} \text{ material}}{\sigma_{eqv} \text{ cortante}}$$

Donde:

σ_{eqv} : material: Deformación total del material

σ_{eqv} : cortante: Deformación total cortante

$$F_s = \frac{\sigma_{eqv} \text{ material}}{\sigma_{eqv} \text{ cortante}}$$

$$F_s = \frac{20000 \text{ N/mm}^2}{8200 \text{ N/mm}^2}$$

$$F_s = 2,43$$

$$F_s = 2$$

En el análisis realizado se identificó un factor de seguridad, es un valor favorable para ser un diseño óptimo y con características de construcción eficientes.

6. PRESUPUESTO

Con el análisis de costos vamos a determinar los recursos económicos necesarios para la implementación del ordeño mecánico en el rancho Mira Loma, el cual va involucrar costos directos e indirectos para la fabricación del proyecto.

6.1. Análisis de costos

6.1.1 Costos Directos

Los cálculos se hicieron con base en la cotización del distribuidor de CTAMILK para Ecuador de equipos TecnicOrdeño® que se especifica a continuación en la tabla 6.1.

Tabla 6.1. Costo de materia prima

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	COSTO UNIT. (US\$)	TOTAL (US\$)
1	Bomba de vacío CTAMILK 750	\$600,00	\$600,00
1	Motor a gasolina 5.5 Hp	\$150,00	\$150,00
2	Poleas	\$15,00	\$30,00
1	Mini-Regulador de vacío de 750 litros	\$85,13	\$85,13
3	Pulsador M40/M40 Pro	\$78,36	\$235,08
3	Grupo de ordeño De Laval HCC250	\$275,00	\$825,00
6	Mangueras de pulsación	\$4,33	\$25,98
6	Manguera conductora de leche	\$6,80	\$40,80
2	Tanques recolectores	\$200,00	\$400,00
2	Tubo redondo de bajo carbono	\$18,00	\$36,00
1	Tubo rectangular de bajo carbono	\$16,00	\$16,00
1	Tubería de cobre de 19 mm	\$16,00	\$16,00
1	Plancha de acero inoxidable	\$33,00	\$33,00
2	Llaves de paso de acero inoxidable	\$5,00	\$10,00
1	Codo de cobre	\$2,00	\$2,00
2	Llantas	\$15,00	\$30,00
TOTAL			2534,78

Elaborado por: Carranza, D & Lozada, C. (2020)

En la tabla 6,2 se muestran los costos de construcción y maquinado que son necesarios para la fabricación.

Tabla 6.2. Costo de maquinado

OPERACIÓN	TIEMPO (HORA)	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Soldadura eléctrica	4	\$12,00	\$48,00
Mecanizado de la pieza	10	\$15,50	\$155,00
Pintura y acabados	2	\$10,00	\$20,00
		TOTAL	\$223,00

Elaborado por: Carranza, D & Lozada, C. (2020)

6.1.2. Costos Indirectos

Son costos que no intervienen directamente en la construcción del ordeño mecánico: costo de insumos, diseño y mano de obra indirecta como se muestra en la tabla 6.3.

Tabla 6.3 Costos indirectos

COMPONENTE	TIEMPO (HORA)	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Técnico	8	\$6,25	\$50,00
Diseño del chasis	15	\$16,50	\$247,50
Varios	1	\$100,00	\$100,00
		TOTAL	\$397,50

Elaborado por: Carranza, D & Lozada, C. (2020)

Costo Total

En la tabla 6.4 se detalla el valor del ordeño mecánico.

Tabla 6.4. Costo total

COMPONENTE	COSTO
Costo de materia prima	\$2534,78
Costos de maquinado	\$223,00
Costos indirectos	\$397,50
Total	\$3155,28

Elaborado por: Carranza, D & Lozada, C. (2020)

El presupuesto del presente proyecto de investigación, asciende a la cantidad de **TRES MIL SIEN TO CINCUENTA Y CINCO DÓLARES** con **VEINTE Y OCHO CENTAVOS**.

6.2. ANÁLISIS DE IMPACTOS

En este numeral del proyecto de investigación, se analiza el impacto que tiene el diseño de un ordeño mecánico con un intercambiador de calor para el Rancho “Mira Loma”.

6.2.1. Impacto económico

El presupuesto general que es el coste del diseño del ordeño mecánico con un sistema de intercambiador de calor, se procede a continuación; a estudiar económicamente la viabilidad del proyecto. En primer lugar, se destaca que el presupuesto para el ordeño mecánico móvil de tres puestos con un intercambiador de calor tiene un coste de 3155,28 dólares.

En el análisis económico se realiza el cálculo de los siguientes factores: VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y PRC (Periodo de Recuperación de Capital). Estos factores proporcionan la idea general de rentabilidad del ordeño mecánico con intercambiador de calor. El

ingreso rentable se plantea con los siguientes valores en cada uno de los años establecidos en la tabla 6.5.

Tabla 6.5. Valores económicos anuales pretendidos

Año	Valor del prototipo	Margen comercial de operación (10%)	Total ingresos (\$)
1	3.155,28	315,5	3.470,8
2	3.470,8	347,08	3.817,8
3	3.817,8	381,78	4.199,5
4	4.199,5	419,95	4.539,45
5	4.539,45	453,94	4.993,39

Elaborado por: Carranza, D & Lozada, C. (2020)

Valor Actual Neto (VAN): Este factor, es el encargado de determinar el valor de los flujos de costos e ingresos generados a través de la vida útil del ordeño mecánico móvil. El VAN representa en valores actuales, el retorno líquido actualizado. Si el VAN es mayor que cero, el ordeño mecánico es conveniente; si el VAN es igual a cero, el sistema registrador de leche resulta indiferente y si el VAN es menor a cero, el ordeño mecánico no es viable; para determinar esto se toma en cuenta:

Factor de actualización, Tasa de rentabilidad de la institución (11,15 %), T = Periodo durante el cual se requiere capitalizar la inversión (5 años), I_0 = Inversión inicial del sistema registrador de leche (3155,28).

A continuación se detalla en la tabla 6.6 el cálculo del VAN.

Tabla 6.6. Cálculo del VAN

Año	Ingresos (\$)	Egresos (\$)	Flujo Caja (\$)	Fac. Act. (0,1115)	Fondos
0	0	3.115,28	-3.115,28		-3.115,28
1	3.470,8	2.603,1	866,9	0,8997	779,94
2	3.817,8	2.994,46	823,34	0,8094	666,41
3	4.199,5	3.074,67	1.124,83	0,7282	819,10
4	5.406,55	3.535,87	1.870,68	0,6552	1.225,66

5	6.398,3	4.066,25	2.331,88	0,5895	1.374,64
---	---------	----------	----------	--------	----------

Elaborado por: Carranza, D & Lozada, C. (2020)

Antecesor al análisis de la Tasa Interna de Retorno (TIR), se encuentra en función a la inflación proyectada del país, puesto que esta es una estimación de riesgo sobre el proyecto. La tabla 6.7 muestra esta tasa de actualización para proyectos.

Tabla 6.7. Tasa de actualización para proyectos

Clasificación de proyectos	Tasa de actualización	
	Proyectos sociales sin fines de lucro	7 %	10 %
Proyectos bajo financiamiento estatal	12 %	14 %
Proyectos bajo financiamiento privado	11 %	13 %
Proyectos mixtos	13 %	15 %

Fuente. Ley de Régimen Tributario del Ecuador

El proyecto sistema de registro de leche, se ubica entre un rango del 13 % y 15 %; límites que son de utilidad para obtener un VAN menor y un VAN mayor indispensables en el cálculo de la TIR.

Tasa Interna de Retorno (TIR): Se puede interpretar a la TIR, como la más alta tasa de interés que se podría pagar por un préstamo que financiará la inversión, si el préstamo con los intereses acumulados a esta tasa dada, se fuese abonando con los ingresos provenientes del proyecto, a medida que estos van siendo generados a través de toda la vida útil del proyecto. Si la TIR es mayor que el costo del capital debe aceptarse el proyecto.

A continuación se detalla en la tabla 6.8 el cálculo de la TIR.

Tabla 6.8. Cálculo de la TIR

Año	Flujo Neto	Actualización			
		Fac. Act. 13 %	VAN Menor	Fac. Act. 15 %	VAN Mayor
0	3.115,28				
1	779,94	0,8849	690,16	0,8696	678,23
2	666,41	0,7831	521,86	0,7561	503,87
3	819,10	0,6930	567,63	0,6575	538,55

4	1.225,66	0,6133	751,69	0,5717	700,70
5	1.374,64	0,5428	746,15	0,4972	683,47
TOTAL			3.277,49	TOTAL	3.104,82

Elaborado por: Carranza, D & Lozada, C. (2020)

TIR = 50,96 %

Periodo de Recuperación de Capital (PRC): Es el tiempo requerido para recuperar la inversión original, en una medida de la rapidez con que el proyecto reembolsará el capital inicial. El periodo de recuperación consiste en el número de años requeridos para recobrar la inversión preliminar; en la tabla 6.9 se demuestra el tiempo requerido para que el proyecto recupere la inversión inicial de capital. La versión de diseño del ordeño mecánico móvil con un intercambiador de calor, si se la reflejará con los demás productores de leche, no tendría un costo elevado debido a que el diseño ya está realizado.

Tabla 6.9. Cálculo del PRC

Año	Flujo Caja	Fac. (11,15 %)	Act.Fondos	Acumulado
0	- 3.115,28			-3.115,28
1	866,9	0,8997	779,94	-2.335,34
2	823,34	0,8094	666,41	-1.668,93
3	1.124,83	0,7282	819,10	-849,83
4	1.870,68	0,6552	1.225,66	375,83
5	2.331,88	0,5895	1.374,64	1.750,47

Elaborado por: Carranza, D & Lozada, C. (2020)

Para el cálculo de la PRC, se utiliza la siguiente ecuación:

El retorno del capital invertido se lo tiene en **3 años, 8 meses y 8 días**; finalmente de acuerdo al análisis de factibilidad se pudo determinar la evaluación económica del proyecto, el VAN es mayor que cero \$ **1.750,47**; por ende el proyecto es conveniente. La TIR se encuentra en un **50,96%** la cual es mayor que el costo del capital (11,15 %) asegurando la viabilidad del ordeño mecánico con un intercambiador de calor.

6.2.2. Impacto social

En este impacto el proyecto prevé que incidirá a corto, mediano y largo plazo, en un cambio de hábitos en la actividad de ordeño en el rancho “Mira Loma” y posteriormente se puede reflejar en los más de 90 pequeños ganaderos del sector, se estima que la producción se aumentara en un 10% y se optimizará aumentando e optimizando en un 35% el tiempo empleado en la extracción lechera. Ergonómicamente es más factible un sistema de ordeño mecánico móvil, al reducir la carga postural de 7 a 4 en la puntuación RUL equivalente a un 57 % según el estudio realizado por Castillo Edgar.

6.2.3. Impacto técnico

A través del diseño de un ordeño mecánico móvil con un intercambiador de calor, se mejorara el proceso de extracción de leche y a su vez mediante el intercambiador de calor se calentara 10 litros de agua aprovechando los gases de escape el cual cederá un calor de 0,636 kW, el agua calentada será empleada en la limpieza de los conductores de leche de tal manera mejorando y manteniendo la higiene en el proceso de extracción de leche.

6.2.4. Impacto ambiental

La implementación del ordeño mecánico con un intercambiador de calor dejará un impacto ambiental, debido a que el uso de un intercambiador de calor permite recuperar en un 53% los gases residuales del motor de combustión interna y a su vez actuando como un silenciador que seguramente disminuirá el ruido permitido en los ordeños mecánicos móviles que es de 70 db, ayudando a la conservación del medio ambiente, evitado el desgaste de otro recursos no renovables empleados para el calentamiento del agua, además si se replica en los pequeños productores del sector que son más de 90 se podrá aprovechar de mejor manera una energía que generalmente se desperdicia.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones de la propuesta tecnológica efectúan un marco global del diseño de un ordeño mecánico de tres puestos con un intercambiador de calor para la limpieza de los conductores de leche en el rancho “Mira Loma”.

7.1. CONCLUSIONES

El desarrollo del diseño del ordeño mecánico móvil con un intercambiador de calor presentó aspectos relevantes, detallados en las siguientes conclusiones:

- Con la ayuda del software SolidWorks se diseñó una estructura que conlleve todas las partes del ordeño mecánico móvil con intercambiador de calor, contemplando todas las características establecidas en la investigación.
- Se estableció los parámetros adecuados de generación de vacío de la bomba encontrando un caudal necesario de 635 L/min y se procedió a seleccionar una bomba de 750 L/min que se encuentra en el mercado, el mecanismo de transmisión de potencia para un motor de 5,5 HP, el cual permite el funcionamiento adecuado de la bomba de vacío.
- Se ha calculado y diseñado un modelo de intercambiador de calor tipo serpentín, que con lleva un tubo de cobre de 3,23 m con un diámetro interior de 19 mm y un espesor de 1,4, su carcasa es cilíndrica de acero inoxidable con un diámetro de 280 mm y una altura de 300 mm con un espesor de 5 mm, para la entrada y salida de agua será mediante llaves de paso en acero inoxidable. Para el diseño de los intercambiadores de calor existen normas tales como: ASME y TEMA lo que garantiza un equipo confiable.
- El cálculo desprende que para el motor de combustión interna de 4 tiempos de ciclo Otto de 3,6 kW de potencia mecánica objeto del presente proyecto, los gases de escape se llevarían consigo unos 1,2 kW del calor de combustión, que se arrojarían y desecharían al ambiente. Si bien es cierto, que toda la energía contenida en los gases de escape no puede ser recuperada, con el intercambiador diseñado y optimizado para los parámetros del proceso se logran recuperar 0,636 kW de calor en forma de agua caliente a una temperatura idónea que servirá para la limpieza y lavado de los conductores de leche (pezoneras, mangueras).

7.2. RECOMENDACIONES

Las principales recomendaciones efectuadas en el diseño de un ordeño mecánico móvil con un intercambiador de calor, se detallan a continuación:

- El uso de ayuda tecnológica (simuladores), es importante para realizar el diseño del ordeño mecánico móvil con intercambiador de calor y así obtener resultados de las cargas que

llevara la infraestructura a su vez para observar si tendrá deformaciones los materiales, también nos permite interpretar cada fluido que circulara dentro del intercambiador y observar el comportamiento de los mismos.

- Se recomienda la fabricación de un prototipo para pruebas experimentales con aislamientos térmicos si se requiere almacenar el agua caliente por más tiempo para mitigar las pérdidas de calor, en este caso no se lo utiliza debido a que la utilización del agua es de inmediato.
- Al ser este un diseño aún se pueden añadir muchas más funciones para mejorar e controlar de mejor manera la producción de leche en el potrero, mejorando el hardware y adicionalmente implementando algún software que con la ayuda de las nuevas tecnologías se podría tener un mejor control de la producción de cada animal e mejorando la seguridad del ordeño en mención.

8. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] N. i. d. UNESCO, «los campos de Ciencia y Tecnología,» [En línea]. Available: https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2017/03/codigos_unesco.pdf. [Último acceso: 25 junio 2020].
- [2] M. Caguana, Interviewee, *Presidente de COPROCAP*. [Entrevista]. 10 septiembre 2019.
- [3] E. O. O. BUITRAGO, «blogspot,» 30 noviembre 2008. [En línea]. Available: <http://ordenomanualbovinos.blogspot.com/>. [Último acceso: 27 diciembre 2018].
- [4] C. Marquez, «EL COMERCIO,» 4 6 2017. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/chimborazo-agricultura-ganaderia-prestamos-sembrios.html>.
- [5] AGROCALIDAD, «GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PECUARIAS,» 23 OCTUBRE 2012. [En línea]. Available: <http://agroecuador.org/images/pdfs/buenas-practicas/pec/Manuales-de-aplicabilidad-de-BPP-de-ganaderia-de-leche.pdf>. [Último acceso: 23 mayo 2020].
- [6] Tellez, «ordeño mecanico, capitulo 5,» 24 Junio 2002. [En línea]. Available: <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20inter..>
- [7] G. Carranza, Interviewee, *situacion actual del rancho mira loma*. [Entrevista]. 20 octubre 2019.
- [8] S. COMINILLO, «la revolucion del ordeño. Cambios en el proceso de trabajo de produccion primaria de lechen en argentina, 1980-2007,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3873/387343599021>.
- [9] A. C. RAMOS, «ocw.upm,» euit agricola-UPM, [En línea]. Available: <http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno->

mecanico/Tema_3._Salas_de_Ordeno/TEXTOS_Y_FIGURAS/tema_03-_tipos_de_instalaciones_de_ordeno_para_ganado_vacuno.pdf. [Último acceso: 10 enero 2020].

- [10] e. d. ejemplos, «conduccion, conveccion y radiacion,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.ejemplos.co/10-ejemplos-de-conduccion-conveccion-y-radiacion/>.
- [11] J. Labat, mayo 2018. [En línea]. Available: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/13702/407960.pdf?sequence=1..> [Último acceso: 10 junio 2020].
- [12] S. Perez, «intercambiador de calor para la industria alimentaria,» 8 abril 2011. [En línea]. Available: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/disenno-de-un-intercambiador-de-calor-para-la-industria-alimentaria..> [Último acceso: 16 junio 2020].
- [13] J. C. Quintero, «diseño de un sistema de ordeño mecanico portatil. Medellin,» 2010. [En línea].
- [14] A. Callejo, «calculo de la maquinaria de ordeño. Madrid, España,» 2009. [En línea].
- [15] J. Delgado. [En línea]. Available: <https://j-delgado.com/>.
- [16] J. Santiesteban, «influencia del ordeño mecanico sobre la calidad de la leche y salud de la ubre,» 1992. [En línea].
- [17] DUNLOP, «Catalogo de correas industriales,» [En línea].
- [18] F. D. D. B. T. L. A. Incropera, fundamentals of Heat and Mass Transfer, 6th ed, 2007.
- [19] M. Almendaris, «materiales, Riobamba,» 2013. [En línea].
- [20] Acero comercial Ecuatoriano S.A, «fuerza y confianza,» 1957. [En línea]. Available: <https://www.acerocomercial.com/productos/genericos/tuberia-y-accesorios/estructural/estructural/>.
- [21] Gardau, «catalogo tecnico de barras y tubos laminadas, Colombia,» 2015. [En línea].
- [22] Simex, «informacion tecnica de tuberia,» [En línea]. Available: <http://sigmaflow.mx/wp-content/uploads/07-Info-de-Tuberia.pdf>.
- [23] Dipac, «productos de acero,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.dipacmanta.com/tubos/tubo-estructural-rectangular-negro>.
- [24] GeroNeto, «aceros de confianza,» [En línea]. Available: https://www.geroneto.com/catalogos/geroneto_cobre.pdf.
- [25] Dismetel, «Metales para la industria y construccion,» 2015. [En línea]. Available: <https://dismetel.ec/productos/planchas/acero-inoxidable>.
- [26] Electrabel , «funcionamiento de un termometro bimetalico,» 11 diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.electrabel.es/el-funcionamiento-de-un-termometro-bimetalico/>. [Último acceso: 10 junio 2020].

- [27] CTA MILK, «catálogo de vacuum pump,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.ctamilk.com/public/catalog/CatalogueVACUUMPUMPS2015.pdf>. [Último acceso: 8 junio 2020].
- [28] infrasal, «motor a gasolina,» [En línea]. Available: <https://www.infrasal.com/industria/construccion/motores-de-combustion/172-gx160k1-sx-3600rpm>. [Último acceso: 15 junio 2020].
- [29] Diproin, «bandas industriales,» [En línea]. Available: <https://www.diproin.com.ec/>. [Último acceso: 15 julio 2020].
- [30] ultraMILK, «componentes de ordeños,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.ultramilk.es/wp/>. [Último acceso: 20 junio 2020].
- [31] IMUSA, «bidones de 40 ltrs,» [En línea]. Available: <http://insmevet.com/imusa/>. [Último acceso: 23 julio 2020].
- [32] p. l. d. campo, *medición de los gases de escape*, latacunga, 2020.
- [33] P. Molina, «clasificación de los intercambiadores de calor de acuerdo a los tubos,» febrero 2017. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/201702pablomolina/apuntes/semana-12>.
- [34] Dipac, «Dipac,» Dipac manta. [En línea]. [Último acceso: 22 12 2019].
- [35] L. Cano, «FACTOR DE SEGURIDAD Y ESFUERZO DE DISEÑO PERMISIBLE,» [En línea]. Available: https://www.academia.edu/23012894/FACTOR_DE_SEGURIDAD_Y_ESFUERZO_DE_DISEÑO_PERMISIBLE_ESFUERZO_DE_TRABAJO. [Último acceso: septiembre 7 2020].
- [36] J. L. P. d. L. Esteban, 15 abril 2020. [En línea]. Available: http://ocw.upm.es/pluginfile.php/952/mod_label/intro/tema_02-2-_componentes_basicos_de_una_instalacion_de_ordeno_mecanico.pdf.
- [37] Productos Nacobre S.A, «manual tecnico nacobre,» [En línea]. Available: https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut208/manual_tecnico_cobre.pdf.
- [38] O. Rojas, E. Santos, P. Marin y R. V. y. S. julio, «menajería en planchas de acero inoxidable,» [En línea]. Available: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v05_n2/mena_planchas.htm#*.

Anexos

9. ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Tablas de propiedades termofísicas	79
ANEXO B: Tablas de materiales e equipos empleados con sus características	82
ANEXO C: Planos del ordeño	90
ANEXO D: Resultados de la simulación en SolidWorks	96me

TABLE A.4 Thermophysical Properties of Gases at Atmospheric Pressure^a

<i>T</i> (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg·K)	$\mu \cdot 10^7$ (N·s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m·K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	<i>Pr</i>
Air, $\mathcal{M} = 28.97$ kg/kmol							
100	3.5562	1.032	71.1	2.00	9.34	2.54	0.786
150	2.3364	1.012	103.4	4.426	13.8	5.84	0.758
200	1.7458	1.007	132.5	7.590	18.1	10.3	0.737
250	1.3947	1.006	159.6	11.44	22.3	15.9	0.720
300	1.1614	1.007	184.6	15.89	26.3	22.5	0.707
350	0.9950	1.009	208.2	20.92	30.0	29.9	0.700
400	0.8711	1.014	230.1	26.41	33.8	38.3	0.690
450	0.7740	1.021	250.7	32.39	37.3	47.2	0.686
500	0.6964	1.030	270.1	38.79	40.7	56.7	0.684
550	0.6329	1.040	288.4	45.57	43.9	66.7	0.683
600	0.5804	1.051	305.8	52.69	46.9	76.9	0.685
650	0.5356	1.063	322.5	60.21	49.7	87.3	0.690
700	0.4975	1.075	338.8	68.10	52.4	98.0	0.695
750	0.4643	1.087	354.6	76.37	54.9	109	0.702
800	0.4354	1.099	369.8	84.93	57.3	120	0.709
850	0.4097	1.110	384.3	93.80	59.6	131	0.716
900	0.3868	1.121	398.1	102.9	62.0	143	0.720
950	0.3666	1.131	411.3	112.2	64.3	155	0.723
1000	0.3482	1.141	424.4	121.9	66.7	168	0.726
1100	0.3166	1.159	449.0	141.8	71.5	195	0.728
1200	0.2902	1.175	473.0	162.9	76.3	224	0.728
1300	0.2679	1.189	496.0	185.1	82	257	0.719
1400	0.2488	1.207	530	213	91	303	0.703
1500	0.2322	1.230	557	240	100	350	0.685
1600	0.2177	1.248	584	268	106	390	0.688
1700	0.2049	1.267	611	298	113	435	0.685
1800	0.1935	1.286	637	329	120	482	0.683
1900	0.1833	1.307	663	362	128	534	0.677
2000	0.1741	1.337	689	396	137	589	0.672
2100	0.1658	1.372	715	431	147	646	0.667
2200	0.1582	1.417	740	468	160	714	0.655
2300	0.1513	1.478	766	506	175	783	0.647
2400	0.1448	1.558	792	547	196	869	0.630
2500	0.1389	1.665	818	589	222	960	0.613
3000	0.1135	2.726	955	841	486	1570	0.536
Ammonia (NH₃), $\mathcal{M} = 17.03$ kg/kmol							
300	0.6894	2.158	101.5	14.7	24.7	16.6	0.887
320	0.6448	2.170	109	16.9	27.2	19.4	0.870
340	0.6059	2.192	116.5	19.2	29.3	22.1	0.872
360	0.5716	2.221	124	21.7	31.6	24.9	0.872
380	0.5410	2.254	131	24.2	34.0	27.9	0.869

3 – 3		TABLE A.6 Thermophysical Properties of Saturated Water ^a															
Temperature, T (K)	Pressure, p (bars) ^b	Specific Volume (m ³ /kg)	$v_f \cdot 10^3$	v_g	Heat of Vaporization, h_{fg} (kJ/kg)	Specific Heat (kJ/kg · K)		Viscosity (N · s/m ²)	$\mu_f \cdot 10^6$	$\mu_g \cdot 10^6$	Thermal Conductivity (W/m · K)		Prandtl Number		Surface Tension, $\sigma_f \cdot 10^3$ (N/m)	Expansion Coeff. $\beta_f \cdot 10^6$ (K ⁻¹)	Temperature, T (K)
						$c_{p,f}$	$c_{p,g}$				$k_f \cdot 10^3$	$k_g \cdot 10^3$	Pr_f	Pr_g			
273.15	0.00611	1.000	206.3		2502	4.217	1.854	1750	8.02	8.02	569	18.2	12.99	0.815	75.5	-68.05	273.15
275	0.00697	1.000	181.7		2497	4.211	1.855	1652	8.09	8.09	574	18.3	12.22	0.817	75.3	-32.74	275
280	0.00990	1.000	130.4		2485	4.198	1.858	1422	8.29	8.29	582	18.6	10.26	0.825	74.8	46.04	280
285	0.01387	1.000	99.4		2473	4.189	1.861	1225	8.49	8.49	590	18.9	8.81	0.833	74.3	114.1	285
290	0.01917	1.001	69.7		2461	4.184	1.864	1080	8.69	8.69	598	19.3	7.56	0.841	73.7	174.0	290
295	0.02617	1.002	51.94		2449	4.181	1.868	959	8.89	8.89	606	19.5	6.62	0.849	72.7	227.5	295
300	0.03531	1.003	39.13		2438	4.179	1.872	855	9.09	9.09	613	19.6	5.83	0.857	71.7	276.1	300
305	0.04712	1.005	29.74		2426	4.178	1.877	769	9.29	9.29	620	20.1	5.20	0.865	70.9	320.6	305
310	0.06221	1.007	22.93		2414	4.178	1.882	695	9.49	9.49	628	20.4	4.62	0.873	70.0	361.9	310
315	0.08132	1.009	17.82		2402	4.179	1.888	631	9.69	9.69	634	20.7	4.16	0.883	69.2	400.4	315
320	0.1053	1.011	13.98		2390	4.180	1.895	577	9.89	9.89	640	21.0	3.77	0.894	68.3	436.7	320
325	0.1351	1.013	11.06		2378	4.182	1.903	528	10.09	10.09	645	21.3	3.42	0.901	67.5	471.2	325
330	0.1719	1.016	8.82		2366	4.184	1.911	489	10.29	10.29	650	21.7	3.15	0.908	66.6	504.0	330
335	0.2167	1.018	7.09		2354	4.186	1.920	453	10.49	10.49	656	22.0	2.88	0.916	65.8	535.5	335
340	0.2713	1.021	5.74		2342	4.188	1.930	420	10.69	10.69	660	22.3	2.66	0.925	64.9	566.0	340
345	0.3372	1.024	4.683		2329	4.191	1.941	389	10.89	10.89	664	22.6	2.45	0.933	64.1	595.4	345
350	0.4163	1.027	3.846		2317	4.195	1.954	365	11.09	11.09	668	23.0	2.29	0.942	63.2	624.2	350
355	0.5100	1.030	3.180		2304	4.199	1.968	343	11.29	11.29	671	23.3	2.14	0.951	62.3	652.3	355
360	0.6209	1.034	2.645		2291	4.203	1.983	324	11.49	11.49	674	23.7	2.02	0.960	61.4	697.9	360
365	0.7514	1.038	2.212		2278	4.209	1.999	306	11.69	11.69	677	24.1	1.91	0.969	60.5	707.1	365
370	0.9040	1.041	1.861		2265	4.214	2.017	289	11.89	11.89	679	24.5	1.80	0.978	59.5	728.7	370
373.15	1.0133	1.044	1.679		2257	4.217	2.029	279	12.02	12.02	680	24.8	1.76	0.984	58.9	750.1	373.15
375	1.0815	1.045	1.574		2252	4.220	2.036	274	12.09	12.09	681	24.9	1.70	0.987	58.6	761	375
380	1.2869	1.049	1.337		2239	4.226	2.057	260	12.29	12.29	683	25.4	1.61	0.999	57.6	788	380
385	1.5233	1.053	1.142		2225	4.232	2.080	248	12.49	12.49	685	25.8	1.53	1.004	56.6	814	385
390	1.794	1.058	0.980		2212	4.239	2.104	237	12.69	12.69	686	26.3	1.47	1.013	55.6	841	390
400	2.455	1.067	0.731		2183	4.256	2.158	217	13.05	13.05	688	27.2	1.34	1.033	53.6	896	400
410	3.302	1.077	0.553		2153	4.278	2.221	200	13.42	13.42	688	28.2	1.24	1.054	51.5	952	410
420	4.370	1.088	0.425		2123	4.302	2.291	185	13.79	13.79	688	29.8	1.16	1.075	49.4	1010	420
430	5.699	1.099	0.331		2091	4.331	2.369	173	14.14	14.14	685	30.4	1.09	1.110	47.2		430

www.elsolucionario.net

ANEXO A

Accesorios de cobre

ANEXO B



Características Generales:

Normas de Fabricación: ASTM B75

Aleación: C12200

Aplicaciones: Conexiones y unificaciones para tubos de cobre.

• 2 Codo de Cobre 45°



Denominación (Pulg.)	Interior	Embocadura
Nominal	(5/8)	SO-SO
1/2"	(7/8)	SO-SO
3/4"	(1 1/8)	SO-SO
1"	(1 3/8)	SO-SO
1 1/4"	(1 5/8)	SO-SO
1 1/2"	(2 1/8)	SO-SO
2"	(2 5/8)	SO-SO
2 1/2"	(3 1/8)	SO-SO
3"	(4 1/8)	SO-SO
4"		SO-SO

• 3 Codo de Cobre 90°



Denominación (Pulg.)	Interior	Embocadura
Nominal	(5/8)	SO-SO
1/2"	(7/8)	SO-SO
3/4"	(1 1/8)	SO-SO
1"	(1 3/8)	SO-SO
1 1/4"	(1 5/8)	SO-SO
1 1/2"	(2 1/8)	SO-SO
2"	(2 5/8)	SO-SO
2 1/2"	(3 1/8)	SO-SO
3"		SO-SO

• 4 Nudo de Cobre



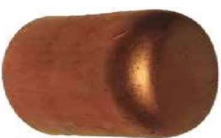
Denominación (Pulg.)	Interior	Embocadura
Nominal	(5/8)	SO-SO
1/2"	(7/8)	SO-SO
3/4"	(1 1/8)	SO-SO
1"	(1 3/8)	SO-SO
1 1/4"	(1 5/8)	SO-SO
1 1/2"	(2 1/8)	SO-SO
2"	(2 5/8)	SO-SO
2 1/2"	(3 1/8)	SO-SO
3"		SO-SO
4"		SO-SO

• 6 Tee de Cobre Reductora



Denominación (Pulg.)	Interior
Nominal	(5/8)
1/2"	(7/8)
3/4"	(1 1/8)
1"	(1 3/8)
1 1/4"	(1 5/8)
1 1/2"	(2 1/8)
2"	

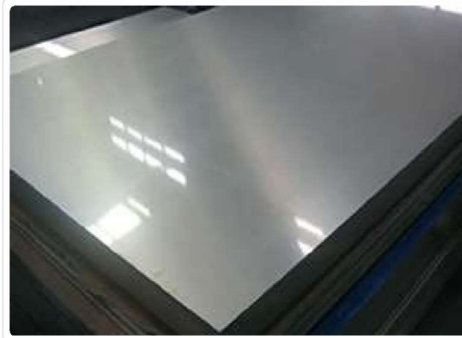
• 5 Tapón de Cobre



Denominación (Pulg.)	Interior
Nominal	(5/8)
1/2"	(7/8)
3/4"	(1 1/8)
1"	

Diámetro (Pulg.)	
Nominal	Interior
3/4 X 1/2"	(7/8 X 5/8)
1 X 1/2"	(1 1/8 X 5/8)
1 X 3/4"	(1 1/8 X 7/8)
1 1/4 X 1/2"	(1 3/8 X 5/8)
1 1/4 X 3/4"	(1 3/8 X 7/8)
1 1/2 X 1"	(1 5/8 X 1 1/8)
1 1/2 X 1 1/4"	(1 5/8 X 1 1/8)
1 1/2 X 1 1/2"	(1 5/8 X 1 3/8)
2 X 1 1/2"	(2 1/8 X 5/8)
2 X 3/4"	(2 1/8 X 7/8)
2 X 1"	(2 1/8 X 1 1/8)
2 X 1 1/4"	(2 1/8 X 1 3/8)
2 X 1 1/2"	(2 1/8 X 1 5/8)
2 1/2 X 1"	(2 5/8 X 1 1/8)
2 1/2 X 1 1/2"	(2 5/8 X 1 5/8)
2 1/2 X 2"	(2 5/8 X 2 1/8)
3 X 1 1/2"	(3 1/8 X 1 5/8)
3 X 2"	(3 1/8 X 2 1/8)
3 X 2 1/2"	(3 1/8 X 2 5/8)





CALIDAD: AISI - 304 / 316
OTRAS CALIDADES: PREVIA CONSULTA
FORMATO: 1220 X 2440
OTROS FORMATOS: PREVIA CONSULTA
ACABADOS: 2B / N° 1 / N° 4
OTROAS ACABADOS: PREVIA CONSULTA

ESPESOR	DIMENSIONES		PESO
	ancho	largo	
mm	mm	mm	kg.
0.50	1220	2440	11.89
0.70	1220	2440	16.65
1.00	1220	2440	23.78
1.50	1220	2440	35.67
2.00	1220	2440	47.56
3.00	1220	2440	71.34
4.00	1220	2440	95.12
6.00	1220	2440	142.68
8.00	1220	2440	190.24
10.00	1220	2440	237.80
12.00	1220	2440	285.36
15.00	1220	2440	356.70



CAÑERÍA DE COBRE

Características Generales:

Norma de Fabricación: ASTM B 280

Longitud: 50' (15 metros) en rollos

Aplicaciones: redes industriales de gas y aire, refrigeración, instalación de aires acondicionados

• Cañerías

TUBERÍA DE COBRE

Características Generales:

Norma de Fabricación: ASTM B88

Calidad: Cobre. Temple Duro

Tipo: L

Longitud: 5.80 metros

Aplicaciones: conducción y distribución de agua, gas y refrigeración

• Tubos Redondos

Denominación	Diámetro		Espesor e	Peso
	Exterior			
pulg.	pulg.	mm	Kg/5.80m	
1/2"	5/8"	1.02	2.33	
3/4"	7/8"	1.14	3.73	
1"	1 1/8"	1.27	5.51	
1 1/4"	1 3/8"	1.40	7.36	
1 1/2"	1 5/8"	1.52	9.37	
2"	2 1/8"	1.78	14.99	
2 1/2"	2 5/8"	2.03	21.96	
3"	3 1/8"	2.29	28.14	
4"	4 1/8"	2.79	45.50	

Denominación pulg.

1/8"

3/16"

1/4"

5/16"

3/8"

1/2"

5/8"

3/4"

7/8"



DE WIT**Termómetros Bimetálicos**PRODUCTOS
**Watson
McDaniel**

El termómetro bimetálico DE-WIT tiene un sellado hermético en el bisel a la caja, el sellado hermético ofrece protección del medio ambiente y el polvo, eliminando los problemas creados por la entrada de humedad a la caja, sin eliminar la posibilidad de reparación (cambio de carátula o de cristal) ya que el bisel es del tipo cierre de bayoneta, ajuste externo de cero en la parte posterior de la caja, la hélice bimetálica está recubierta de silicón para minimizar la oscilación de la aguja y mejorar la transmisión de la temperatura en la mayoría de los proceso industriales, la longitud estándar del vástago es de 2 1/2" hasta 24" y el diámetro de 1/4" con carátula de 3" y de 5".



Termómetro

Rangos Disponibles

0 - 50 C°
0 - 150 C°
0 - 200 C°
0 - 300 C°
50 - 400 C°
100 - 500 C°

Longitud del Vástago

2 1/2" (63.5 mm)
4" (101.6 mm)
6" (152.4 mm)
9" (228.6 mm)
12" (304.8 mm)
15" (381.0 mm)
18" (457.2 mm)
24" (609.6 mm)

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Caja y Bisel	Acero Inoxidable 304 Sellado Hermético
Vástago y Conexión:	Acero Inoxidable 304 totalmente soldado, tamaño de la conexión 1/2" NPT macho.
Carátula:	Aluminio blanco, números negros en escala doble F° y C°
Aguja:	Aluminio negro estándar.
Exactitud:	1% del Total del rango (ASME B40.3 grado A)
Ajuste:	Externo de acero en la parte posterior de la caja
Ventana:	Vidrio estándar para servicio pesado (opcional cristal inastillable).
Escala:	Doble F° y C°



Características	Valor
Modelo	GX160
Motor	A gasolina, 4 tiempos, OHV, enfriado por aire, mono cilíndrico, 25° inclinación, eje horizontal.
Desplazamiento	163 cc
Potencia Neta	3.6 kw/ 4.8 hp a 3600 rpm.
Torque neto Máximo	10.3 N.m (1.05 kg.m) a 2500 rpm.
Alerta de Aceite	Si
Capacidad de gasolina	3.1 litros
Capacidad de aceite	0.6 litros.
Consumo de gasolina	1.4 l/h.
Diámetro y carrera	68 x 45 mm
Dimensiones (largo x ancho x alto)	312 x 362 x 335 mm
Peso	5 kg

VACUUM PUMP 750



P.V.750 BARE:

CAPILLARY OIL SYSTEM:

→ P.V.750 BARE with Nipples Oil 14 x 27 Thread 1/4" Inlet Ø5 [cod.1001040]

P.V.750 COMPLETE:

- P.V.750 BARE
- SILENCER
- GALVANIZED ELBOW
- NON RETURN VALVE BRASS 1"1/4
- ADP SLEEVE 1"1/4 x 1"1/4
- PULLEY PUMP 150 1A Ø 24 key 8

→ P.V.750 ONLY PUMP complete with Capillary Oiler

[cod.1000040]



OPTIONAL

OPTIONAL:

As far as the P.V.750 COMPLETE, the G.P.V.750 ON BRACKET and the G.P.V.750 ON TANK is possible, upon request to be provided with OIL/AIR SEPARATOR 500/750 [cod.2000012]

TECHNICAL INFORMATION:

POWER MOTOR	Kpa	RPM PUMP	N.L./MIN.	PULLEY PUMP	MOTOR PULLEY	ASSORB (A)	PRESSURE EXIT kpa	RPM MOTOR
2,2 Kw / 3 Hp	50	1250	750	150 1A	130 1A	11 A	3	1400
1,5 Kw / 2 Hp	50	1100	600	150 1A	120 1A	9 A	2	1400

GAMA DE PRODUCTOS impulseAir®



ESPECIFICACIONES:

- A** Largo Total
- B** Diámetro del Orificio
- C** Diámetro Interno del Tubo de Leche
- D** Diámetro de la Cabeza

En conformidad con las exigentes directrices BFR y RAL para materiales en contacto con la leche

Vea Impulse Air en acción en www.milkrite.com

REFERENCIA MILKRITE	VIDA EN ORDENO	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
---------------------	----------------	--------	--------	--------	--------

GAMA DE PEZONERAS ANGOSTAS IP20

REFERENCIA MILKRITE	VIDA EN ORDENO	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
IP20-AIR	2500	278	21	9	56
IP23-AIR	2500	278	21	12,5	56
IP25-AIR	2500	278	21	10	56

LA GAMA IP20 ESTÁ DISPONIBLE SOLAMENTE CON BOCA VENTILADA

GAMA DE PEZONERAS IP10

IP10-AIR	2500	312	23	9	59
IP13-AIR	2500	304	23	13	59
IP15-AIR	2500	320	23	10	59

Productos en envagues de 4 unidades

REFERENCIA MILKRITE	DESCRIPCIÓN
---------------------	-------------

MODELOS DE COLECTORES

IP10 / IP20	Se adapta a las garras con picos de 12-13mm OD con corte reto	
IP13 / IP23	Se adapta a las garras tipo Harmony	
IP15 / IP25	Se adapta a las garras con picos de 12-13mm OD con corte reto	

www.milkrite.com/LAS/

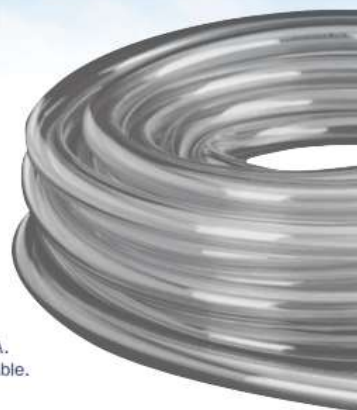
Referencias a otros fabricantes por sus nombres comerciales, marcas o referencias de productos son para propósitos de identificación del producto y se utilizan solamente para indicar el destino de los productos Milkrite y su compatibilidad con los equipos de los fabricantes.

03



MANGUERA DE LECHE

GAMA DE PRODUCTOS TRANSFLOW PLÁSTICA



Esta manguera ligera, plástica y flexible cumple todos los estándares 3-A y FDA. Es una manguera fácil de manejar para salas y establos. Fácil de limpiar y durable. No envejece, ni se descama o agrieta.

REFERENCIA MILKRITE	MEDIDAS IMPERIALES	MEDIDAS MÉTRICAS	EMPAQUE	CANTIDAD	UNIDAD
MANGUERA PLÁSTICA PARA LECHE (M-34R) TRANSFLOW					
8012	1/2" x 100'	12,7mm I.D. x 30,5m	Caja	1	Cada
8032	5/8" x 100'	15,9mm I.D. x 30,5m	Caja	1	Cada
MANGUERA PLÁSTICA TRANSPARENTE PARA VACÍO (A-24) TRANSFLOW					
8202	1/4" x 100'	6,35mm I.D. x 30,5m	Caja	1	Cada
8312	1/4" Doble x 100'	6,35mm I.D. Twin x 30,5m	Caja	1	Cada

GAMA DE PRODUCTOS TUBOS CORTOS PARA LECHE

REFERENCIA MILKRITE	MEDIDAS IMPERIALES	MEDIDAS MÉTRICAS
TUBOS CORTOS PARA LECHE - COMPATIBLES COM GEA		
MT100	0.405" x 5.5"	10.3mm x 140mm
MT090	0.337" x 7"	8.5mm x 178mm

Productos en empaques de 50 unidades

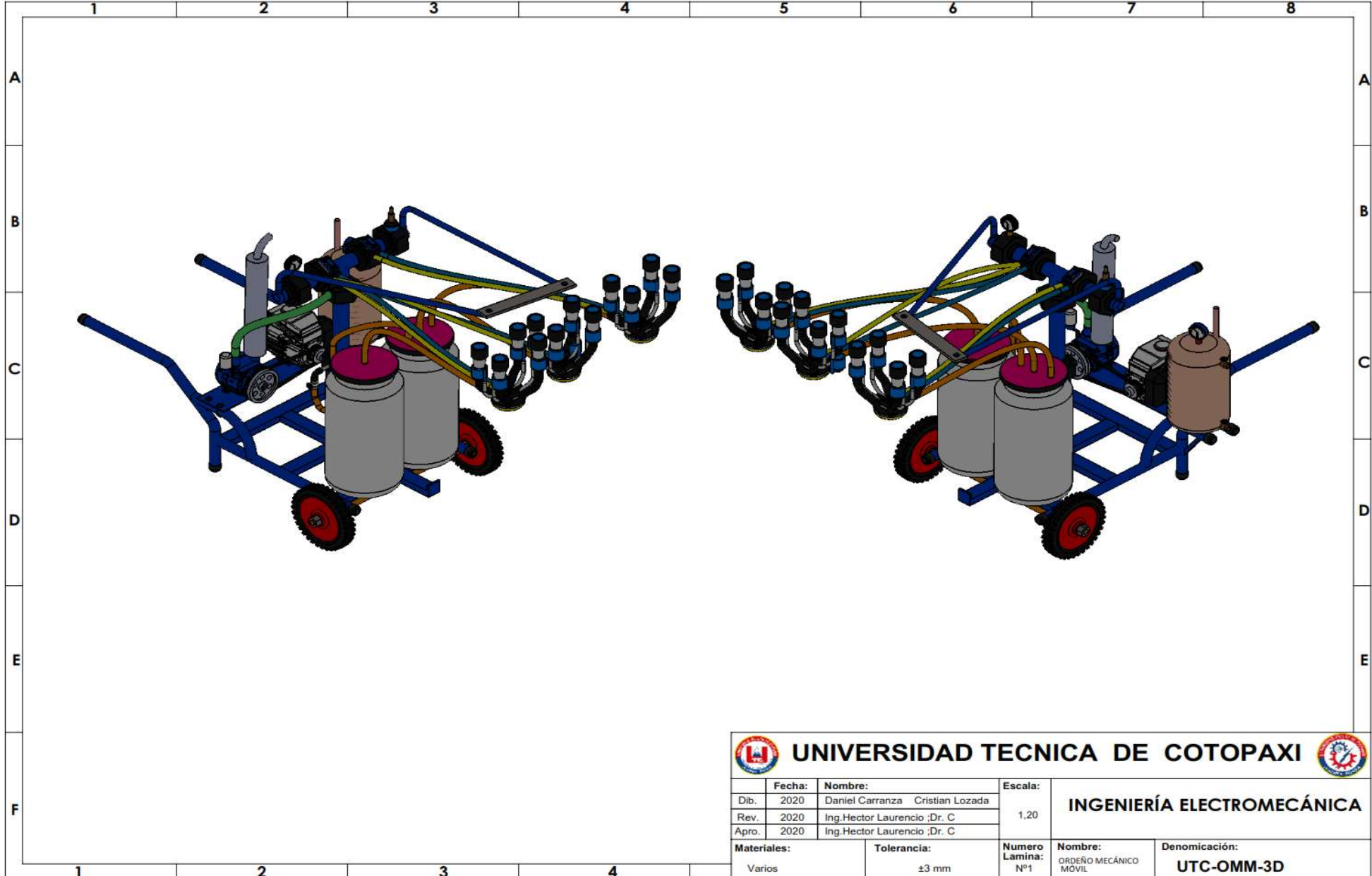


www.milkrite.com/LAS/

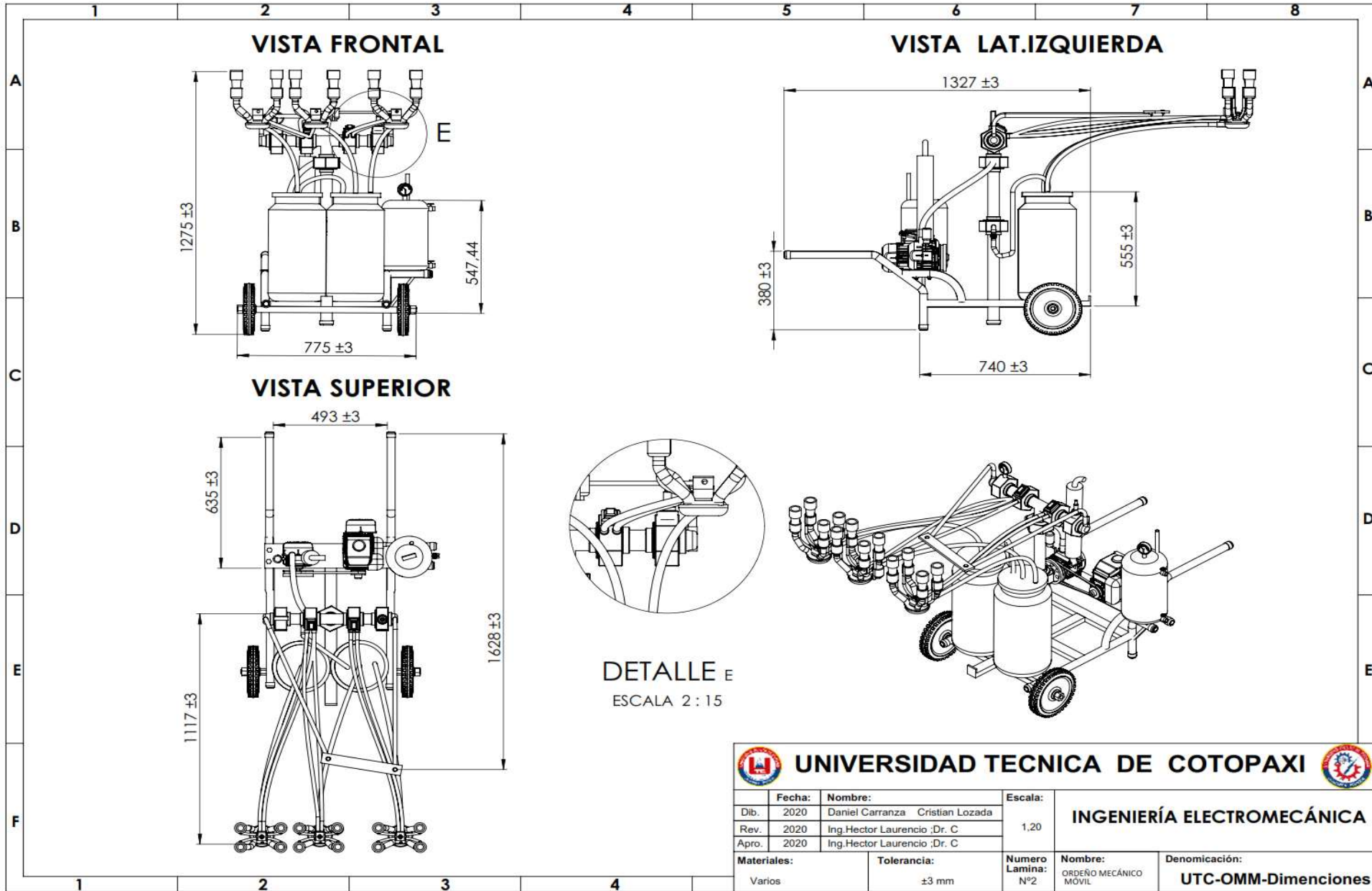
07

Referencias a otros fabricantes por sus nombres comerciales, marcas o referencias de productos son para propósitos de identificación del producto y se utilizan solamente para indicar el destino de los productos Milkrite y su compatibilidad con los equipos de los fabricantes.

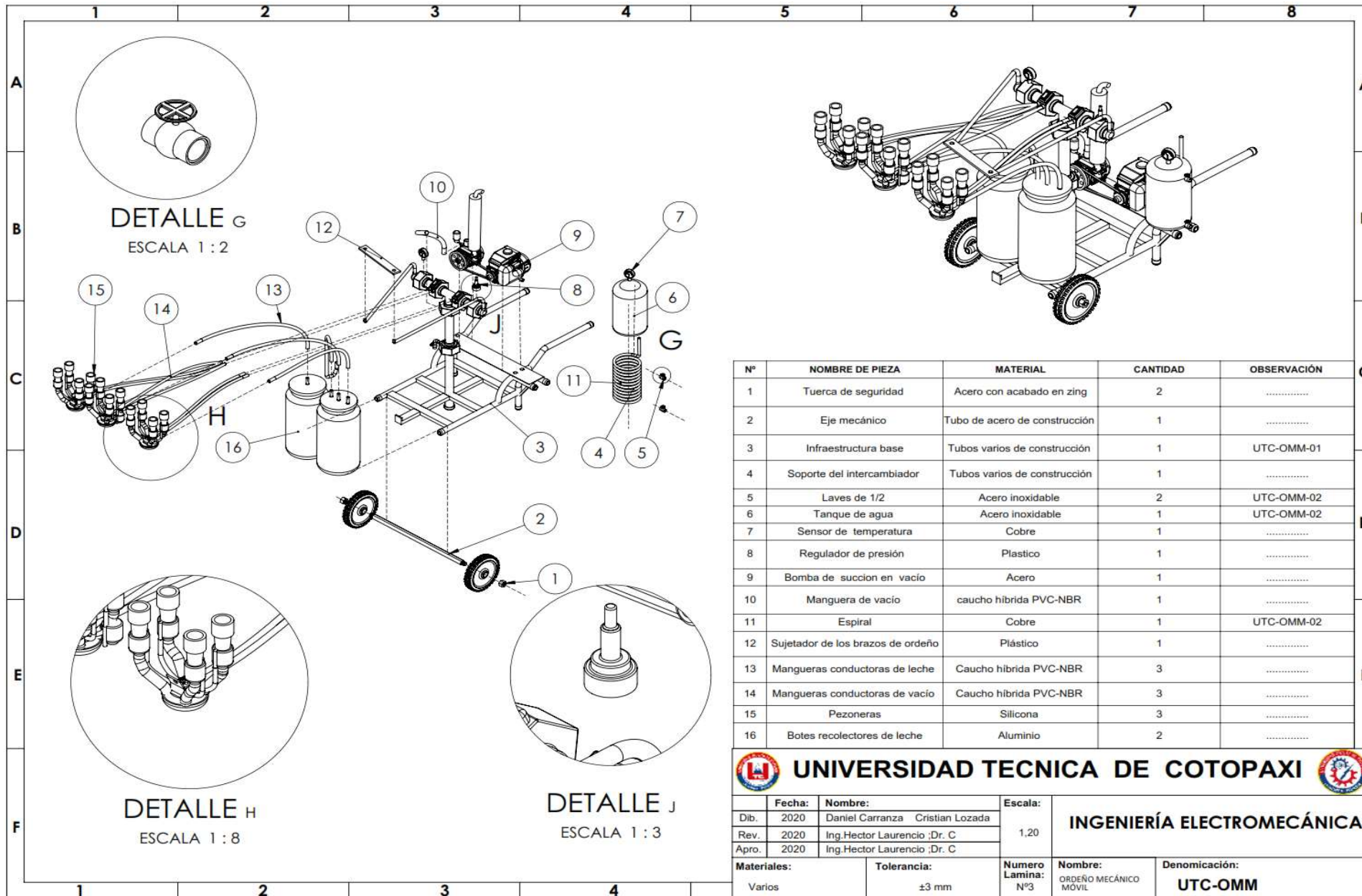




		UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		
		INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Fecha:	Nombre:	Escala:	UTC-OMM-3D	
Dib. 2020	Daniel Carranza Cristian Lozada	1,20		
Rev. 2020	Ing.Hector Laurencio ;Dr. C			
Apro. 2020	Ing.Hector Laurencio ;Dr. C			
Materiales:		Tolerancia:	Numero Lamina:	Nombre:
Varios		±3 mm	Nº1	ORDEÑO MECÁNICO MÓVIL



		UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI			
		INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA			
Fecha:	Nombre:	Escala:		1,20	
Dib. 2020	Daniel Carranza Cristian Lozada				
Rev. 2020	Ing.Hector Laurencio ;Dr. C				
Apro. 2020	Ing.Hector Laurencio ;Dr. C				
Materiales:		Tolerancia:		Numero Lamina:	Nombre:
Varios		±3 nm		Nº2	ORDENO MECÁNICO MOVIL
					Denominación:
					UTC-OMM-Dimenciones



DETALLE G
ESCALA 1 : 2

DETALLE H
ESCALA 1 : 8

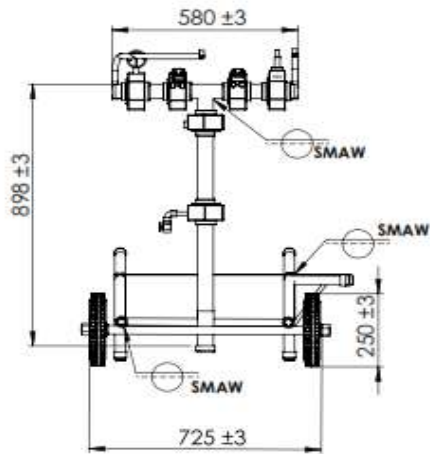
DETALLE J
ESCALA 1 : 3

Nº	NOMBRE DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD	OBSERVACIÓN
1	Tuerca de seguridad	Acero con acabado en zing	2	.....
2	Eje mecánico	Tubo de acero de construcción	1	.....
3	Infraestructura base	Tubos varios de construcción	1	UTC-OMM-01
4	Soporte del intercambiador	Tubos varios de construcción	1	.....
5	Laves de 1/2	Acero inoxidable	2	UTC-OMM-02
6	Tanque de agua	Acero inoxidable	1	UTC-OMM-02
7	Sensor de temperatura	Cobre	1	.....
8	Regulador de presión	Plastico	1	.....
9	Bomba de succion en vacio	Acero	1	.....
10	Manguera de vacio	caucho hibrida PVC-NBR	1	.....
11	Espiral	Cobre	1	UTC-OMM-02
12	Sujetador de los brazos de ordeño	Plástico	1	.....
13	Mangueras conductoras de leche	Caucho hibrida PVC-NBR	3	.....
14	Mangueras conductoras de vacio	Caucho hibrida PVC-NBR	3	.....
15	Pezoneras	Silicona	3	.....
16	Botes recolectores de leche	Aluminio	2	.....

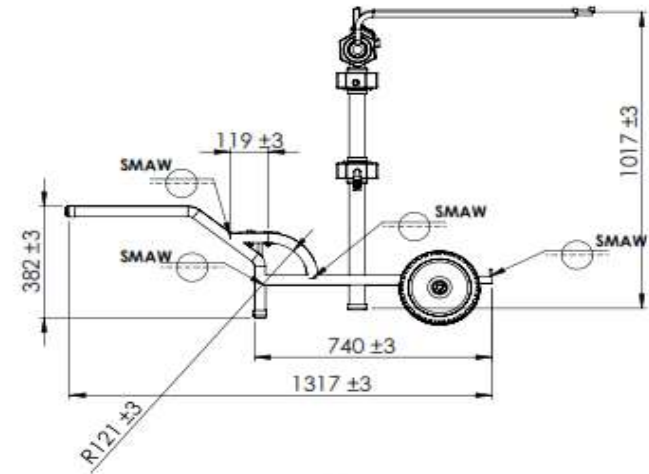
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Dib.	2020	Daniel Carranza Cristian Lozada	1,20	
Rev.	2020	Ing.Hector Laurencio ;Dr. C		
Apro.	2020	Ing.Hector Laurencio ;Dr. C		
Materiales:		Tolerancia:	Numero Lamina:	Nombre:
Varios		±3 mm	Nº3	ORDEÑO MECÁNICO MÓVIL
				Denominación:
				UTC-OMM

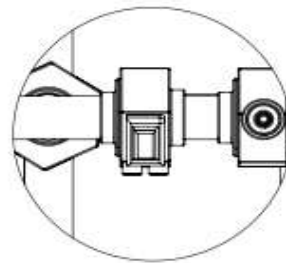
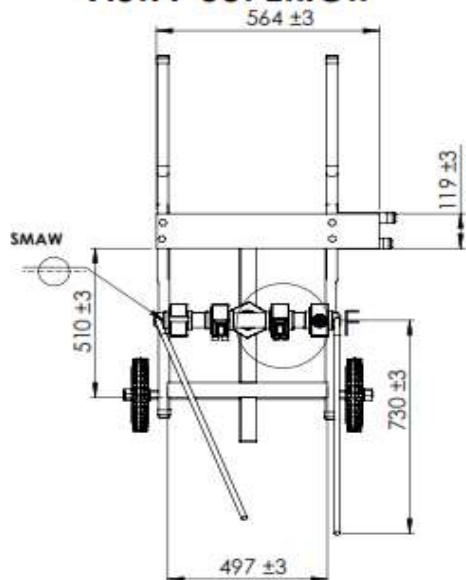
VISTA FRONTAL



VISTA LAT. IZQUIERDA

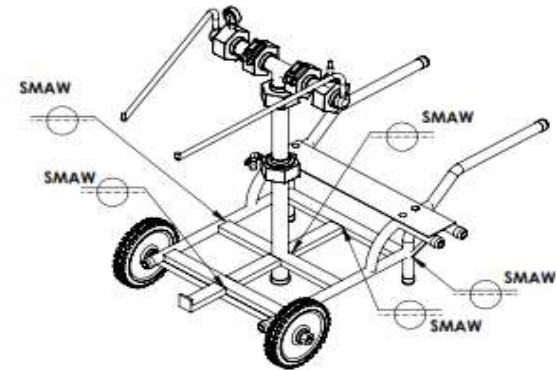


VISTA SUPERIOR

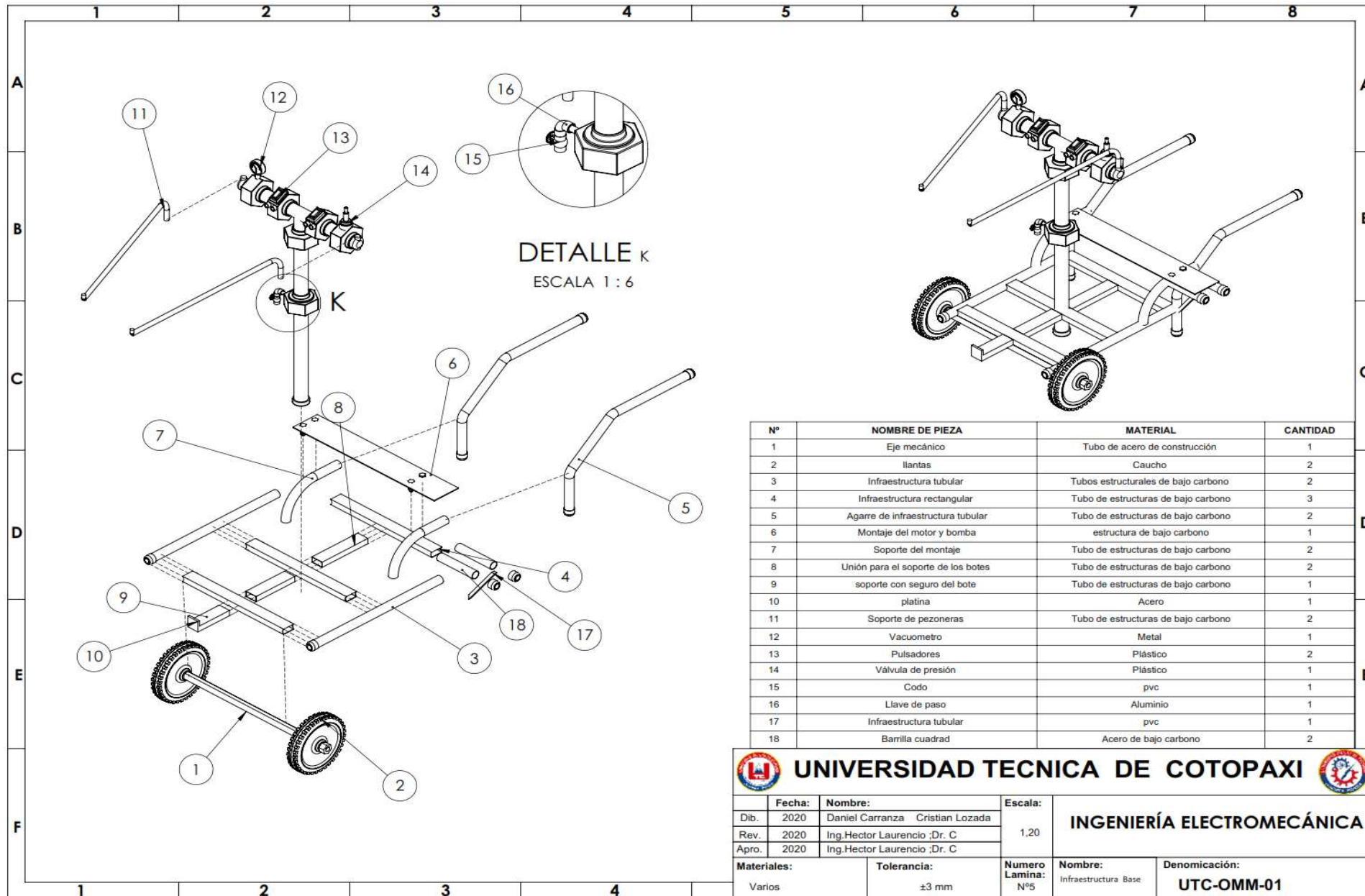


DETALLE F

ESCALA 1 : 5



		UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI			
Dib.	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	
Rev.	2020	Daniel Carranza Cristian Lozada	1,20		
Apro.	2020	Ing. Hector Laurencio ;Dr. C			
Materiales:		Tolerancia:	Numero Lamina:	Nombre:	Denominación:
Varios		±3 mm	Nº4	Infraestructura Base	UTC-OMM-01

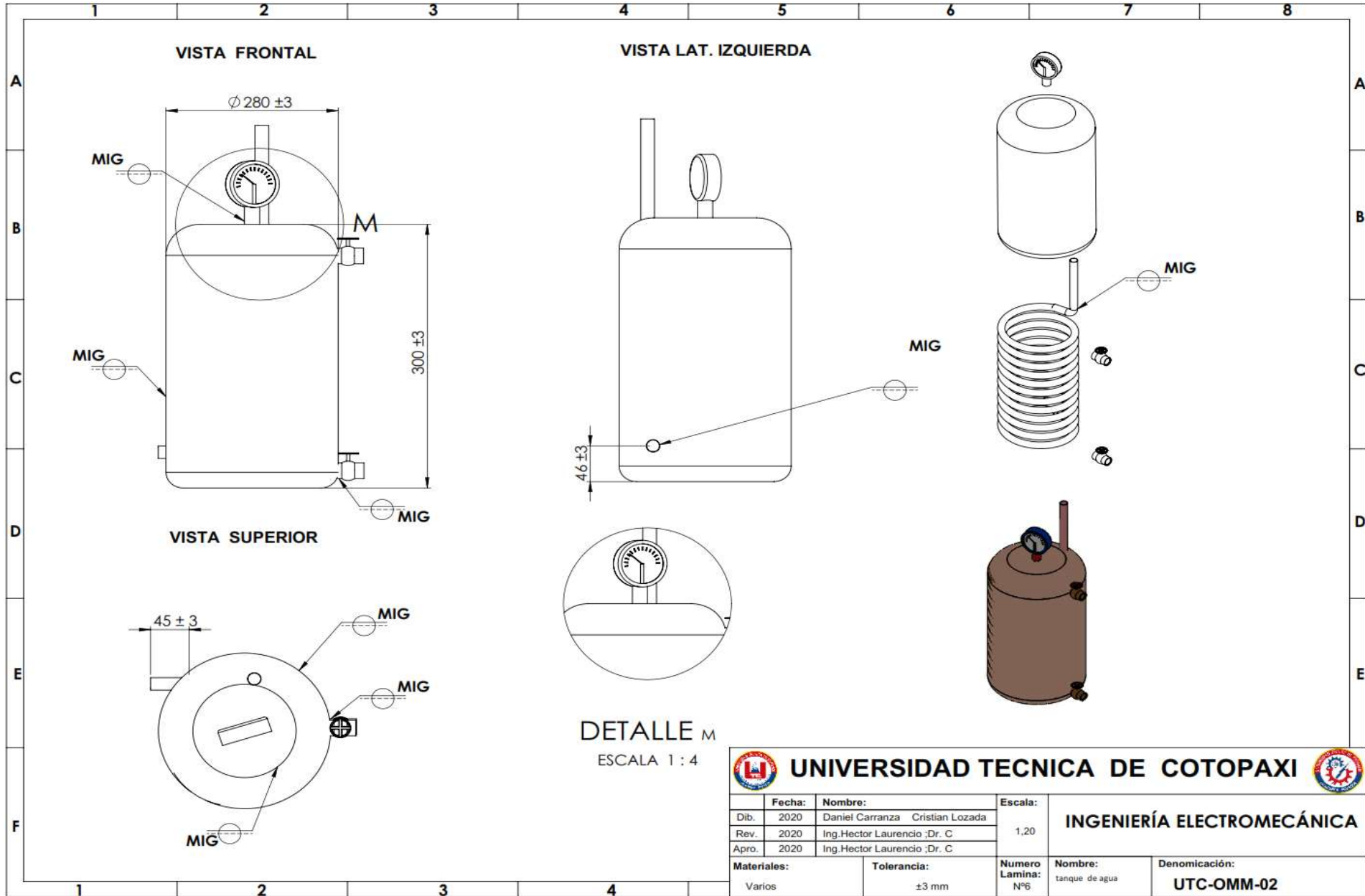


DETALLE K
ESCALA 1 : 6

Nº	NOMBRE DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Eje mecánico	Tubo de acero de construcción	1
2	llantas	Caucho	2
3	Infraestructura tubular	Tubos estructurales de bajo carbono	2
4	Infraestructura rectangular	Tubo de estructuras de bajo carbono	3
5	Agarre de infraestructura tubular	Tubo de estructuras de bajo carbono	2
6	Montaje del motor y bomba	estructura de bajo carbono	1
7	Soporte del montaje	Tubo de estructuras de bajo carbono	2
8	Unión para el soporte de los botes	Tubo de estructuras de bajo carbono	2
9	soporte con seguro del bote	Tubo de estructuras de bajo carbono	1
10	platina	Acero	1
11	Soporte de pezoneras	Tubo de estructuras de bajo carbono	2
12	Vacuometro	Metal	1
13	Pulsadores	Plástico	2
14	Válvula de presión	Plástico	1
15	Codo	pvc	1
16	Llave de paso	Aluminio	1
17	Infraestructura tubular	pvc	1
18	Barrilla cuadrad	Acero de bajo carbono	2

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Dib. 2020	Daniel Carranza Cristian Lozada	1,20	
Rev. 2020	Ing.Hector Laurencio ;Dr. C		
Apro. 2020	Ing.Hector Laurencio ;Dr. C		
Materiales:	Tolerancia:	Numero Lamina:	Nombre:
Varios	±3 mm	Nº5	Infraestructura Base
			Denominación:
			UTC-OMM-01



		UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI 			
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib. 2020	Daniel Carranza Cristian Lozada	1,20			
Rev. 2020	Ing. Hector Laurencio ;Dr. C				
Apro. 2020	Ing. Hector Laurencio ;Dr. C				
Materiales:		Tolerancia:	Numero Lamina:	Nombre:	Denominación:
Varios		± 3 mm	Nº6	tanque de agua	UTC-OMM-02

ANEXO D

Parámetros adquiridos del simulador

Local Parameters

Local Parameter	Minimum	Maximum	Average
Pressure [Pa]	102931,8109	102953,7732	102943,8822
Total Pressure [Pa]	103080,0714	103307,1111	103230,5483
Density (Fluid) [kg/m ³]	1,041482236	1,041704304	1,041604406
Velocity [m/s]	15,2723545	28,31338705	23,28704203
Velocity (X) [m/s]	0	0	0
Velocity (Y) [m/s]	0	0	0
Velocity (Z) [m/s]	-26,3133871	-11,2723545	-23,287042
Mach Number []	0,046037916	0,075659451	0,067044383
Turbulent Viscosity [Pa*s]	0,000278765	0,001835254	0,001216238
Turbulent Time [s]	0,000367125	0,007076795	0,003658462
Turbulence Length [m]	0,000174989	0,001934065	0,001136382
Turbulence Intensity [%]	5,16095764	14,7924554	7,508051422
Turbulent Energy [J/kg]	2,766338585	8,414537157	4,441650474
Turbulent Dissipation [W/kg]	390,9027623	22920,1087	2508,87628
Specific Heat (Cp) [J/(kg*K)]	1032,82605	1032,82605	1032,82605
Dynamic Viscosity [Pa*s]	2,44566E-05	2,44566E-05	2,44566E-05
Prandtl Number []	0,711871356	0,711871356	0,711871356
Mass Fraction of Carbon dioxide []	1	1	1
Volume Fraction of Carbon dioxide []	1	1	1
Temperature (Fluid) [°C]	250	250	250
Temperature (Solid) [°C]	136,7789569	136,8488874	136,8185268
Total Temperature [°C]	250,1241084	250,3351941	250,2661511
Stagnation Density [kg/m ³]	1,042734985	1,044610312	1,043973772
X (cartesian) [m]	-0,15337316	-0,13701364	-0,14569531
Y (cartesian) [m]	-0,1554761	-0,13771253	-0,14655217
Z (cartesian) [m]	0,195255657	0,195255657	0,195255657
Phi (cylindrical) [rad]	3,887447646	3,97068574	3,929924957
Radius r (cylindrical) [m]	0,197426742	0,215563509	0,206699424
Z-axis (cylindrical) [m]	0,195255657	0,195255657	0,195255657
Phi (spherical) [rad]	3,887447646	3,97068574	3,929924957
Theta (spherical) [rad]	0,736005788	0,779869361	0,757058874
Position Vector R (spherical) [m]	0,277672631	0,290847723	0,284356886
Total Enthalpy [J/kg]	464972,336	465184,7025	465115,0684
Axial Velocity [m/s]	-26,3133871	-16,0113971	-23,3171771

Solid Thermal Conductivity [Z] [W/(m*K)]	400,6187933	400,8516092	400,7685048		0,01363328
Overheat above Melting Temperature [K]	-1054,34701	-1051,43492	-1053,30744		0,01363328
Bottleneck Number []	1,66746E-10	0,002258517	0,000158775		0,01363328
ShortCut Number []	8,26435E-11	0,001028946	1,04979E-05		0,01363328
Relative Pressure [Pa]	0	13,91933894	13,67378658	0	0,007165664
Density (Solid) [kg/m^3]	8960	8960	8960		0,01363328
Surface Heat Flux (Convective) [W/m^2]	2,051165659	7505,566862	816,6951116		0,007045378
Surface Heat Flux (Conductive) [W/m^2]	-359,712042	10895,94044	547,0945593		0,006467616
Acoustic Power Level [dB]	0	0	0	0	0,007165664
Acoustic Power [W/m^3]	2,54024E-60	2,98983E-27	1,19663E-28	1,63958E-27	0,007165664

Integral Parameters

Integral Parameter	Value	X-component	Y-component	Z-component	Surface Area [m^2]
Mass Flow Rate [kg/s]	-0,00509979				0,000120286
Volume Flow Rate [m^3/s]	-5,1253E-06				0,000120286
Friction Force [N]	3,1788E-07	1,75816E-07	2,70298E-08	2,6345E-07	0,007045378
Area (Fluid) [m^2]	0,007278661				0,007278661
Area (Solid) [m^2]	0,013824021				0,013824021