



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA Y AUTOMATIZACIÓN

Tesis de grado previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO, MENCIÓN EN AUTOMATIZACIÓN
INDUSTRIAL

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO PARA
TRESCIENTOS LITROS DE LECHE, UTE SANTO DOMINGO 2014”

Estudiante:

Cristian Geovanny Chang Avilés

Director de Tesis:

Ing. HOLGER ZAPATA

Santo Domingo – Ecuador

MAYO, 2015

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO PARA
TRESCIENTOS LITROS DE LECHE, UTE SANTO DOMINGO 2014”**

Ing. Holger Zapata

DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Ing. Edwin Grijalva

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Centeno

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Gabriel Obregón

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo,.... de..... del 2015.

Autor: CRISTIAN GEOVANNY CHANG AVILES
Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Título de Tesis: “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA ENFRIAMIENTO PARA TRESCIENTOS LITROS DE LECHE, UTE SANTO DOMINGO 2014”
Fecha: MAYO, 2015

El contenido del presente trabajo, está bajo la responsabilidad del autor.

Cristian Geovanny Chang Aviles.
C.C. 1717650723

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo,... de..... del 2015.

Ing. Edwin Grijalva.

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

Presente

Estimado Ingeniero.

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor: **CRISTIAN GEOVANNY CHANG AVILÉS**, cuyo tema es: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO PARA TRESCIENTOS LITROS DE LECHE, UTE SANTO DOMINGO 2014”**, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente.

Ing. Holger Zapata
DIRECTOR DE TESIS.

Dedicatoria

Con todo mi cariño y amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba a ustedes por siempre en mi corazón y mi agradecimiento.

Papá (William Chang) y Mamá (Anita Avilés).

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado. Con todo mi cariño esta tesis se las dedico a ustedes:

A mi hijo Jhair Chang

A mi esposa Jenny León

A mi hermano Diego Chang

A mis Tías Gladys, Doris, Inés.

A mis amigos Diego, Henry, Eduardo, Cristopher, Antonio,

José, Patricio, Andrés, Angélica.

A mi madre (Anita Avilés), hijo y hermano que son el motivo y la razón que me ha llevado a seguir superándome día a día, para alcanzar mis más apreciados ideales de superación, ellos fueron quienes en los momentos más difíciles me dieron su amor y comprensión para poderlos superar, quiero también dejar a cada uno de ellos una enseñanza que cuando se quiere algo en la vida, no hay tiempo ni obstáculo que lo impida para poder LOGRAR.

Cristian Geovanny Chang Avilés.

Agradecimiento

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mi madre que aunque no la tenga en vida siempre la tendré en mi mente y en mi corazón.

A la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, Ing. Holger Zapata por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Algunas personas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PÁG.
Portada.....	i
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal.....	ii
Responsabilidad del Autor.....	iii
Aprobación del Director de Tesis.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice.....	vii
Resumen Ejecutivo.....	xx
Executive Summary.....	xxii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Justificación.....	2
1.2.1. Conveniencia.....	2
1.2.2. Impacto social.....	2
1.2.3. Impacto teórico.....	2
1.2.4. Impacto metodológico.....	2
1.2.5. Implicación práctico.....	3
1.2.6. Implicación ecológica.....	3
1.3. Alcance.....	3
1.4. Objetivos de la investigación.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3

1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.5.1. Operacionalización de variables.....	4
1.5.2. Variable independiente.....	4
1.5.3. Variable dependiente.....	5
1.6. Alcance de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

CAPÍTULO DE LA LITERATURA

2. Fundamento teórico.....	6
2.1. La leche.....	6
2.2. Composición química.....	7
2.3. Propiedades físicas.....	7
2.4. Calidad bacteriana.....	8
2.5 Acero inoxidable.....	9
2.5.1 Aceros inoxidables al cromo.....	10
2.5.2 Aceros inoxidables al cromo níquel.....	10
2.6 Tipos de aceros inoxidables.....	11
2.6.1. Martensíticos:.....	11
2.6.2. Ferríticos:.....	13
2.6.3. Austeníticos:.....	14
2.7 Procesos de soldadura gtaw o tig.....	15
2.7.1 Introducción.....	15

2.8	Equipo de soldadura tig:	17
2.9	Electrodos.	18
2.10	Sistema de refrigeracion de leche.	19
2.10.1	Temperatura de conservación.	20
2.11	Equipo para el enfriamiento de la leche.	22
2.11.1	El tanque refrigerante.	22
2.11.2	Características de los tanques frigoríficos.	23
2.11.3	Antecedentes históricos.	25
2.12	Gas refrigeranteR22.....	30
2.13.	Balance de energía.....	30
2.14	Antecedentes científicos.....	28
2.14.1	Tanque modelo m horizontal:.....	28
2.14.2	Tanque modelo om horizontal:.....	29
2.14.3	Tanque modelo o:	30
2.14.4	Tanque modelo oh:	30
2.15	Cuadro comparativo tanques de enfriamiento.	31

CAPITULO III

DISEÑO DEL TANQUE DE ENFRIAMIENTO PARA LECHE

3.1	Introducción.....	32
3.2	Premisa de diseño.	32
3.3	Diseño del tanque de leche con capacidad de 300 litros.	33
3.4	Diseño del Agitador.....	38

3.4.1 Dimensionamiento y ubicación del agitador.	39
3.5 Selección del Motoreductor.....	41
3.6 Cálculo del aislamiento térmico.	45

CAPITULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE DE ENFRAMIENDO PARA LECHE

4.1. Proceso de construcción.	48
------------------------------------	----

CAPITULO V

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TANQUE DE ENFRAMIENDO PARA LECHE

5.1. Pruebas de funcionamiento.....	62
5.2. Determinación de la operabilidad y cuantificación del desempeño del equipo de refrigeración.....	62

CAPITULO VI

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

6.1. Introducción.....	65
------------------------	----

6.2.1. Componentes del equipo de refrigeración.	66
6.3. Proceso de mantenimiento.....	68
6.3.1. Mantenimiento a cargo de operarios.	68
6.4. Recomendaciones generales a tener en cuenta al acceder al tanque.	69
6.5. Después de salir del tanque.	69
6.6. Motor del agitador.	69
6.7. Medidas de seguridad.	70
6.7.1. General.	70
6.8. Instalación.....	70
6.9. Funcionamiento.	71
6.10. Unidad condensadora.	72
6.11. Lavado.	73
6.12. Compresor.	73

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones.....	74
7.2. Recomendaciones.....	75
BIBLIOGRAFIA	76
ANEXOS	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPITULO II

GRAFICO N° 2.1	Leche.....	7
GRAFICO N° 2.2	Acero inoxidable.....	10
GRAFICO N° 2.3	Cantidad de hierro.....	11
GRAFICO N° 2.4	Níquel en el acero.....	12
GRAFICO N° 2.5	Gas tungsten arc welding.....	16
GRAFICO N° 2.6	Proceso de soldado.....	17
GRAFICO N° 2.7	Equipo soldadura tig.....	18
GRAFICO N° 2.8	Electrodos tig.....	20
GRAFICO N° 2.9	Curva de temperatura.....	23
GRAFICO N° 2.10	Curva de enfriamiento 2 ordeños.....	25
GRAFICO N° 2.11	Curva de enfriamiento 4 ordeños.....	25
GRAFICO N° 2.12	Tanque modelo m.....	31
GRAFICO N° 2.13	Tanque modelo om.....	32
GRAFICO N° 2.14	Tanque modelo o.....	32
GRAFICO N° 2.15	Tanque modelo oh.....	31

CAPITULO III

GRAFICO N° 3.1	Esquema del tanque de leche.....	37
GRAFICO N° 3.2	Distribución de esfuerzos sobre el tanque.....	38
GRAFICO N° 3.3	Esquema de los destajes en el rodete.....	42
GRAFICO N° 3.4	Esquema para dimensionamiento para el agitador.....	43
GRAFICO N° 3.5	Numero de potencia vs número de Reynolds.....	47
GRAFICO N° 3.6	Menú principal ecowing.....	49
GRAFICO N° 3.7	Esquema de operación del software ecowing.....	50

CAPITULO IV

GRAFICO N° 4.1	Proceso soldadura tanque.....	52
GRAFICO N° 4.2	Tanque terminado.....	53
GRAFICO N° 4.3	Guía para cubierta exterior del tanque.....	53
GRAFICO N° 4.4	Llave sanitaria tipo mariposa.....	54
GRAFICO N° 4.5	Rectificado de soldadura.....	54
GRAFICO N° 4.6	Pulido de soldadura.....	55
GRAFICO N° 4.7	Tubería de cobre.....	55
GRAFICO N° 4.8	Tubería de circulación gas refrigerante.....	56
GRAFICO N° 4.9	Cubierta externa.....	56
GRAFICO N° 4.10	Aislamiento de poliuretano.....	57
GRAFICO N° 4.11	Soporte para motor.....	57
GRAFICO N° 4.12	Agitador.....	58
GRAFICO N° 4.13	Tapas del tanque de refrigeración.....	58
GRAFICO N° 4.14	Chasis.....	59
GRAFICO N° 4.15	Unidad condensadora y tanque de refrigeración.....	59
GRAFICO N° 4.16	Unidad condensadora.....	60
GRAFICO N° 4.17	Caja de control.....	60
GRAFICO N° 4.18	Enchufe.....	61
GRAFICO N° 4.19	Contactador.....	61
GRAFICO N° 4.20	Controlador de temperatura.....	62
GRAFICO N° 4.21	Selector.....	62
GRAFICO N° 4.22	Luz piloto.....	62
GRAFICO N° 4.23	Control eléctrico.....	63
GRAFICO N° 4.24	Montaje del motor eléctrico.....	63
GRAFICO N° 4.25	Tanque de refrigeración.....	64

CAPITULO V

GRAFICO N° 5.1	Cuantificación del desempeño del prototipo.....	69
-----------------------	---	----

CAPITULO VI

GRAFICO N° 6.1	Componentes del tanque de refrigeración.....	73
-----------------------	--	----

LISTA DE TABLAS

CAPITULO II

TABLA N° 2.1	Cuadro comparativo de la composición química de la leche.....	8
TABLA N° 2.2	Propiedades físicas de la leche de vaca.....	9
TABLA N° 2.3	Influencia de la temperatura sobre la cantidad de bacterias.....	10
TABLA N° 2.4	Aplicación más comunes de los grados martensíticos.....	13
TABLA N° 2.5	Aplicación más comunes de los grados ferríticos.....	14
TABLA N° 2.6	Aplicación más comunes de los grados austeníticos.....	15
TABLA N° 2.7	Ventajas y aplicaciones del proceso de soldadura.....	18
TABLA N° 2.8	Materiales de aporte sugeridos para soldadura.....	19
TABLA N° 2.9	Identificación de electrodos en sistema tig.....	20
TABLA N° 2.10	Influencia de la temperatura.....	22
TABLA N° 2.11	Características y tipos de tanque de refrigeración.....	33

CAPITULO IV

TABLA N° 4.1	Proceso de construcción.....	64
---------------------	------------------------------	----

CAPITULO V

TABLA N° 5.1	Cuantificación del desempeño del prototipo.....	67
---------------------	---	----

CAPITULO VI

TABLA N° 6.1	Características técnicas del tanque de enfriamiento.....71
---------------------	--

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A	Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda
ANEXO B	Composición química recomendada para acero inoxidable austenítico extruido.
ANEXO C	Resistencia a la tracción de algunos metales.
ANEXO D	Densidad y viscosidad de disoluciones acuosas.
ANEXO E	Temperatura promedio ambiente y Humedad Relativa del cantón Santo Domingo.
ANEXO F	Tipos de aceros inoxidables.
ANEXO G	Gas refrigerante R22.
ANEXO H	Modelo unidad condensadora.
ANEXO I	Diámetro de tubería.
ANEXO J	Planos

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito del diseño, construcción y validación del desempeño de un equipo de refrigeración de leche para la planta agroindustrial, se centró en las condiciones para el enfriamiento de la leche.

Se determinó la viabilidad de la construcción de un prototipo económico y versátil con capacidad para el enfriamiento de 300L de leche. El equipo consta de tres conjuntos, así: generación de frío; compuesto por el compresor, condensador, botella de líquidos, líneas de conducción, válvula de expansión, evaporador (difusor) construido en acero inoxidable para su funcionamiento.

Con la construcción de la máquina, se lograron temperaturas óptimas de refrigeración, debido a que la leche una vez ordeñada tiene una temperatura de 34.5°C inicial y luego de ciento diez (110) minutos de operación del equipo en cuestión, estas fueron enfriadas a 3.3°C.

Se realizó el manual de operación y mantenimiento, donde se detallan las características técnicas, componentes del tanque de enfriamiento, así como su funcionamiento. La construcción se realizó en base al diseño y a los planos normalizados.

Posterior mente se realizó las conclusiones y recomendaciones, sustentando el trabajo practico mediante tablas, gráficos y planos.

EXECUTIVE SUMMARY

The main objective of the design, construction and validation of the performance of a milk refrigeration equipment for agro industrial plant that was focused on the conditions for milk cooling

The feasibility of building an economic and versatile prototype with a capacity for cooling milk 300L was determined. The equipment consists of three sets, as follows: Generation cold; consisting of the compressor, condenser, liquid bottles, pipelines, expansion valve, evaporator (diffuser) made of stainless steel.

Optimal cooling temperatures were achieved with the construction of the machine because the milk after milking has a starting temperature point 34.5°C and then one hundred ten (110) minutes of operation of the equipment in question, they were cooled to 3.3°C .

Manual Operation and Maintenance Manual was made, where the technical characteristics of cooling tank components and their operation are described. This equipment was built based on the design and standard drawings.

Conclusions and recommendations are made immediately, supporting practical work by using tables, graphs and maps.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En Santo Domingo de los Tsáchilas existe una gran producción de leche principalmente en la zona rural de nuestra provincia, las Mercedes, Julio Moreno, Luz de América, Valle Hermoso, El Esfuerzo, Santa María del Toachi.

A pesar de que existe una gran producción de leche, los pequeños y medianos ganaderos necesitan implementar maquinarias agroindustriales como tanques de enfriamiento los cuales se utiliza en la mayoría en las granjas para enfriar y almacenar la leche.

Otro problema en la actualidad es que las personas que se dedican a la producción de leche carecen de tanques de enfriamiento ya que sus costos son muy elevados y oscilan entre \$8000 a \$10000 dólares y el precio puede subir aún más todo esto depende de la capacidad de almacenaje del tanque.

Actualmente el país tiene un gran retraso en cuanto al avance de la tecnología en el área agroindustrial, por la falta de capacitación a las personas que se dedican a este negocio.

Estos tanques están formados principalmente por una cuba de acero inoxidable, forrado de aislamiento térmico, con el evaporador directamente acoplado al fondo, y un equipo frigorífico con sus correspondientes controles y automatismos agroindustriales, las cuales favorecerán claramente esta actividad.

1.2. Justificación.

1.2.1. Conveniencia.

Debido a las exigencias del mercado, que cada vez es mayor como en la calidad de la materia prima, en la planta de agroindustrias se requiere de un sistema de enfriamiento el cual ayudará a tener un producto de calidad, el mismo que estará acorde a los requerimientos del mercado.

1.2.2. Impacto Social.

Como consecuencia de la producción láctea y la aplicación tecnológica se basa en el empleo de altos insumos para mantener un nivel productivo capaz de dar respuesta a las necesidades de la población esto trae consigo que se implementen maquinarias para solventar la producción lechera intensiva que existe.

1.2.3. Impacto Teórico.

El presente proyecto busca estrategias y técnicas adecuadas para la construcción del sistema de enfriamiento, conceptos y metodologías que permita el alcance de objetivos.

Es importante señalar que dicho proyecto es un mecanismo que ayudará a la conservación del producto, haciendo que la leche sea una materia prima de calidad y aprovechar las fortalezas de este producto al momento de comercializar y sus costos aumenten para fomentar las divisas en nuestro país, logrando una expansión y aceptación del producto para alcanzar su competitividad en mercados nacionales.

1.2.4. Impacto Metodológico.

Este proyecto, aplicará tecnologías en la construcción del sistema de enfriamiento, temperatura de conservación los mismos que nos ayudarán a tener datos específicos de la

calidad de la leche. Con la construcción del sistema de enfriamiento ayudara en la conservación de la leche, resultando en una mejora sensible de la calidad del producto y en particular en la planta de agroindustrias.

1.2.5. Implicación Práctico.

La implementación de un tanque de enfriamiento para el laboratorio de agroindustrias UTE “Campus Santo Domingo”; cuenta con los materiales y equipos necesarios para proporcionar la seguridad y confiabilidad a los estudiantes para realizar sus prácticas y ensayos; formando profesionales de excelencia.

1.2.6. Implicación Ecológica.

La determinación en la comercialización del producto lácteo es para analizar la perspectiva de las partes interesadas, es contar con procesos de comercialización mediante maquinarias beneficiosas para el productor a través de indicadores de resultado y con herramientas que le permitan realizar un seguimiento de calidad.

1.3. Alcance.

Conocer por medio del proyecto si es factible y viable la construcción de un sistema de enfriamiento para la planta agroindustrial.

1.4. Objetivos de la investigación.

1.4.1. Objetivo general.

Diseñar y construir un sistema de enfriamiento para leche, utilizando tecnología acorde a las exigencias del mercado, que permita aprovechar la calidad de la leche en la planta de agroindustrias.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Realizar los cálculos pertinentes para el diseño de un equipo de refrigeración de leche cruda, teniendo en cuenta, la temperatura del medio ambiente.
- Identificar los materiales de fabricación para la construcción del sistema de enfriamiento de leche.
- Determinar la operabilidad, eficiencia y eficacia del equipo, con el ánimo de cuantificar y validar su desempeño.
- Construir un sistema de enfriamiento para leche.
- Determinar mediante una tabla de ponderación el diseño óptimo del tanque de enfriamiento.

1.5. Hipótesis.

La construcción de este sistema de enfriamiento permitirá mejorar el proceso de conservación y calidad de la leche en la planta agroindustrial.

1.5.1. Operacionalización de Variables

1.5.2. Variable independiente

El diseño y construcción de un sistema de enfriamiento de leche para la planta agroindustrial.

1.5.3. Variable dependiente

- Mejorar el proceso de conservación de la leche.
- Conservar la calidad de la leche para la planta agroindustrial.

1.6. Alcance de la investigación

- Se analizara el comportamiento de los tanques de enfriamientos actuales, para seleccionar la alternativa más conveniente de diseño tomando en cuenta el factor económico.
- Se diseñara todos los elementos y mecanismos a utilizar en el tanque de enfriamiento tomando en cuenta que a más de enfriar debe conservar la calidad de la leche.
- Se recopilara información necesaria sobre los tipos de tanques, con el objetivo de generar datos técnicos más convenientes para su diseño.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. La leche.

Frankel, Aida M. (1992, p. 31) sostuvo que “la leche, alimento completo en cuanto se refiere a su composición química, es considerada de primera necesidad en la alimentación humana. Además, es materia prima básica para la fabricación de una serie de productos alimenticios”.

Frankel, Aida M. (1992, p. 31) menciona que “La temperatura de la leche al ser extraída de la ubre es de 37°C y posee una pequeña cantidad de bacterias, además constituye un medio excelente para la proliferación de todo tipo de bacterias, las que se multiplican rápidamente si se mantienen a esta temperatura”.

GRAFICO N° 2.1

Leche



Fuente: <http://blogs.lanacion.com.ar/running/nutricion/leche>

2.2. Composición química.

Frankel Aida M.(1992, p. 11) menciona que “la composición química de la leche es de fundamental importancia, pues influye en el rendimiento final de la industria. A continuación se puede observar un cuadro comparativo de la composición de la leche de las principales especies domésticas”

TABLA N° 2.1
Cuadro comparativo de la composición química de la leche

COMPOSICIÓN QUÍMICA	VACA	OVEJA	CABRA	YEGUA	BURRA
Agua	87,0	81,0	86,0	90,0	90,0
Grasa	4,0	7,0	4,5	1,0	1,5
Proteínas	3,5	6,5	4,0	2,0	2,0
Azúcar	5,0	4,5	4,5	6,5	6,0
Cenizas	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5
Sólidos totales	13,0	19,0	14,0	10,0	10,0

Fuente: Libro de Frankel, Aida M.

2.3. Propiedades Físicas.

La leche fresca normal es de color blanco amarillento, opaco, menos fluido que el agua. Su sabor es suave y débilmente azucarado y su color es débil y característico para cada especie animal.

La temperatura de ebullición es apenas superior a la del agua (100, 6°C), y el punto de congelación es inferior al del agua (-0,55°C), con lo cual se puede determinar el aguado de una leche (Frankel Aida M.1992).

TABLA N° 2.2
Propiedades físicas de la leche de vaca

PROPIEDAD FÍSICA	VALORACIÓN
Densidad de la leche completa	1,032 gr/cc
Densidad de la leche descremada	1,036 gr/cc
Densidad de la materia grasa	0,940 gr/cc
Poder calorífico (por litro), calorías	700
PH	6,6 – 6,8
Conductividad eléctrica, mhos	45x10 ⁻⁴
Tensión superficial(dinas/cm/15°)	53
Viscosidad absoluta (15°) cps	0,0212 – 0,0354
Viscosidad relativa (especifica)	1,6 – 2,15
Índice de refracción	1,35
Punto de congelación	-0,55°
Calor especifico (Kcal/Kg°C)	0,93

Fuente: Libro de Frankel, Aida M.

2.4. Calidad bacteriana.

La leche siempre tienen algunas bacterias, aun recién ordeñada, pero lo importante es que no se añadan bacterias a las iniciales y que se prevenga su desarrollo. Ello se obtiene observando los cuidados necesarios y enfriando correctamente, dado que si no se enfría a una temperatura inferior a 10°C con rapidez, cuidando de no congelarla las bacterias presentes se multiplican veloz mente. En la tabla se puede observar la relación existente entre la temperatura y el desarrollo bacteriano (Frankel, Aida M. 1992).

TABLA N° 2.3
Influencia de la temperatura sobre la cantidad de bacterias en la leche cruda

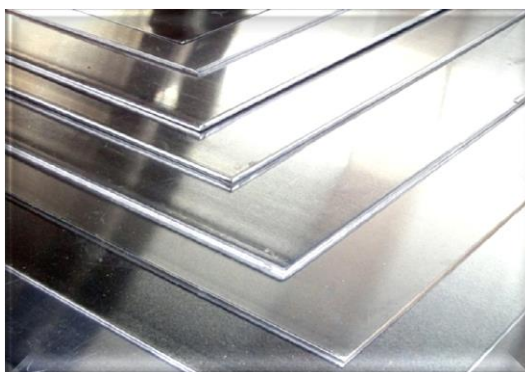
Tipo de leche	Mantenida a(°C)	Fresca	24 horas	48 horas	72 horas
Cuenta Baja	4.5	4.295	4.138	4.566	8.247
	10.0	4.295	13.961	127.727	5.725.277
	15.5	4.295	1.587.333	33.011.111	326.500.000
Cuenta Alta	4.5	136.533	281.646	528.775	749.939
	10.0	136.533	1.170.546	13.662.115	25.687.541
	15.5	136.533	24.673.571	639.884.615	2.407.083.333

Fuente: Libro de Frankel, Aida M.

2.5 Acero inoxidable.

El acero es una aleación compuesta por Hierro (Fe), Carbono (C) y Cromo (Cr). El hierro es el elemento fundamental de todos los aceros inoxidables. Sin embargo, para hacer que el hierro sea “inoxidable”, el contenido de cromo en solución debe ser por lo menos de un 11,5%. Se agregan otros elementos, para proporcionar ciertas propiedades al acero (Echeverría Manual INDURA. 2010).

GRAFICO N° 2.2
Acero Inoxidable



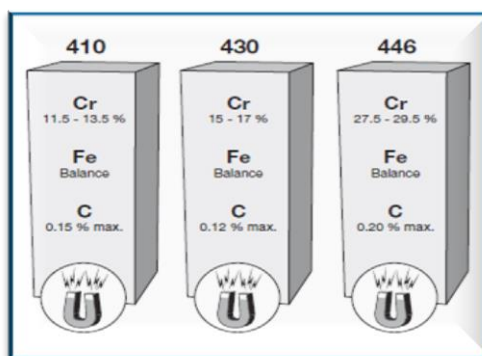
Fuente: www.inoxidableblock.com.

2.5.1 Aceros inoxidables al cromo.

Existen casi 15 tipos principales de acero inoxidable compuestos casi exclusivamente de cromo, hierro y cantidades controladas de carbono. Estos son los que se conocen como la “serie 400”, en ella se pueden agregar pequeñas cantidades de otros elementos para proporcionar dureza, resistencia, facilidad de maquinado, etc. Los tres tipos que se muestran aquí, 410, 430 y 446, se usan mucho en toda la industria. Los aceros inoxidables de la serie 400 son altamente magnéticos (Echeverría Manual INDURA. 2010).

GRAFICO N° 2.3

Esquema de la cantidad de hierro que se agrega al hierro.



Fuente: Echeverría Manual INDURA. 2010.

2.5.2 Aceros inoxidables al cromo níquel.

La adición de Níquel a la aleación básica de Hierro / Carbono / Cromo, da como resultado los aceros inoxidables de la serie 300, comúnmente conocidos como tipos “cromo níquel”.(Solís Manual INDURA. 2010).

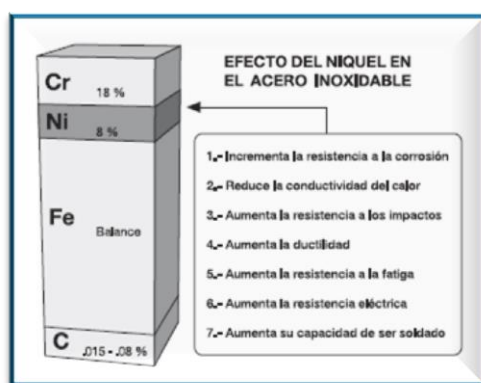
Hay dos puntos importantes que debemos recordar de la serie 300:

1. Todos ellos contienen níquel.
2. Son no magnéticos.

Números AISI* comunes dentro de la serie 300: 301, 302, 302B, 303, 303SE, 304, 305, 308, 309, 310, 312, 316, 317, 321, 347, 304L, 308L, 316L.

GRAFICO N° 2.4

Efecto del níquel en el acero inoxidable.



Fuente: Echeverría Manual INDURA. 2010.

2.6 Tipos de aceros inoxidables.

Echeverría Manual INDURA. (2010) afirma que “los aceros inoxidables se dividen en tres grupos principalmente, los cuales reciben el nombre de la fase metalúrgica que se encuentra a temperatura ambiente, ellos son”

2.6.1 Martensíticos:

Estos aceros contienen entre 11,5% y 18% de cromo, como su principal elemento de aleación. Algunos ejemplos de este grupo son los aceros martensíticos AISI 410, 416, 420, 431, 501 y 502.

Siempre que sea posible se deben emplear como metal de aporte aleaciones austeníticas (ejemplo: E309-E310-E312) con el fin de absorber las tensiones en las zonas cercanas al cordón y así evitar grietas. Cuando se usan electrodos inoxidables martensíticos, es conveniente precalentar entre 300°C-350°C las piezas que van a ser soldadas. Después de la soldadura y una vez enfriadas las piezas, se recomienda un revenido entre 600°C a 700°C

La resistencia óptima a la corrosión de estos aceros se obtiene efectuando tratamientos térmicos de temple y revenido a las temperaturas requeridas; sin embargo, esta resistencia a la corrosión no es tan buena como los aceros austeníticos o ferríticos (Solís Manual INDURA. 2010).

TABLA N° 2.4
Aplicaciones más comunes de los grados martensíticos

Grados		Aplicaciones más comunes
Tipo AISI	Número UNS	
403	(S40300)	Tubos de Bourdon, partes críticas de maquinaria a alta temperatura, partes de motores jet, partes de turbinas de gas o vapor.
410	(S41000)	Tuercas y tornillos, bushings, cubiertos, herramientas de cocina, partes de horno a bajas temperaturas, equipo para refinación del petróleo, partes para bombas, válvulas, partes para turbinas a gas o vapor, vajillas, pernos, partes micrométricas.
414	(S41400)	Equipo para minas, tijeras, láminas calibradoras, flechas, remaches, brocas, asientos para válvulas.
416	(S41600)	Conectores, cerraduras, tuercas y tornillos, cabezas de palos de golf, partes de bombas, flechas, partes para válvulas.
416Se	(S41623)	Adición de <i>Se</i> para mejorar el maquinado.
420	(S42000)	Bushings, cubiertos, instrumentos dentales y quirúrgicos, anzuelos, engranes, hojas de cuchillos, moldes, partes de bombas, herramientas, partes para válvulas, llaves.
420F	(S42020)	Incremento de <i>P</i> y <i>S</i> para mejorar maquinabilidad.
422	(S42200)	Resistencia mecánica y tenacidad hasta 650°C mediante la adición de <i>Mo</i> , <i>V</i> , y <i>W</i> .
431	(S43100)	Conectores, cerraduras, partes para transportadores, equipo marino, flechas de propelas, flechas de bombas, resortes, partes para válvulas.
440A	(S44002)	Cuchillería.
440B	(S44003)	Cuchillería, partes para válvulas, partes resistentes al secado.
440C	(S44004)	Inyectores, partes para válvulas, equipo quirúrgico, partes resistentes al desgaste, cubiertos.

Fuente: Echeverría Manual INDURA. 2010.

Su campo de acción está en piezas que están sometidas a corrosión y que requieren de cierta resistencia mecánica. Se utilizan generalmente en aletas para turbinas, rodets de turbinas hidráulicas, fundiciones resistentes a la corrosión, cuchillería, piezas de válvula, etc.

2.6.2 Ferríticos:

Los aceros inoxidables ferríticos, contienen entre 17% y 27% de cromo. Ejemplos de estos son los aceros AISI 405, 432, 442, 446.

Estos aceros no se endurecen por tratamiento térmico, sino sólo moderadamente mediante trabajo en frío. (Echeverría Manual INDURA. 2010).

TABLA N° 2.5
Aplicaciones más comunes de los grados ferríticos

Grados		Aplicaciones más comunes
Tipo AISI	Número UNS	
405	(S40500)	Tubing para intercambiadores de calor, partes resistentes al calor, equipo para refinación del petróleo, racks para templado de acero. Silenciadores y convertidores catalíticos para automóviles, cajas de trailer, tanques de fertilizantes, contenedores.
409	(S40900)	
429	(S42900)	Ligeramente menor contenido de <i>Cr</i> para mejorar la soldabilidad. Adornos y molduras automotrices, materiales de construcción, equipo químico de proceso, cremalleras, partes para quemadores, intercambiadores de calor, adornos interiores arquitectónicos y paneles, adornos y equipo de cocinas, equipo para proceso de ácido nítrico, equipo para refinación de petróleo, tubos de protección de pirómetros, aparatos científicos, recipientes de almacenamiento, tubing.
430	(S43000)	
430F	(S43020)	Cerraduras, tuercas y tornillos, conectores, partes para quemadores, equipo para refinación del petróleo, flechas de bombas, partes de válvulas. Adición de <i>Se</i> para mejorar el maquinado.
430F Se	(S43023)	
434	(S43400)	El uso de este tipo es generalmente en el área de adornos y molduras automotrices donde es importante tener una buena resistencia a la corrosión. Usado generalmente en el área de molduras automotrices donde es importante su mejorada resistencia a la corrosión.
436	(S43600)	Bajo contenido de <i>C</i> y adicionado con <i>Ti</i> , es ideal para soldadura, también se usa en forma de alambre para cubiertas de rines de automóvil, así como en tanques de agua caliente.
439	(S43035)	
442	(S44200)	Partes para quemadores, intercambiadores de calor, válvulas y conectores, bases para tubos de rayos-X.
444	(S44400)	Bajo contenido de <i>C</i> , alto de <i>Cr</i> (18%), con 2% de <i>Mo</i> , y adición mínima de <i>Ti</i> o <i>Nb</i> , diseñado para usos especiales.
446	(S44600)	Partes para quemadores, intercambiadores de calor, silenciadores tubos para pirómetros, válvulas y conectores, bases para tubos de rayos-X.

Fuente: Echeverría Manual INDURA. 2010.

Como los aceros ferríticos se pueden deformar fácilmente en frío, se utilizan mucho para estampados profundos de piezas, como recipientes para industrias químicas y alimenticias, y para adornos arquitectónicos o automotrices.

2.6.3 Austeníticos:

Estos son los aceros inoxidable al cromo-níquel (tipo 3XX) y al cromo-níquel-manganeso (tipo 2XX). Son esencialmente no magnéticos en la condición de recocido y no endurecen por tratamiento térmico. Son muy resistentes al impacto y difíciles de maquinar. De todos los aceros inoxidable, estos son los que tienen la mejor resistencia a elevadas temperaturas y a la formación de escamas. Su resistencia a la corrosión suele ser mejor que la de los aceros martensíticos o ferríticos (Huerta Manual INDURA. 2010).

TABLA N° 2.6
Aplicaciones más comunes de los grados austeníticos

Grados		Aplicaciones más comunes
Tipo AISI	Número UNS	
301	(S30100)	Partes de aviones, adornos arquitectónicos, cajas de ferrocarril y de trailer, cubiertas de rines, equipo de proceso para alimentos.
303	(S30300)	
303Se	(S30323)	Conectores, cerraduras, tuercas y tornillos, bushings, cremalleras, partes maquinadas, partes para bombas, flechas. Pernos, tornillos, tuercas, accesorios para aviones, remaches.
304	(S30400)	
304L	(S30403)	Equipo químico de proceso, equipo de proceso y manejo de alimentos, intercambiadores de calor, equipo para hospitales. Reducción de C para evitar la sensitización durante la soldadura.
305	(S30500)	
308	(S30800)	Equipo para industria del café, reflectores, partes con calentamiento y enfriamiento continuos. Hornos industriales, usado primordialmente como material de aporte para soldadura.
309	(S30900)	Calentadores de aire, equipo químico de proceso, partes de quemadores, de turbinas de gas, intercambiadores de calor.
309S	(S30908)	
310	(S31000)	Calentadores de aire, equipo para tratamiento térmico de aceros, equipo químico de proceso.
310S	(S31008)	
316	(S31600)	Adornos arquitectónicos, equipo químico de proceso, equipo para el procesamiento de alimentos, farmacéutico, fotográfico, textil, etc. Reducción de C para evitar sensibilización durante la soldadura.
316L	(S31603)	Reducción de C; adición de N para incrementar su resistencia mecánica.
316LN	(S31651)	
317	(S31700)	Tornillos y alambre quirúrgico, equipo farmacéutico, equipo químico de proceso.
317L	(S31703)	Reducción de C para evitar sensibilización durante la soldadura. Equipo químico de proceso, recipientes a presión y de almacenamiento, partes de motores jet.
321	(S32100)	
330	(N08330)	Hornos de recocido, equipo químico de proceso, partes para turbinas de gas e intercambiadores de calor.
347	(S34700)	Equipo para tratamientos térmicos, tanques soldados para el almacenamiento de sustancias químicas orgánicas, juntas de expansión.
348	(S34800)	Tubos soldados y sin costura para servicio a sistemas radioactivos.

Fuente: Echeverría Manual INDURA. 2010.

Debido a que el acero inoxidable se expande un 50% más que el acero al carbono y su conducción de calor es muy inferior, éste tiende a combarse o torcerse al ser soldado. Para evitar tal inconveniente se debe emplear la corriente de soldadura más baja posible o soldar a mayor velocidad. El uso de un respaldo de cobre ayudará mucho a disipar el calor y evitar las distorsiones.

2.7 Procesos de soldadura GTAW o TIG.

2.7.1 Introducción.

Es un proceso de soldadura por arco eléctrico en el cual se obtiene la unión de los metales por calentamiento de los mismos, fruto de un arco que se establece entre un electrodo no consumible de tungsteno y la pieza. La zona de protección del electrodo y la soldadura se obtiene mediante un gas inerte, generalmente argón o una mezcla de gases inertes (Argón y Helio). El metal de aporte se coloca en el arco eléctrico logrando la fusión del mismo, y la mezcla de este con el metal base. La pileta líquida se manipula controlando la correcta fusión de las partes; el proceso puede ser usado sin material de aporte (Jeffus 2010).

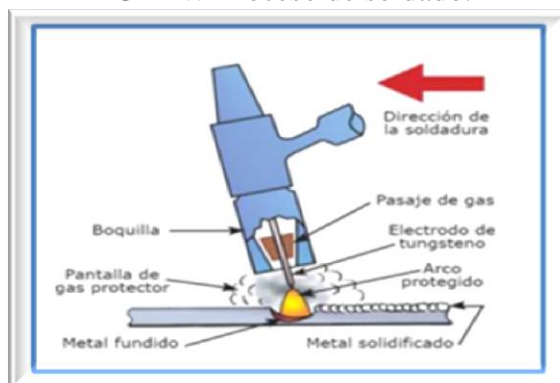
GRAFICO N° 2.5
GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)



Fuente: <http://juanfernandezmoro.es/tag/soldadura-tig/>

La soldadura TIG puede ser manual o mecanizada, y se considera uno de los procesos de soldadura por arco que permite un mejor control de las condiciones de operación. Permite la ejecución de soldaduras de alta calidad y excelente terminación, sobre todo en juntas de pequeño espesor (típicamente en espesores de 0,2 a 3 mm, generalmente menos que 10 mm). Secciones de mayor espesor pueden ser soldadas, pero en este caso las consideraciones económicas tienden a favorecer los procesos con electrodo consumible (Jeffus 2010).

GRAFICO N° 2.6
GTAW Proceso de soldado.



Fuente:<http://soldaduracongasyarcodetungsteno.blogspot.com/>

La soldadura TIG es utilizada típicamente para aceros inoxidable, o aleados y aleaciones no ferrosas. Es de uso común para los aceros estructurales, en la ejecución de pasadas de raíz en soldadura de tuberías, terminando la costura con SMAW (electrodo revestido) o GMAW (semi automática con alambre macizo). La Tabla siguiente muestra las ventajas y limitaciones del proceso (Jeffus 2010).

TABLA N° 2.7
Ventajas y aplicaciones del proceso de soldadura

Ventajas y limitaciones	Aplicaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Excelente control de baño de soldadura. • Permite la soldadura de metales sin usar aporte. • Permite la mecanización y la automatización proceso. • Se utiliza para la soldadura de la mayoría de los metales. • Produce soldaduras de alta calidad y excelente terminación. • No genera salpicaduras, excepto por una mala operación. • Requiere poca o ninguna limpieza después de la soldadura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soldadura de alta precisión y calidad. • Soldadura de piezas de pequeños espesores y tubos de diámetros reducidos. • Aplicable a la pasada de raíz en la soldadura de tubos. • Soldadura de aleaciones especiales, no ferrosas y ferrosas, y aplicable a materiales no comunes.

Fuente: Echeverría Manual INDURA. 2010.

2.8 Equipo de soldadura TIG:

GRAFICO N° 2.7
Equipo de soldadura TIG.



Fuente: <http://www.soldadoras.com/soldadora-miller-syncrowave-210.html>

El equipo básico para realizar una soldadora GTAW consta de: (Jeffus 2010)

- Fuente de poder, se trata de un generador que puede ser de corriente continua (DC) y/o alterna (AC).
- Cilindro de gas de protección, que utiliza gases inertes como el Argón y el Helio o una combinación de ambos. En la cabeza del cilindro se ubica un regulador de caudal, un caudalímetro y un manómetro que nos da presión dentro del tanque.
- En la fuente se conecta la antorcha, a través de una manguera-cable, que lleva hasta la misma la corriente eléctrica, el gas protector y, si lo hubiera, el fluido refrigerante (agua). (Jeffus 2010)

TABLA N° 2.8
Materiales de aporte sugeridos para la soldadura del acero inoxidable

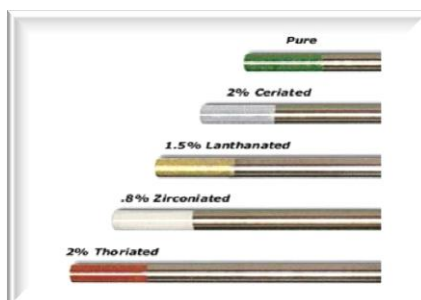
Metal de base	Electrodo recubierto AWS o nombre común	Electrodo desnudo y varilla - AWS o nombre común	Metal de base	Electrodo recubierto AWS o nombre común	Electrodo desnudo y varilla - AWS o nombre común
AISI (UNS)	AWS A5.4 (UNS)	AWS A 5.9 (UNS)	AISI (UNS)	AWS A5.4 (UNS)	AWS A 5.9 (UNS)
304 (S30400)	E 308 ⁽¹⁾ (W30810)	ER 308 ⁽¹⁾ (S30880)	20 MO-6 ⁽²⁾ (N08026)	(3)	(3)
304L (S30403)	E 308L (W30813)	ER 308L (S30883)	20Cb-3 ⁽²⁾ (N08020)	E 320LR (W88022)	ER 320LR (N08022)
309 (S30900)	E 309 ⁽¹⁾ (W30910)	ER 309 ⁽¹⁾ (S30980)	FUNDICIONES		
310 (S31000)	E 310 (W31010)	ER 310 (S31080)	TIPO ACI (UNS)	AWS A 5.4 (UNS)	AWS A5.9 (UNS)
316 (S31600)	E 316 ⁽¹⁾ (W31610)	ER 316 ⁽¹⁾ (S31680)	CF-8 (J92600)	E 308 ⁽¹⁾ (W30810)	ER 308 ⁽¹⁾ (S30880)
316L (S31603)	E 316L (W31613)	ER 316L (S31683)	CF-3 (J92500)	E 308L (W30813)	ER 308L (S30883)
317 (S31700)	E 317 ⁽¹⁾ (S31780)	ER 317 ⁽¹⁾ (S31780)	CF-8M (J92900)	E 316 ⁽¹⁾ (W31610)	ER 316 ⁽¹⁾ (S31680)
317L (S1703)	E 317L (W31713)	ER 317L (S31783)	CF-3M (J92800)	E 316L (W31613)	ER 316L (S31683)
317 LM (S31725)	(3)	(3)	CN-7M (J95150)	E 320 LR (W88022)	ER 320 LR (N08022)
321 (S32100)	E 347 (W34710)	ER 321 (S52180)	CK-3Mcu (S32154)	(3)	(3)
347 (S34700)	E 347 (W34710)	ER 347 (S34780)	CA-6NM (J91540)	E 410 NiMo (W41016)	ER 410 NiMo (S41086)
Aleación 904L (N08904)	(3)	(3)	Notas: (1) La "L" o grado bajo en carbono o un grado estabilizado se usa siempre para una construcción soldada, excepto en algunas pocas instancias donde es más importante una dureza un poco mayor que una mejor resistencia a la corrosión. (2) Nombre comercial (3) Para soldar estos aceros inoxidables se usa normalmente un metal		
Aleación 254 SMO ⁽²⁾ (S31254)	(3)	(3)			
AL-6XXN ⁽²⁾	(3)	(3)			

Fuente: Echeverría Manual INDURA. 2010.

2.9 Electrodo.

Los electrodos que se utilizan en el sistema TIG están compuestos de Tungsteno o Aleaciones de Tungsteno (Tungsteno-Torio o Tungsteno-Zirconio) siendo su principal característica que como su punto de fusión es entre 3400 y 4000 grados Centígrados, estos son prácticamente no consumibles, los diámetros más utilizados son. Ø 1,6mm Ø2, 4mm Ø 3,2mm (<http://www.taringa.net/posts/Soldadura-TIG-.html>)

GRAFICO N° 2.8
Identificación de Electrodo en Sistema TIG



Fuente: (<http://www.taringa.net/posts/Soldadura-TIG-.html>)

TABLA N° 2.9
Identificación de Electrodo en Sistema TIG

Tipo de Electrodo	Identificación
Tungsteno Puro	Punta Verde
Tungsteno –Torio al 1%	Punta Amarilla
Tungsteno – Torio al 2%	Punta Roja
Tungsteno – Zirconio	Punta Marrón

Fuente: (<http://www.taringa.net/posts/Soldadura-TIG-.html>)

2.10 Sistema de refrigeración de leche.

El mejor sistema, y prácticamente el único, de almacenar y conservar la leche en la granja desde el ordeño hasta la recogida por las cisternas de la industria láctea, consisten en enfriarla a una temperatura suficientemente baja y durante un tiempo limitado. (http://ocw.upm.es/Refrigeracion_de_la_leche)

La eficacia del enfriamiento para mantener la calidad de la leche depende de varios factores:

1. Temperatura de conservación.
2. Período de almacenamiento.
3. Contaminación inicial.
4. Velocidad de enfriamiento.

2.10.1 Temperatura de conservación.

Enfriar la leche a una temperatura entre 3 y 4° C retarda el crecimiento de los gérmenes tal y como se puede observar en el cuadro. Actualmente se recomienda en la mayoría de los países una temperatura de conservación de la leche de 4° C como la más eficaz para controlar el crecimiento bacteriano. Una temperatura inferior a 3° C puede dar lugar a fenómenos de congelación que deben ser evitados, pues pueden alterar la composición y calidad de la leche. (<http://www.agroterra.com/blog/conservacion-de-leche-y-el-frio>)

TABLA N° 2.10

Influencia de la temperatura de conservación en el crecimiento bacteriano en leche cruda almacenada en granja.

Leche almacenada durante 24 h. a una temperatura de: (en °C)	Bacterias/ml
0	2.400
4	2.500
5	2.600
6	3.100
10	11.600
13	18.800
16	180.000
20	450.000
30	1.400.000.000
35	25.000.000.000

Fuente: (Davies, 1955, tomado de Ponce de León, 1993)

Es interesante analizar el período de tiempo que la leche realmente permanece en la granja desde que se ordeña hasta que es recogida por la central lechera, se ha reflejado el número de horas que la leche de cada ordeño está en la granja, suponiendo una explotación con la recogida cada dos días, a las 11 de la mañana, y ordeños a las 7 de la mañana y 4 de la tarde. (Davies, 1955, tomado de Ponce de León, 1993)

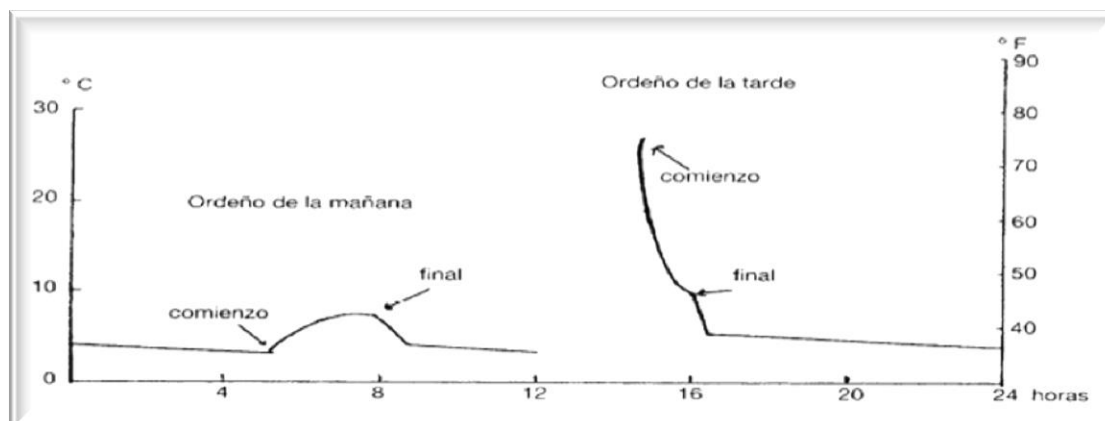
Se puede comprobar que sólo aproximadamente un 20% del volumen total de leche (primer ordeño, que corresponde al de la tarde) va a estar almacenada durante un período de más de 40 horas y que un 50% lo estará menos de 20 horas.

Otro hecho que merece la pena estudiar es el efecto que la incorporación de la leche de los siguientes ordeños tiene sobre la temperatura de conservación de la leche. Durante el 2º ordeño se incorpora la leche a 35° C, que se mezcla con la que ya está fría en el tanque; esta incorporación se realiza mientras dura el ordeño (normalmente, entre 1 y 2 horas) y con el tanque funcionando, obteniéndose una curva de temperaturas similar a la representada en la figura 2. Se puede comprobar que la temperatura de la leche no llega a sobrepasar los 10° C, si el tanque refrigerante tiene la capacidad frigorífica adecuada. En consecuencia, la leche ya almacenada eleva su temperatura, sin superar los 10° C, durante un tiempo no superior a 3 horas, lo que es perjudicial, pero a la vez se está consiguiendo un enfriamiento prácticamente instantáneo de la leche del 2º ordeño, que pasa de 35° C a una temperatura inferior a 10° C, lo que es muy favorable para su conservación.

En el caso del 3º y 4º ordeños la situación es aún más favorable, pues el enfriamiento de la leche que se incorpora lo es a temperaturas más bajas. La temperatura media en el intervalo entre ordeños no debería subir por encima de 5° C, y en ningún punto del volumen de leche se debería llegar a más de 9° C; esto se consigue con un aislamiento eficaz del tanque, el uso de la agitación periódica de la leche y la puesta en funcionamiento del sistema de enfriamiento mediante un termostato cuando la temperatura sube de un nivel prefijado (NIRD, 1977, tomado de Alonso, 1996).

GRAFICO N° 2.9

Curva de la temperatura en un tanque refrigerante, durante un ciclo de 24 horas.



Fuente: (NIRD, 1977, tomado de Alonso, 1996).

2.11 Equipo para el enfriamiento de la leche.

2.11.1 El tanque refrigerante.

El tanque refrigerante es el sistema que se utiliza en la mayoría de las granjas para enfriar y almacenar la leche. Estos tanques están formados principalmente por una cuba de acero inoxidable, forrada de aislamiento térmico, con el evaporador directamente acoplado al fondo, y un equipo frigorífico con sus correspondientes controles y automatismos. Teniendo en cuenta la duración del almacenamiento, la cual va a condicionar su potencia frigorífica, los tanques se dividen en. (NIRD, 1977, tomado de Alonso, 1996).

- Tanques de dos ordeños
- Tanques de cuatro ordeños

Un **tanque de dos ordeños** es el que está destinado a ser utilizado cuando hay recogida diaria y por ello debe enfriar y almacenar la leche obtenida en dos ordeños. Está diseñado para enfriar en menos de 3 horas y conservar en cada ordeño una cantidad de leche igual a la mitad de su volumen nominal.

Un **tanque de cuatro ordeños** es el que está destinado a ser utilizado cuando hay recogida cada dos días y, por ello, debe enfriar y almacenar la leche obtenida en cuatro ordeños consecutivos. Debe ser capaz de enfriar y conservar en cada ordeño una cantidad de leche igual a la cuarta parte de su volumen nominal.

A igualdad de capacidad, un tanque de dos ordeños necesita un equipo con el doble de rendimiento frigorífico que el de cuatro ordeños; por ello, el primero es un 30-40% más caro que el segundo, a igualdad de capacidad.

En las figuras 10 y 11 se han representado las curvas de enfriamiento de un tanque de 2 ordeños y uno de 4 ordeños, obtenidas en laboratorio (todo el volumen de cada ordeño se incorpora a 35° C en un tiempo de 10 minutos). Hay que resaltar que en los gráficos se

puede ver que todos los ordeños se enfrían en menos de 3 horas, y que el ordeño que tarda más tiempo en alcanzar los 4° C es siempre el último (2° ó 4°, según sea el caso).

GRAFICO N° 2.10

Curvas de enfriamiento de un tanque de
De dos ordeños.

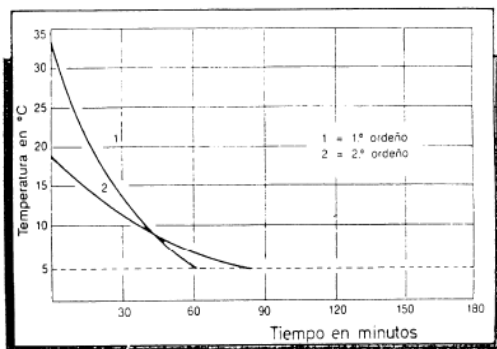
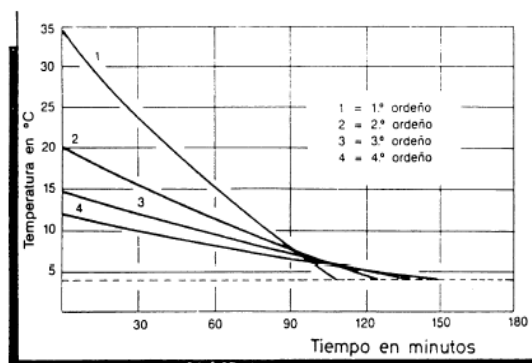


GRAFICO N° 2.11

Curvas de enfriamiento de un tanque
Cuatro ordeños.



Fuente: (NIRD, 1977, tomado de Alonso, 1996).

2.11.2 Características de los tanques frigoríficos.

Existen una serie de elementos y características de los tanques frigoríficos que, por su importancia, se podrían denominar críticos, puesto que de ellos depende en gran medida que se conserve o se deteriore la calidad de la leche que se almacena y conserva en ellos. Entre ellos se pueden citar (NIRD, 1977, tomado de Alonso, 1996).

- Construcción y pulido interior del tanque.
- Agitador.
- Capacidad del equipo frigorífico y temperatura de evaporación.
- Aislamiento térmico.

La construcción y pulido interior de la cuba tiene gran importancia desde el punto de vista de la higiene, puesto que ésta depende en gran parte de las posibilidades que ofrezca el tanque para su lavado y desinfección. Por esta razón, la cuba no debe presentar ángulos ni rincones de difícil acceso a las soluciones de lavado y a los cepillos, -en caso de lavado

manual-, y debe estar perfectamente pulida sin presentar poros o grietas donde puedan formarse colonias que indefectiblemente contaminarán la leche.

El agitador tiene que cumplir varias misiones, siendo las más importantes:

- Evitar la formación de hielo en la leche.
- Aumentar las corrientes de convección para que la temperatura sea homogénea en toda la masa de leche contenida en el tanque.
- Homogeneizar perfectamente la leche contenida en el tanque, de forma que la máxima diferencia en el contenido de grasa de muestras de leche tomadas en distintos puntos sea inferior al 0,1%.

El agitador debe estar perfectamente diseñado y construido, con una velocidad de rotación bien estudiada para evitar que se produzcan salpicaduras y espuma, que aumentan la superficie de contacto de la leche con el aire, puesto que la tensión superficial en la zona de contacto entre el aire y la leche produce rotura de las membranas de los glóbulos de la grasa, que queda en libertad, aumentando el riesgo de lipólisis.

Sobre la capacidad del equipo frigorífico en cuanto a la velocidad de enfriamiento de la leche que debe alcanzar, ya hemos hablado extensamente en un punto anterior. No obstante, no sólo hay que tener en cuenta la potencia del compresor, dato que en muchas ocasiones se toma como único parámetro para evaluarla, sino que hay que tener en cuenta que un equipo es un conjunto de tres elementos: compresor, evaporador y condensador, que son los que realmente influyen y condicionan la capacidad del equipo.

Si estos tres elementos no están perfectamente equilibrados y acoplados entre sí, se puede dar el caso, como ocurre frecuentemente, que el período de enfriamiento sea excesivamente largo o de que la temperatura de evaporación del agente refrigerante sea excesivamente baja.

Si esto último sucede, las superficies del evaporador que están en contacto con la leche pueden llegar a estar a varios grados bajo cero, fenómeno que se produce en tanques mal diseñados, formándose hielo en las capas inferiores de la leche que están en contacto con el evaporador. En estos casos hay destrucción de caseínas y rotura de la membrana de los glóbulos grasos, con las consecuencias que ya conocemos.

Finalmente, el aislamiento es otro elemento de gran importancia porque de él dependen las pérdidas de frío que se produzcan, que afectan al tiempo de funcionamiento del equipo frigorífico durante el enfriamiento y conservación de la leche. Si el aislamiento no es correcto, las pérdidas serán excesivas, prolongándose en la misma medida los tiempos de enfriamiento, con los inconvenientes apuntados, además de que durante el período de conservación habrá demasiadas fluctuaciones de la temperatura de la leche, que obliga a que funcione el equipo con demasiada frecuencia.

Tanto en estos casos como en los que se sobredimensionan los compresores por defecto de capacidad de los evaporadores, se produce un funcionamiento excesivamente prolongado de los equipos frigoríficos, con un considerable aumento en el consumo de energía eléctrica.

2.11.3 Antecedentes Históricos.

Un tanque de leche o enfriador de leche consiste en una tina interior y otra exterior, realizadas en acero inoxidable de calidad alimenticia. El tanque de expansión directa, soldado en el interior, tiene un sistema (evaporador) de placas y tubos en los que circula gas refrigerante (R22). Ese gas absorbe el calor del líquido contenido en la tina (la leche). Los tanques de expansión directa se entregan con un compresor y una grilla de condensación en la que también circula gas refrigerante. El mismo principio que para un refrigerador/heladera (refrigeración por compresión).

El espacio entre las dos tinas está recubierto de una espuma de poliuretano aislante. En el caso de tener problemas de electricidad y con una temperatura exterior de 30°, el contenido no debería recalentarse a más de 1° por cada 24 h.

Para permitir un enfriado rápido y adecuado de la totalidad del contenido de la tina, cada tanque está equipado de al menos un agitador. La agitación de la leche permite que toda la leche en el interior de la tina quede homogénea y a la misma temperatura.

En lo alto del tanque cerrado hay un visor para su inspección y para la limpieza manual, si fuera necesario. Este visor está cerrado con una tapa hermética. Hay además dos o tres pequeñas aberturas: una de aireación, las otras pueden ser utilizadas para la introducción del caño que introduce la leche del ordeño en el tanque.

El tanque de leche reposa sobre 4, 6 u 8 patas ajustables. La tina exterior está ligeramente inclinada para permitir la total evacuación de la leche. En la parte inferior del tanque, hay una salida de vaciado, generalmente roscada con o sin válvula.

Todos los tanques tienen un termómetro que permite verificar la temperatura del interior del tanque. La mayoría de los tanques tienen un sistema de lavado automático: se utilizan agua fría y caliente combinada con productos de limpieza ácidos y básicos. Una bomba y un difusor lavan el interior, lo que permite conservar ese espacio limpio cada vez que el tanque es vaciado.

Casi todos los tanques disponen de una caja de comandos con un termostato que controla el proceso de enfriado. La persona responsable puede poner en marcha o detener el tanque, comandar la agitación de la leche, iniciar el proceso de lavado del interior del tanque y reiniciar el sistema. Los tanques más recientes y de gran capacidad están equipados con un sistema de control y alarma. Esos sistemas verifican la temperatura del interior del tanque, el funcionamiento del agitador, el equipo de frío y la temperatura del agua de lavado.

En caso de mal funcionamiento, se dispara una alarma. Esos sistemas pueden además guardar en la memoria la temperatura y el mal funcionamiento por un determinado período.

Equipo diseñado para asegurar el enfriamiento en el menor tiempo posible y la conservación de la leche contenida con un bajo consumo de energía. Construido en lámina de acero inoxidable internamente y exteriormente, aislamiento de poliuretano y un evaporador de cañuela extendida con la mejor eficiencia del mercado nacional para uno, dos o cuatro ordeños con unidad de enfriamiento de alta eficiencia con gas, control de temperatura electrónico y programación automática del motor agitador para una buena homogenización del producto, regla calibrada en mm con tabla de equivalencia en litros, patas de nivelación y caja para los controles eléctricos independiente. (http://es.wikipedia.org/wiki/Tanque_de_leche).

2.12 Gas refrigerante R22.

El R22 o clorodifluorometano es un gas incoloro comúnmente utilizado para los equipos de refrigeración, en principio por su bajo punto de fusión, (-157°C).

- Densidad tres veces la del aire; en estado líquido 1,2 veces la del agua.
- A 20°C tiene una presión de saturación de 9,1 bares (dato importante para el trabajo en las instalaciones de refrigeración, pues una medida esencial que es la presión del circuito, depende de la temperatura ambiente).

2.13 Balance de energía.

Habitualmente se define la energía como la capacidad de la materia para producir trabajo, pudiendo adoptar distintas formas, todas ellas interconvertibles directa o indirectamente unas en otras.

Las dos formas de energía asociadas con la materia son la energía potencial y la energía cinética. La primera es la que corresponde a un cuerpo material en virtud de su posición respecto a otros.

$$\phi_T = m_T gZ \quad [1]$$

La segunda es la que corresponde a un cuerpo material en movimiento y se expresa como:

Se entiende por energía interna la suma de las energías potencial y cinética correspondientes a las partículas diminutas de la materia; moléculas, átomos y partículas subatómicas.

$$K_T = \frac{1}{2} m_T V^2 \quad [2]$$

El calor (q) y el trabajo (W) son formas de energía en tránsito, el primero debido a una diferencia de temperaturas y el segundo debido a la acción de una fuerza mecánica que vence una resistencia al recorrer un espacio.

El balance de energía es el cómputo exacto de las energías que entran, salen y se acumulan en una operación básica o en un proceso industrial. <https://santoti.files.wordpress.com>

2.14 ANTECEDENTES CIENTÍFICOS.

2.14.1 Tanque modelo m horizontal:

Su diseño es de sección semicircular, lo que facilita el vaciado de la leche en su interior y la comodidad para su limpieza. Provisto de dos tapas superiores abatibles y desmontables (<http://www.tecnilacwillgo.com/tanques.htm>).

GRAFICO N° 2.12
Tanque modelo m horizontal



Fuente: <http://www.tecnilacwillgo.com/tanques.htm>

2.14.2 Tanque modelo om horizontal:

Con una superficie cilíndrica de corte superior plano para tapas abatibles y un diseño que permite un mejor rango de conservación de la temperatura del producto. Este modelo se ofrece con una escalera desmontable para el ingreso a su interior y lavado manual, semiautomático o automático. (<http://www.tecnilacwillgo.com/tanques.htm>).

GRAFICO N° 2.13
Tanque modelo om horizontal



Fuente: <http://www.tecnilacwillgo.com/tanques.htm>.

2.14.3 Tanque modelo o:

Tipo cilíndrico vertical de una o dos tapas superiores, con agitador de doble aleta para capacidades de 800 a 1500 litros para una mejor homogenización de la leche y equilibrio en el proceso de enfriamiento.

GRAFICO N° 2.14

Tanque modelo o



Fuente: <http://www.tecnilacwillgo.com/tanques.htm>.

2.14.4 Tanque modelo oh:

Cilíndrico horizontal con entrada superior tipo manhole, respiradero, escalera fija exterior y escalera desmontable para ingresar a su interior, con lavado manual, semiautomático o automático (<http://www.tecnilacwillgo.com/tanques.htm>).

GRAFICO N° 2.15

Tanque modelo oh



Fuente: <http://www.tecnilacwillgo.com/tanques.htm>.

2.15 Cuadro comparativo tanques de enfriamiento.

TABLA N° 2.11
Características y tipos de tanques de refrigeración

TIPOS DE TANQUES				
Tanques	Modelo	Tiempo de enfriamiento (Horas)	Capacidad (Litros)	Características
TR 1	M horizontal	2 a 3	2150 a 6200	Diseño semicircular que facilita el vaciado de la leche
TR 2	O M horizontal	2 a 4	2100 a 7000	Diseño que permite un mejor rango de conservación
TR 3	Tipo O	2 a 3	300 a 1500	Mejor homogenización de la leche.
TR 4	Tipo O H	2 a 4	1500 a 14000	Mayor capacidad de almacenamiento en litros.

Fuente: Cristian Chang / 2015

Elaborado por: Cristian Chang / 2015

Para el diseño y la construcción del tanque se consideró la capacidad, el tiempo de enfriamiento, las características de diseño. Para la cual se realizó una investigación de acuerdo con la capacidad de almacenamiento de leche que tiene la planta agroindustrial de la UTE, y el tanque más adecuado para dicha planta es el tanque (modelo tipo O) el cual tiene una capacidad de almacenamiento de 300 a 1500 litros y un tiempo de enfriamiento de 1 a 2 horas.

CAPITULO III

DISEÑO DEL TANQUE DE ENFRIAMIENTO PARA LECHE.

3.1 Introducción.

El desarrollo del diseño de este equipo, se fundamenta en el uso de la Norma INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) - NTE (Norma Técnica Ecuatoriana), en las versiones que se acoplan a este estudio, como se podrá apreciar posteriormente, y a la par también se consideró ciertos estudios que tienen similitud con los requerimientos del presente diseño y finalmente se procedió al cálculo concerniente al aislamiento térmico mediante la aplicación del software ECOWIN.

3.2 Premisa de diseño.

De acuerdo a la norma NTE INEN 9:2012, Quinta revisión, véase *Anexo A*, establece que para 20°C la densidad relativa mínima de la leche cruda es de 1,028 y la densidad relativa máxima de la leche cruda es de 1,032, por motivo de cálculo utilizaremos la densidad promedio, como se muestra en la ecuación 3.1.

$$d_p = \frac{d_{max} + d_{min}}{2} \quad 3.1$$

Dónde:

d_p = Densidad promedio.

d_{max} = Densidad relativa máxima.

d_{min} = Densidad relativa mínima.

Entonces,

$$d_p = \frac{1,032 + 1,032}{2}$$

$$d_p = 1,030$$

En base a la estimación de la densidad relativa promedio de la leche, se calcula la densidad de la leche, mediante la ecuación 3.2.

$$\rho_l = d_p * d_{H_2O} \quad 3.2$$

Dónde:

ρ_l = Densidad de la leche.

d_p = Densidad promedio.

d_{H_2O} = Densidad del agua ($1000 \frac{kg}{m^3}$).

Entonces,

$$\rho_l = 1,030 * 1000$$

$$\rho_l = 1030 \frac{kg}{m^3}$$

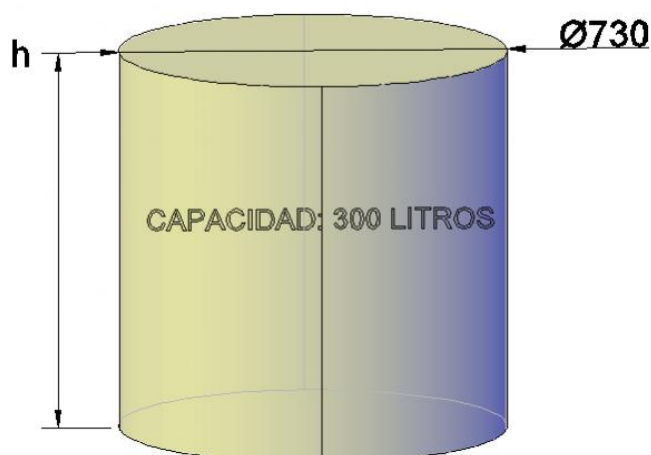
La densidad de la leche obtuvo un valor de $1030 \frac{kg}{m^3}$, para efectos de cálculo, posteriormente.

3.3 Diseño del tanque de leche con capacidad de 300 litros.

Para el diseño del tanque se consideró el diámetro interno, con un valor de 730 mm, de acero inoxidable grado alimenticio, para el almacenamiento de la leche de acuerdo a sugerencias del Código de Práctica para la Instalación y Servicio de Tanques Refrigerados

para Leche, CPE INEN 007:1983, véase *Anexo B*; en donde se establece la composición química recomendada para el tipo de acero del tanque que es, acero inoxidable austenítico, por otra parte en la gráfica 3.1., se puede apreciar el esquema del tanque, el cual contiene una capacidad de 300 litros, es decir aproximadamente $0,3 \text{ m}^3$.

GRAFICO N° 3.1
“Esquema del tanque de leche”



Fuente: Tanque de leche.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

Mediante la fórmula del volumen del cilindro, como se expresa en la ecuación 3.3, se despeja la variante; altura de diseño.

$$V = \frac{\pi * \phi^2}{4} * h \quad 3.3$$

$$h = \frac{4 V}{\pi * \phi^2} \quad 3.3a$$

Dónde:

h = Altura de diseño (m).

V = Capacidad del tanque (m).

ϕ = Diámetro interno (m).

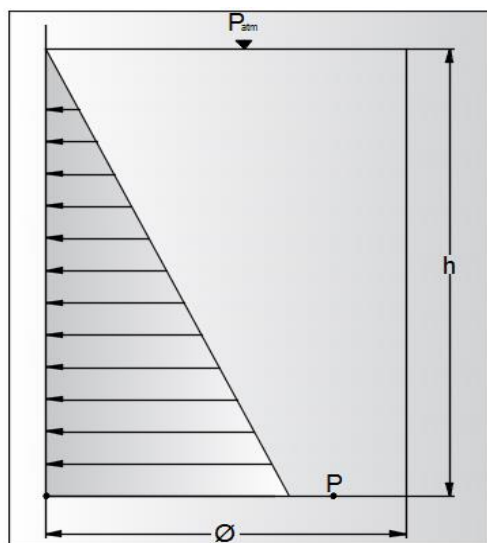
Entonces,

$$h = \frac{4 (0,3)}{\pi * (0,730)^2}$$

$$h = 0,72 \text{ m} \cong 720 \text{ mm}$$

La distribución de esfuerzos sobre el cilindro se puede apreciar en la figura 3.2 y la presión máxima en el fondo se determina mediante la ecuación 3.4, como se describe a continuación.

GRAFICO N° 3.2
“Distribución de esfuerzos sobre el tanque cilíndrico”



Fuente: Tanque de refrigeración de leche.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

$$P = P_{atm} + \rho_l * g * h \quad 3.4$$

Dónde:

P = Presión máxima en el fondo (Pa).

P_{atm} = Presión atmosférica ($1,013 * 10^5$ Pa).

ρ_l = Densidad de la leche ($\frac{kg}{m^3}$).

g = Gravedad ($9,8 \frac{m}{s^2}$).

h = Altura de diseño (m).

Entonces,

$$P = 1,013 * 10^5 + 1030 * 9,8 * 0,72$$

$$P = 108567 \text{ Pa} \cong 108,57 \text{ kPa}$$

De la ecuación del esfuerzo longitudinal de un cilindro de pared delgada, ecuación 3.5, tenemos lo siguiente:

$$\sigma = \frac{P * \phi_m}{4e} \quad 3.5$$

Dónde:

σ = Esfuerzo longitudinal (MPa).

P = Presión máxima en el fondo (kPa).

ϕ_m = Diámetro medio del tanque (m).

e = Espesor del tanque (m).

Para proceder con el diseño del tanque se asume un espesor (e) de 2 mm; para calcular el diámetro medio del tanque (ϕ_m), mediante la ecuación 3.6.

$$\phi_m = \phi + \frac{e}{2} \quad 3.6$$

Dónde:

ϕ_m = Diámetro medio del tanque (mm).

e = Espesor del tanque (mm).

Entonces,

$$\phi_m = 730 + \frac{2}{2}$$

$$\phi_m = 731 \text{ mm} = 0,731 \text{ m}$$

Datos:

P = 108,57 kPa.

ϕ_m = 0,731 m.

e = $2 \cdot 10^{-3}$ m.

Evaluación correspondiente a la ecuación 3.5:

$$\sigma = \frac{108,58 * 0,731}{4(2 * 10^{-3})}$$

$$\sigma = 9,92 \text{ MPa}$$

Del libro Shigley's Mechanical Engineering Design, con ayuda de la tabla acerca de los valores de resistencia a la tracción de algunos metales, véase [Anexo C](#), se considera el límite de fluencia para el acero inoxidable 304, $S_y = 276 \text{ MPa}$ es decir, 40 kpsi .

En efecto se procede a calcular el coeficiente de seguridad mediante la ecuación 3.7.

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma} \quad 3.7$$

Dónde:

η = Coeficiente de seguridad.

S_y = Límite de fluencia, (276 MPa).

σ = Esfuerzo longitudinal, (9,92 MPa).

Entonces,

$$\eta = \frac{276}{9,92}$$

$$\eta = 28$$

Como se puede apreciar el coeficiente de seguridad es 28, pero lamentablemente debido al proceso de embutido y soldadura mediante procedimiento GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), el espesor mínimo que debe tener la plancha para poder trabajar debe ser de 2 milímetros.

3.4 Diseño del Agitador.

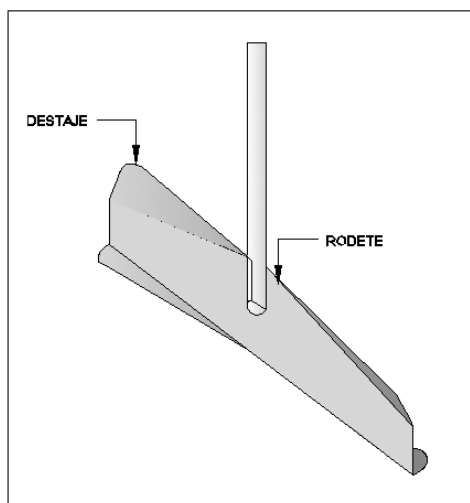
De acuerdo a la Norma INEN 007:1983, en la sección 4.2.6.1, “Sistemas de Agitación”, explica que el sistema de agitación de la leche dentro del interior del recipiente, deberá constar de un conjunto de paletas de tal forma que deben ser soldadas al eje del sistema, por lo tanto dicho eje debe reunir los siguientes requisitos:

- Tener un acoplamiento sobre el puente, para facilitar la separación del conjunto de paletas para efectos de limpieza;
- Tener un empaque deflector entre el motor y el puente, cuya finalidad es evitar que se filtren impurezas al interior del recipiente. El deflector debe ser fabricado en caucho sintético.

Como base fundamental para el presente diseño, consideramos el trabajo de Tesis de Grado elaborada por: Rodríguez y Vera, Junio 2014, en la sección 4.1.2.1, “Diseño del Rodete”, establece

que para tanques de capacidad media-baja y velocidades entre 15-150 rpm, el rodete más adecuado, es el de palas verticales, debido a que se generan movimientos del tipo radial y tangencial, de tal forma que se asegura la mezcla entre la leche ubicada en el fondo del tanque con aquella que se encuentra en la superficie y por lo tanto es recomendable añadir destajes a cada uno de los extremos del agitador, como se puede apreciar en la figura 3.3:

GRAFICO N° 3.3
“Esquema de los destajes en el rodete”

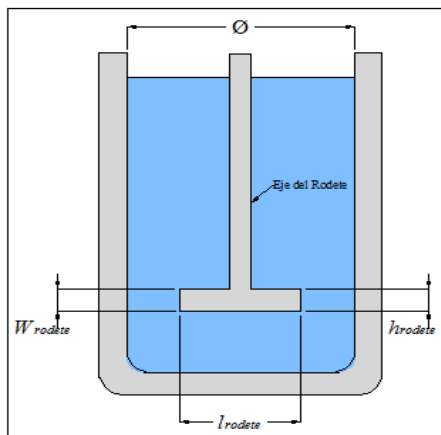


Fuente: Agitador de Leche.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

3.4.1 Dimensionamiento y ubicación del agitador.

Para el respectivo desarrollo de este ítem consideramos la figura 3.4:

GRAFICO N° 3.4
 “Esquema para dimensionamiento del agitador”



Fuente: Agitador de Leche.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

De acuerdo a recomendaciones de Warren, Julian & Peter, 1988, que determina la expresión para el dimensionamiento del rodete en función de la altura que debe estar a la base del tanque (ecuación 3.8) y el diámetro (ecuación 3.9), como se muestra a continuación:

$$h_{rodete} = \frac{1}{3} * \phi \quad 3.8$$

$$W_{rodete} = \frac{1}{5} * l_{rodete} \quad 3.9$$

Dónde:

h_{rodete} = Altura del rodete sobre la base del tanque (m).

W_{rodete} = Ancho de las palas planas (m).

ϕ = Diámetro interno (m).

l_{rodete} = Longitud del rodete (m).

Entonces,

$$h_{rodete} = \frac{1}{3} * 0,730$$

$$h_{rodete} = 0,243 \text{ m} \cong 243 \text{ mm}$$

$$W_{rodete} = \frac{1}{5} * 0,265$$

$$W_{rodete} = 0,0530 \text{ m} \cong 53 \text{ mm}$$

Finalmente se estimó que la altura adecuada a la cual debe estar el rodete en contra de la base del tanque es de 243 mm y el diámetro del rodete es de 53 mm.

3.5 Selección del Motoreductor.

La norma INEN 007:1983, ítem 4.2.7.3, “Sistemas de agitación”; establece los siguientes parámetros importantes:

- **Capacidad de agitación:** llenado el tanque en 10% así como en 100% de su capacidad, conteniendo leche reposada durante 5 horas a 4° C, el sistema de agitación debe ser capaz de repartir el contenido de grasa de la leche de ordeño, en el tiempo máximo de tres minutos, de tal manera que el contenido de grasa no difiera en ningún punto del tanque en más del 0.1%, ya sea por defecto o por exceso, del valor promedio aritmético de las mediciones efectuadas; para un sistema de agitación intermitente, el tiempo de reposo de la leche se reducirá de 5 horas al tiempo de pausa entre dos fases de agitación del sistema;
- **Empaquetadura del eje:** luego de la serie de ensayos, se comprobará que no se hayan presentado filtraciones de grasa de los cojinetes del eje hacia el interior del recipiente.

También se recomienda que para agitar el fluido, para tanques de refrigeración de leche se debe considerar la velocidad angular del agitador de 20 a 30 rpm.

La potencia del sistema de agitación de acuerdo al tipo de flujo, si es laminar o turbulento, por lo cual necesitamos primeramente calcular el número de Reynolds, de acuerdo a Warren, Julian & Peter, 1988, mediante la ecuación 3.10.

$$Re = \frac{l_{rodete}^2 * W * \rho_{leche}}{\mu_{leche}} \quad 3.10$$

Dónde:

Re = Número de Reynolds.

W = Velocidad angular del rodete ($\frac{rad}{s}$).

l_{rodete} = Longitud del rodete (m).

μ_{leche} = Viscosidad dinámica de la leche ($\frac{Ns}{m^2}$).

ρ_{leche} = Densidad de la leche ($\frac{kg}{m^3}$).

La viscosidad de la leche se considerará para 20 °C, como $\mu = 2,12 * 10^{-3} \frac{Ns}{m^2}$, de acuerdo al “Manual de datos para ingeniería de los alimentos”, ítem 3.4.2, “Densidad y viscosidad de disoluciones acuosas”, véase [Anexo D](#), y en consecuencia tenemos que:

$$Re = \frac{(0,265)^2 * 2,09 * 1030}{2,12 * 10^{-3}}$$

$$Re = 7,13 * 10^4$$

La potencia requerida por el agitador se calcula a partir del arrastre del rodete, el número de potencia y el flujo generado, por lo que se considera la ecuación escrita por, Warren, Julian & Peter, ecuación 3.11.

$$Pm = Np * W^3 * l_{rodete}^5 * \rho_{leche} \quad 3.11$$

Dónde:

Pm = Consumo de potencia mecánica (W).

Np = Número de potencia.

W = Velocidad angular del rodete ($\frac{rad}{s}$).

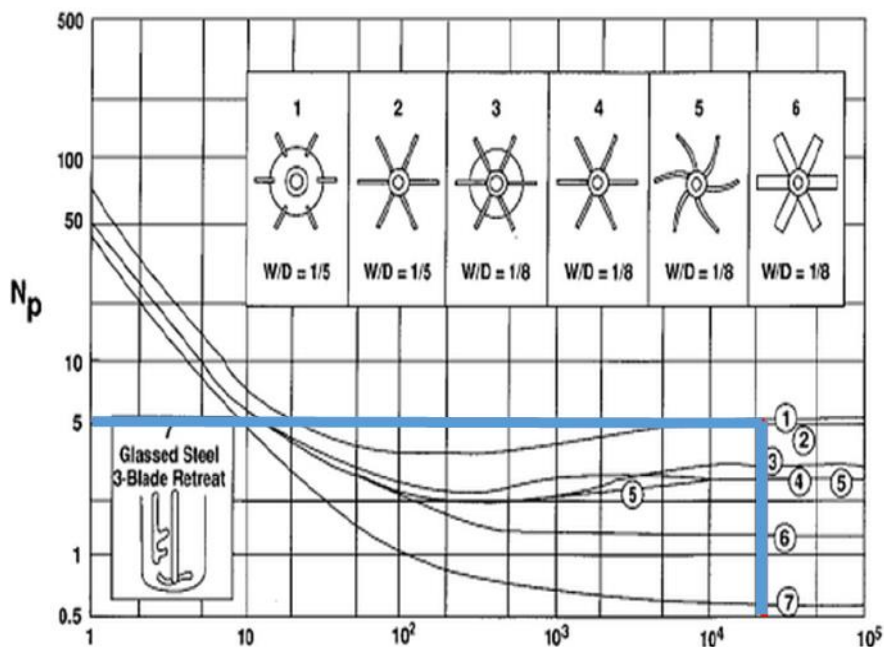
l_{rodete} = Longitud del rodete (m).

ρ_{leche} = Densidad de la leche ($\frac{kg}{m^3}$).

A continuación seleccionamos el número de potencia (Np), de acuerdo a la siguiente tabla 3.1, considerada por Edward, Víctor & Suzanne, 2004, como también muestra la figura 3.5, a continuación:

GRAFICO N° 3.5

“Número de potencia Vs. Número de Reynolds para diferentes rodetes”



Fuente: Edward, Víctor & Suzanne, 2004.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

Donde establecemos que el número de potencia es 5, y en función a esto se calcula la potencia mecánica, con la ecuación 3.11.

$$Pm = 5 * (2,09)^3 * (0,265)^5 * 1030$$

$$Pm = 61,44 W$$

Asumiendo que el factor de sobrecarga es igual 3, consideramos la ecuación 3.12.

$$P = n * Pm \quad 3.12$$

Dónde:

P = Potencia de diseño (W).

Pm = Consumo de potencia mecánica (W).

n = Factor de sobrecarga.

Entonces,

$$P = 3 * 61,44$$

$$P = 184,32 W$$

Seleccionamos un motor de potencia de ¼ HP a 1800 rpm, y por ende calculamos la relación de transmisión del motoreductor, con la ecuación 3.13.

$$i = \frac{n1}{n2} \quad 3.13$$

Dónde:

i = Relación de transmisión del motoreductor.

$n1$ = Velocidad angular del motor (rpm).

$n2$ = Velocidad angular de salida del reductor (rpm).

Entonces,

$$i = \frac{1800}{20}$$

$$i = 90$$

Finalmente se seleccionará una caja reductora con $i = 90$, $n2 = 20 \text{ rpm}$ y velocidad del motor de 1800 rpm, del tipo corona sin fin.

3.6 Cálculo del aislamiento térmico.

Para el cálculo respectivo al aislamiento térmico se realizará mediante la utilización del software "ECOWIN", desarrollado por la compañía FiberGlass, Colombia S.A, a través de las siguientes indicaciones:

- En primera instancia, al iniciar el software, se apertura la pantalla se despliega el menú principal, como se aprecia en la figura 3.6, y seleccionamos la opción cálculos superficies frías planas.

GRAFICO N° 3.6
 “Menú Principal-ECOWIN”



Fuente: Software ECOWIN.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

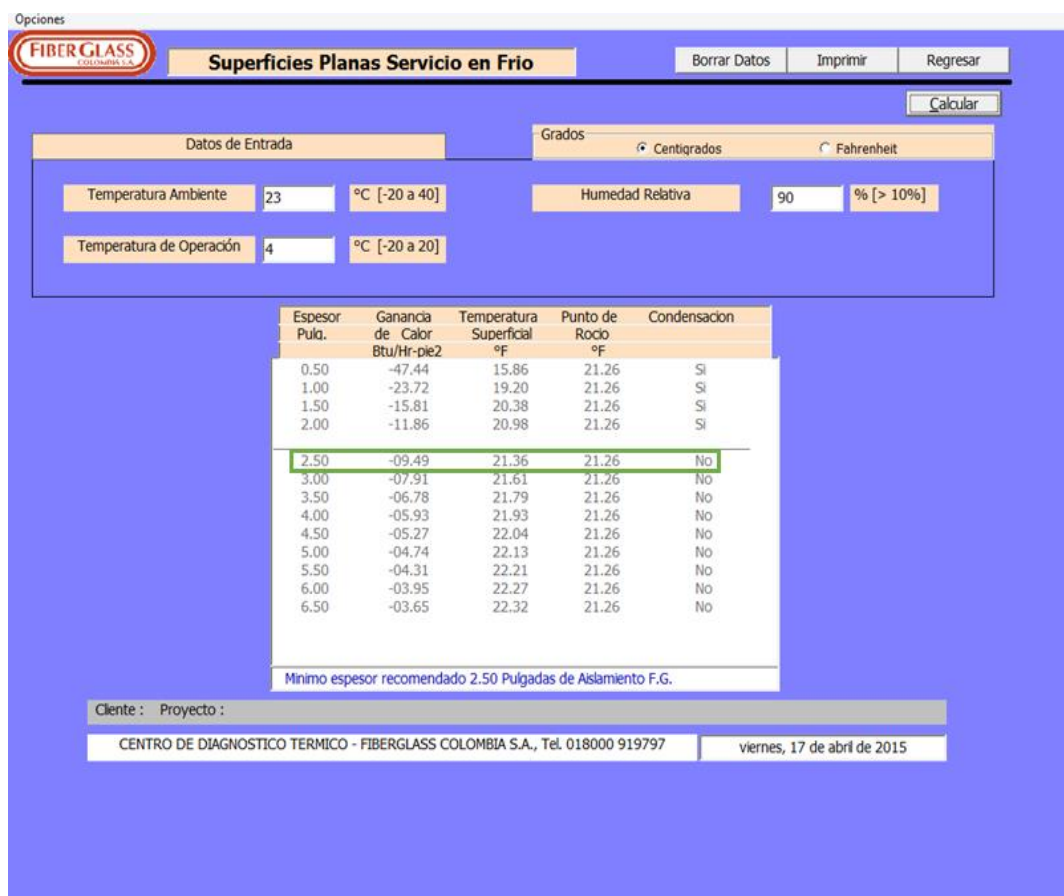
- Acto seguido aparece la pantalla, como muestra la figura 3.7, en donde se procede a ingresar la información, de temperatura ambiente y humedad relativa, información proveniente del Plan de Desarrollo del Cantón Santo Domingo 2025, sección 2.4 “Principales características del Cantón”, ítem “Clima”, véase *Anexo E* y la temperatura de operación es a la cual va a trabajar el equipo.

Temperatura Ambiente: 23°C.

Temperatura de operación: 4°C.

Humedad Relativa: 90%.

GRAFICO N° 3.7
 “Esquema de operación del software ECOWIN”



Fuente: Software ECOWIN.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

Como podemos apreciar, el espesor recomendado para el aislamiento térmico debe de 2.5 pulgadas, con el cual se garantizará que no exista condensación en el recipiente, por otra parte la ganancia de calor se estima en $-09.49 \text{ Btu/Hr-pie}^2$, a una temperatura superficial de 21.36°C y un punto de rocío de 21.26°C , por debajo de la temperatura ambiente.

CAPITULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE DE ENFRIAMIENTO PARA LECHE.

Para la construcción del tanque de enfriamiento, se deben considerar técnicas de trabajo apropiadas, la utilización de máquinas herramientas adecuadas y el empleo de mano de obra calificada tomando en consideración las normas de seguridad industrial.

4.1. Proceso de construcción.

1. Construcción del tanque, en acero ANSI 304 de 2mm de espesor, mediante un proceso de corte la cual servirá para darle forma al tanque de refrigeración.

Posteriormente se une la plancha mediante un proceso de soldadura TIG (GTAW) con electrodo de tungsteno y material de aporte ER 308 L de 1/16 de espesor.

GRAFICO N° 4.1
Proceso de soldadura del tanque



Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

2. Al filo del tanque se suelda un pedazo de plancha de acero de 40 mm la cual servirá como guía para la cubierta exterior del tanque de refrigeración.

GRAFICO N° 4.2
Tanque terminado



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

3. Después de unir la plancha al filo del tanque se coloca otro pedazo alrededor de 80 mm para que la cubierta exterior encaje de una mejor manera.

GRAFICO N° 4.3
Guía para cubierta exterior del tanque



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

4. En la parte inferior del tanque se realiza una abertura para colocar un tubo de 1 ½ y una llave sanitaria tipo mariposa la cual servirá para evacuar el contenido que se encuentre en el interior del tanque.

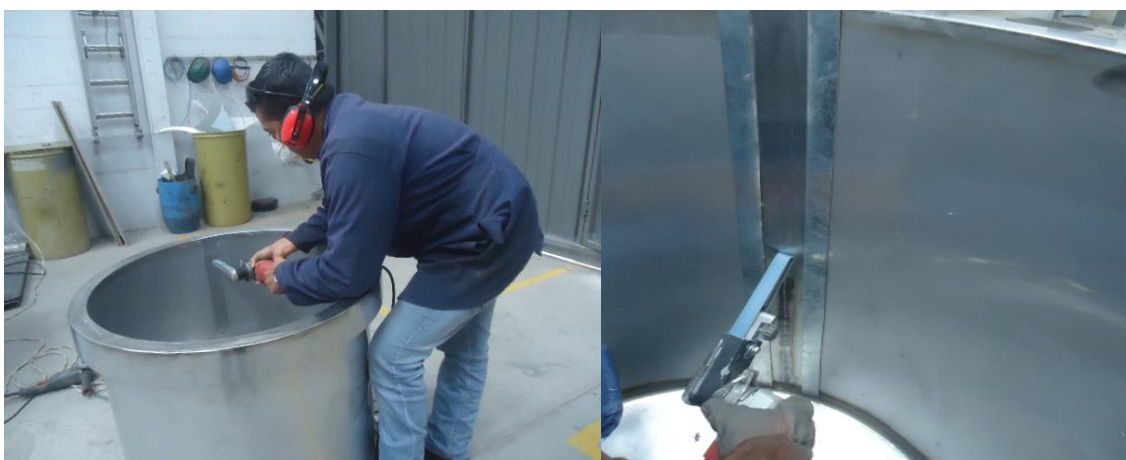
GRAFICO N° 4.4
Llave sanitaria tipo mariposa



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

5. Después de haber terminado el proceso de soldadura, se procede a realizar el pulido sanitario con ayuda de una rectificadora.

GRAFICO N° 4.5
Rectificado de soldadura



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

- 5.1. De igual manera se realiza el pulido en la parte exterior del tanque con la ayuda de una pulidora la cual utiliza discos de lija para tratar en lo menos posible de que durante el proceso de pulido el material sea rayado.

GRAFICO N° 4.6
Pulido de soldadura.



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

6. Seguidamente se coloca la tubería de cobre de 3/8 en la parte inferior del tanque , luego se coloca la misma tubería en los costados con la finalidad de que circule el gas refrigerante (R 22) y este pueda absorber la temperatura del líquido que se encuentre en el interior del tanque de refrigeración.

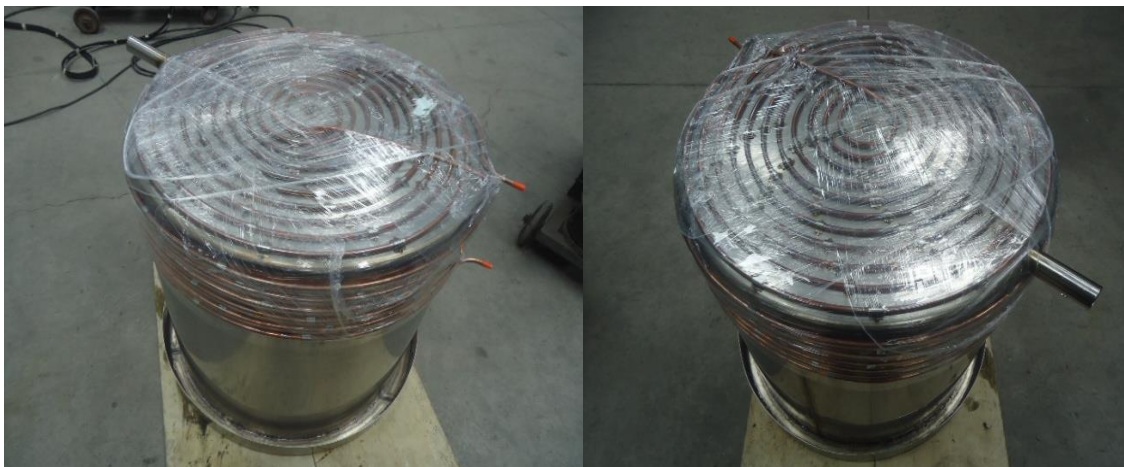
GRAFICO N° 4.7
Tubería de cobre.



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

- Al haber terminado de colocar la tubería de cobre alrededor del tanque se coloca plástico de embalaje para cubrir las tuberías, y que al momento de inyectar el revestimiento de poliuretano no entre en contacto con las tuberías de cobre.

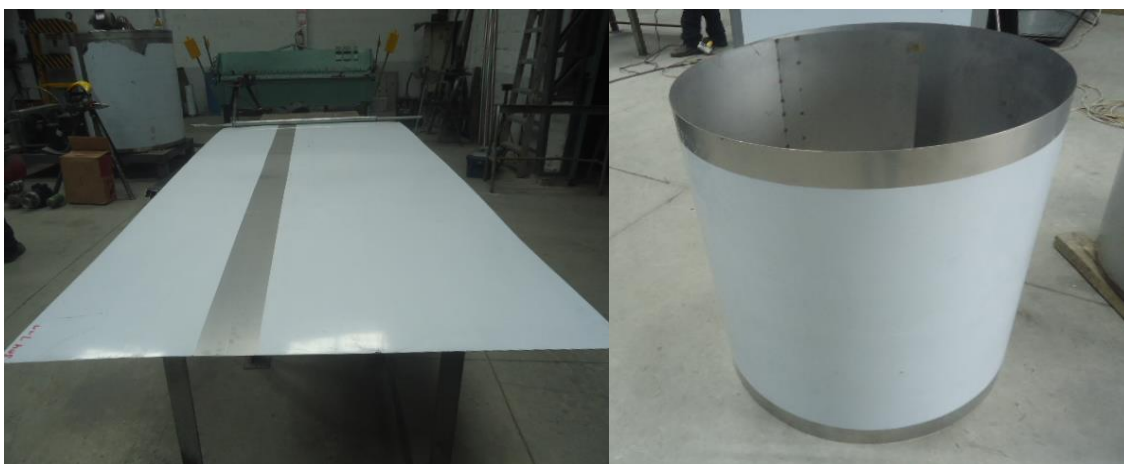
GRAFICO N° 4.8
Tubería de circulación de gas refrigerante.



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

- Para la cubierta exterior del tanque se utiliza una plancha de acero inoxidable ANSI 304 de 2 mm de espesor, luego se realizan los cortes necesarios para darle forma.

GRAFICO N° 4.9
Cubierta externa.



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

9. Una vez colocada la cubierta externa del tanque se realizan dos orificios los cuales se utilizaran para inyectar el poliuretano, el cual servirá como un aislamiento térmico para mantener la temperatura y conservar la leche refrigerada.

GRAFICO N° 4.10
Aislamiento de poliuretano.



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

10. En la parte superior del tanque se coloca un perfil en C de 100 x 50 que servirá como base para colocar el motor reductor el cual se lo sujetara con pernos de $\frac{1}{4}$ en acero inoxidable.

GRAFICO N° 4.11
Soporte para motor.



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

11. Para que la leche se congele uniformemente se diseña un agitador con aletas las cuales estarán soldadas a un eje de acero inoxidable de 1 pulgada y en conjunto con el moto reductor realizaran dicho trabajo.

GRAFICO N° 4.12

Agitador.



Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

12. Como consiguiente se colocan dos tapas las cuales permitirán que por ningún motivo ingrese algún tipo de suciedad al interior del tanque.

GRAFICO N° 4.13

Tapas del tanque de refrigeración.



Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

13. Para colocar el tanque de refrigeración y la unidad condensadora se construye un chasis con tubo estructural cuadrado de 3×3 de 2 mm de espesor, después del proceso de soldadura se elimina imperfecciones que dejase la soldadura y luego preparar la estructura para el proceso de pintura, para aquello se utiliza pintura anticorrosiva la cual evitara que el material sufra algún tipo de corrosión.

GRAFICO N° 4.14
Chasis.



Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

14. Una vez terminado el proceso de pintura y que esta se halla secado se coloca la unidad condensadora en el chasis y se sujeta con pernos en los extremos de la unidad, de igual forma se instala el tanque de refrigeración en el chasis.

GRAFICO N° 4.15
Unidad condensadora y Tanque de refrigeración.

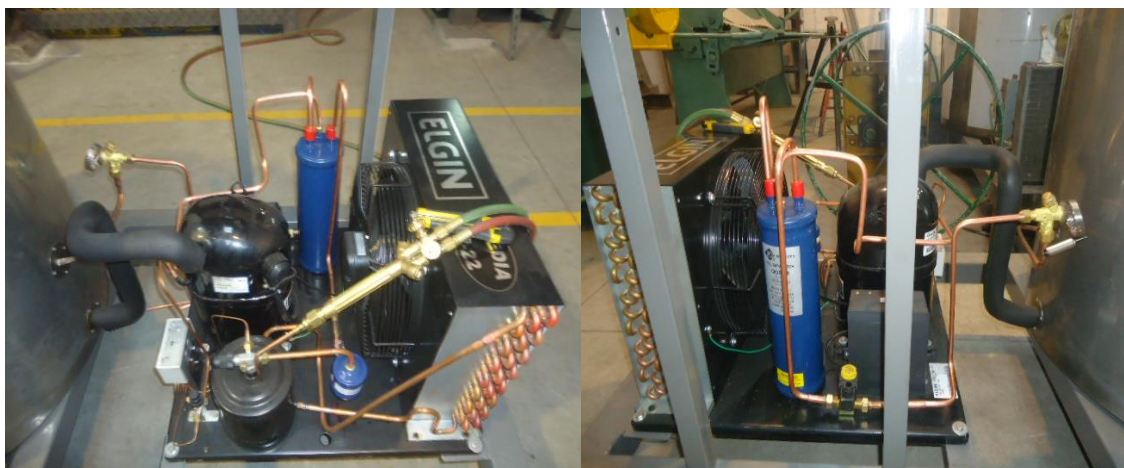


Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

15. A continuación se conecta las tuberías de cobre de la unidad condensadora con la entrada y la salida del tanque de refrigeración.

GRAFICO N° 4.16
Unidad condensadora.



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

16. El tablero de control está constituido por:

- a) Caja de control dimensiones 30 x 30 cm.

GRAFICO N° 4.17
Caja de control.



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

b) Enchufe.

- Identificador del producto del fabricante: LEG 57438
- Peso del producto: 200 g
- Dimensiones del producto: 5,5 x 7 x 10 cm
- Material: plástico
- Volumen: 1584 ml
- Voltaje: 400 voltios
- Capacidad de amperaje: 16 A

GRAFICO N° 4.18
Enchufe.



Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

c) Contactor eléctrico:

- Marca: Siemens.

GRAFICO N° 4.19
Contactor



Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

d) Controlador de temperatura.

GRAFICO N° 4.20
Controlador de temperatura.

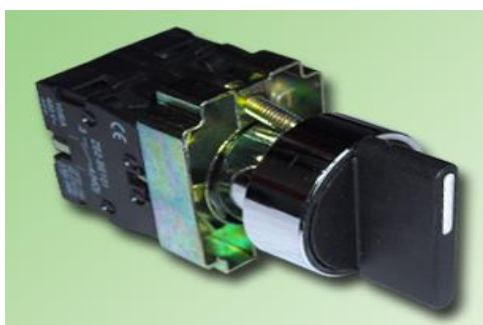


Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

e) Selector eléctrico.

GRAFICO N° 4.21
Selector.



Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

f) Luz piloto.

GRAFICO N° 4.22
Luz piloto.



Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

17. Se realiza las conexiones y montaje del tablero de control.

GRAFICO N° 4.23

Control eléctrico.



Fuente: Cristian Chang / 2015.

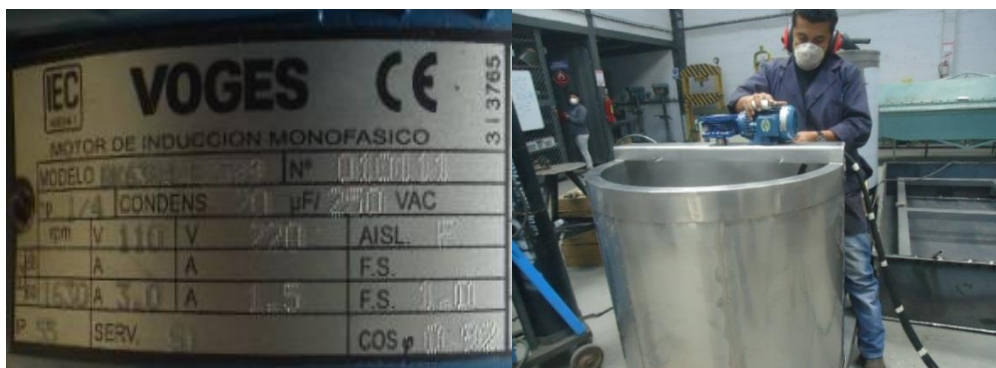
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

18. Se realiza el montaje del motor eléctrico con los siguientes datos técnicos.

- Marca: VOGES
- Modelo: BK63
- Potencia: $\frac{1}{4}$ hp
- Rpm: 1630 rpm
- Voltaje: 220 / 110 Voltios
- Amperaje: 1.5 A 3.0 A
- Frecuencia: 60 Hz

GRAFICO N° 4.24

Montaje del motor eléctrico.



Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

19. Al instalar todos los elementos eléctricos y mecánicos del tanque de enfriamiento el equipo queda de la siguiente manera.

GRAFICO N° 4.25
Tanque de refrigeración



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

En la siguiente tabla se indica un resumen del proceso de construcción.

TABLA 4.1
Proceso de construcción

ESPESOR	ELEMENTO	TIPO DE MATERIAL	PROCESO DE CONSTRUCCIÓN
2 mm	Chasis	Acero estructural	Corte y soldadura por arco eléctrico
2 mm	Tanque	Acero inoxidable ANSI 304	Corte y soldadura GTAW
2 mm	Cubierta	Acero inoxidable ANSI 304	Corte y soldadura GTAW
0.032"	Conductos gas refrigerante	Tubo de cobre 3/8	Soldadura oxiacetilénica.
40 mm	Aislamiento	Poliuretano	Inyección líquida
	Soporte para	Perfil en C acero	Corte y soldadura GTAW

	moto reductor	inoxidable ANSI 304	
1"	Agitador	Eje de acero inoxidable	Corte y soldadura GTAW
2 mm	Aletas	Acero inoxidable ANSI 304	Corte y soldadura GTAW
2 mm	Tapas individuales	Acero inoxidable ANSI 304	Corte y soldadura GTAW

Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

CAPITULO V

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TANQUE DE ENFRIAMIENTO PARA LECHE.

5.1. Pruebas de funcionamiento.

Antes de encender el tanque de enfriamiento de leche, comprobamos que cumpla con todas las condiciones de trabajo, posteriormente se enciende el equipo en forma manual para proceder a realizar las pruebas de funcionamiento.

5.2. Determinación de la operabilidad y cuantificación del desempeño del equipo de refrigeración.

La validación de desempeño del equipo de refrigeración se llevó a cabo en la planta agroindustrial, utilizando agua en lugar de leche debido a que no se pudo obtener la cantidad suficiente de leche para validar el funcionamiento de la maquina las condiciones reales que tiene la planta en la ciudad de Santo Domingo (Ecuador) a S 0° 20' y 79°15'W, altura de 600 msnm; con producción promedio de 65L de leche/día. La región se clasifica en un bosque húmedo tropical, presenta precipitación pluvial media anual de 2825 mm, promedio de humedad relativa entre 82% y temperatura del aire media anual de 24.4° C.

El equipo se instaló momentos previos a las pruebas de funcionamiento, siguiendo el protocolo de limpieza y desinfección para maquinaria, equipos y utensilios.

Para entrar en contacto con una materia prima alimentaria (únicamente relacionados con el tratamiento térmico generado por el equipo de refrigeración), sin intervenir las 90 condiciones higiénicas de producción (piso del establo, ubres, baldes, manos del ordeñador), toda vez que se buscaba la mayor objetividad posible en la obtención de resultados generados por procesos llevados a cabo de forma real y sin intervenir en los mismos.

Una vez adquirida el agua, esta se depositaba en el tanque hasta lograr un volumen de 300 L, para luego a través de la unidad condensadora tratar de reducir la temperatura al interior del tanque (construido en acero inoxidable ANSI 304) , momento en el cual se contabilizaba tiempo cero con un cronómetro digital, tomando el registro del mismo y de las temperaturas del interior del evaporador como del agua contenida, con termómetros electrónicos, tal como lo muestra la tabla 3.

TABLA 5.1
Cuantificación del desempeño del prototipo

TIEMPO DE OPERACIÓN DEL PROTOTIPO	TEMPERATURA AL INTERIOR DEL EVAPORADOR (°C)	TEMPERATURA DEL AGUA CONTENIDA EN EL TK (°C)
00.00'.00''	24.7	34.3
00.03'.43''		31.6
00.03'.55''		31.2
00.05'.03''		21.8
00.05'.11''	21.8	30.9
00.05'.50''	21.4	30.0
00.07'.17''	20.9	29.2
00.09'.02''	20.2	28.5
00.09'.40''	20.1	27.8
00.09'.58''	19.9	27.3
00.10'.46''	19.3	27.2
00.11'.30''	19.0	27.0
00.11'.36''	19.0	26.2
00.18'.19''	16.2	22.6
00.18'.48''	16.0	22.1
00.19'.23''	15.7	22.1
00.19'.53''	15.5	21.6
00.20'.38''	15.3	21.5

TIEMPO DE OPERACIÓN DEL PROTOTIPO	TEMPERATURA AL INTERIOR DEL EVAPORADOR (°C)	TEMPERATURA DEL AGUA CONTENIDA EN EL TK (°C)
00.24'.37''	13.6	19.4
00.24'.55''	13.4	18.5
00.28'.52''	12.1	17.2
00.29'.02''	12.1	16.4
00.29'.09''	12.1	17.1
00.30'.40''	11.1	16.1
00.34'.30''	9.5	14.3
00.35'.20''	9.2	14.1
00.37'.04''	8.4	13.1

00.46'.44''	4.7	8.9
00.47'.10''	4.6	8.5
00.47'.28''	4.6	8.4
00.48'.03''	4.2	7.7
00.51'.30''	3.1	6.7
00.51'.38''	3.0	6.2
00.52'.36''	2.7	5.1
00.55'.46''	1.7	4.9
00.55'.55''	1.7	4.4
00.56'.47''	1.4	4.3
00.57'.09''	1.3	4.0
00.58'.33''	0.9	3.8
00.59'.04''	0.7	3.6
00.59'.54''	0.6	3.7
01.00'.00''	0.5	3.9
01.00'.07''	0.5	3.4
01.01'.33''	- 0.1	3.3

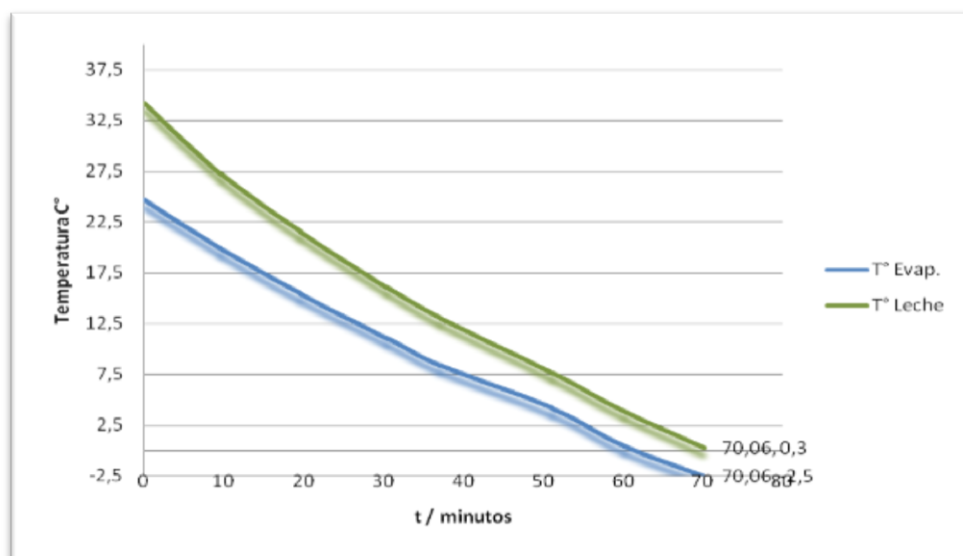
Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

Es importante recalcar que la leche puede estar en refrigeración hasta 72 horas luego de haber sido refrigerada, durante ese lapso de tiempo la leche conserva sus propiedades y características.

GRAFICO N° 5.1

Cuantificación del desempeño del prototipo. Temperatura (C°) evaporador / leche vs tiempo



Fuente: Cristian Chang / 2015.

Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

CAPITULO VI

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

6.1. Introducción.

Este manual de instrucciones es para el uso seguro del equipo y contiene toda la información sobre la puesta en marcha del tanque de enfriamiento para leche.

Este equipo de enfriamiento es altamente innovador, su uso es completamente seguro, siempre que se utilice de una manera adecuada.

Las personas encargadas de trabajar con la máquina, deben seguir las siguientes recomendaciones:

- En primer lugar, la instalación debe recibir suministro eléctrico.
- Antes de poner en marcha la instalación por primera vez, deben comprobarse las conexiones de electricidad y tuberías.
- Conecte el conmutador principal (posición ON). En este momento, la instalación de la refrigeración de leche se encuentra lista para que la refrigeración se ponga en marcha.
- Asegúrese de que se ha instalado correctamente el sensor de temperatura.
- Medir la temperatura del contenido del tanque con el termómetro de referencia.
- Antes de llenar el tanque, comprobar que está bien nivelado de acuerdo con sus instrucciones de instalación.

En la siguiente tabla se detallan los datos técnicos del tanque de enfriamiento

TABLA 6.1
Características técnicas del tanque de enfriamiento

Aplicación	Enfriamiento de leche cruda.
Campos de aplicación	Agricultura, alimentos, Ing. Electrónica
Tipo de material	Acero inoxidable AISI 304 de 2 mm
Tipo de gas refrigerante	R 22
Aislamiento térmico	Poliuretano de 40 mm
Capacidad del tanque (litros)	300 litros
Peso del tanque Enfriamiento	158.76 Kg
Marca del Motor	VOGES
Modelo Motor	BK6 3B4 – E 25 99
Revoluciones por minuto Motor	1630 r.p.m.
Potencia del motor eléctrico	¼ Hp
Cosφ	0.92
Tipo de protección	IP 55
Amperaje	1.5 A a 220 V
Conexión eléctrica	110 V 220 V
Unidad frigorífica	½ Hp
Frecuencia	60 Hz
Conexión eléctrica	110 V 220 V

Fuente: Cristian Chang / 2015.

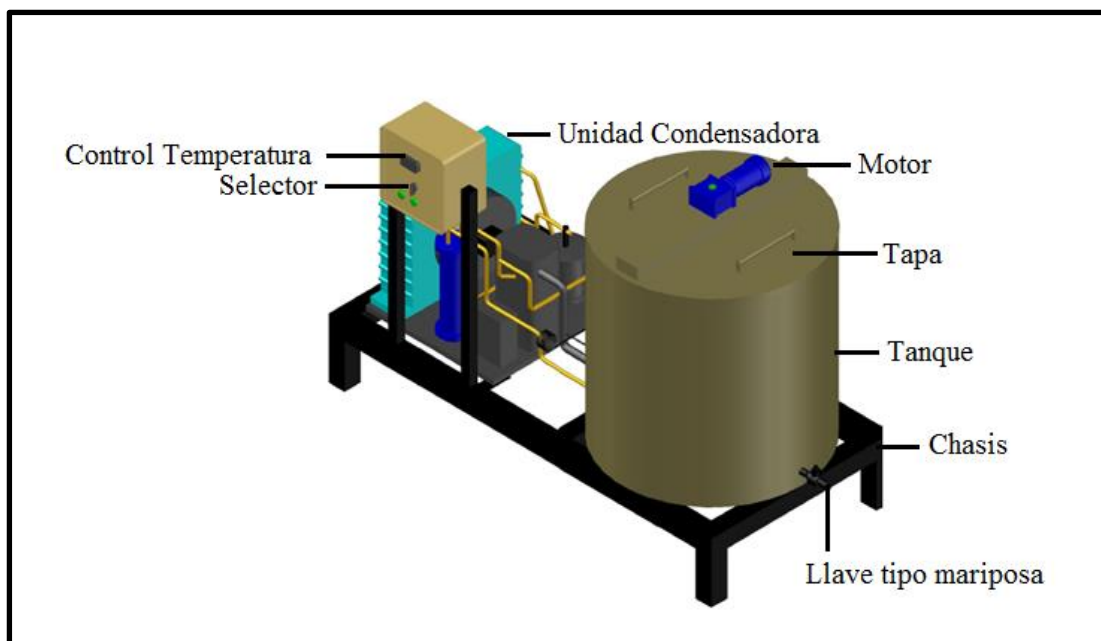
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

6.2.1. Componentes del equipo de refrigeración.

- a) **Recipiente de acero inoxidable.-** Diseñado para el almacenamiento y la refrigeración de leche.
- b) **Unidad condensadora incorporada.-** El condensador consta de una serie de tubos de cobre y ventiladores, y es donde el refrigerante se enfría mediante un flujo de aire.

- c) **Tapas de tanque.**-La cubierta también puede abrirse por completo, con el fin de facilitar el acceso para una limpieza manual del agitador y del interior del tanque.
- d) **Motor del agitador.**- Evita la formación de hielo en la leche.
- e) **Salida del tanque.**- Permitir la total evacuación de la leche. En la parte inferior del tanque, hay una salida de vaciado, generalmente roscada con o sin válvula.
- f) **Chasis.**-Diseñado para soportar el peso de la unidad condensadora y del tanque de refrigeración.
- g) **Motor eléctrico.**-Potencia de $\frac{1}{4}$ acoplado al agitador.
- h) **Selector de encendido.**-Cumple la función de arrancar y parar el equipo.
- i) **Controlador de temperatura.**- Permite observar la temperatura en tiempo real al interior del tanque.

GRAFICO N° 6.1
Componentes del tanque de enfriamiento



Fuente: Cristian Chang / 2015.
Elaborado por: Cristian Chang / 2015.

6.3. Proceso de mantenimiento.

Para realizar el mantenimiento adecuado del tanque de enfriamiento se debe tomar en cuenta las normas de seguridad y el procedimiento adecuado de cada uno de los elementos que constituyen la máquina.

6.3.1. Mantenimiento a cargo de operarios.

- Desconectar siempre el suministro eléctrico de la red y, si lo hay, bloquear el conmutador general de la red en la posición de desconexión antes de realizar cualquier trabajo de inspección, mantenimiento o servicio técnico en el equipo.
- En caso de cualquier funcionamiento anormal en la máquina o cualquier daño perceptible en los componentes eléctricos, desconectar la máquina y efectuar las tareas de mantenimiento de la misma.
- Para evitar que el tanque sufra corrosión, no pula el acero cerca del tanque. Las pequeñas partículas podrían adherirse al tanque y provocar corrosión.
- No limpiar nunca el equipo con un limpiador de alta presión, ni otro tipo de dispositivo con agua a chorro. El equipo es muy sensible y puede sufrir daños irreparables debidos a la alta presión.
- No utilice nunca disolventes, detergentes, disoluciones o alcohol en ninguna parte del equipo. Su inobservancia puede causar daños o deteriorar definitivamente el equipo.
- El frontal del condensador y la rejilla en la ventilación deben limpiarse con frecuencia, para evitar que el flujo de aire se bloquee. Un condensador obstruido reduce la eficacia de la refrigeración y provoca un incremento considerable en el consumo de potencia. Limpiar las palas del condensador cuidadosamente con ayuda de un cepillo suave y seco.

- Limpiar la tapa y la abrazadera de la llave sanitaria. Utilizar un cepillo para eliminar todos los residuos lácteos o la suciedad.

6.4. Recomendaciones generales a tener en cuenta al acceder al tanque.

Si por cualquier razón fuera necesario subirse al tanque, seguir estas recomendaciones:

- Vaciar el tanque antes de acceder al mismo.
- Desconectar el suministro de corriente eléctrica al sistema, antes de acceder al tanque.
- No entrar en el tanque con zapatos o botas sucias. La suciedad o los objetos pequeños punzantes pueden dañar la superficie del contenedor interior.

6.5. Después de salir del tanque.

- Comprobar que no se deje nada dentro del tanque.
- Limpiar el interior del tanque.
- Conectar de nuevo el suministro de corriente al sistema.

6.6. Motor del agitador.

Si la caja de conexiones del motor del agitador se abre por cualquier razón.

- Antes de cerrar la caja de conexiones, poner cuidado en no bloquear el interruptor de gravedad con cables o cualquier otro elemento. Una vez cerrada la caja, comprobar el correcto funcionamiento del interruptor de gravedad abriendo y cerrando la tapa del tanque.

6.7. Medidas de seguridad.

6.7.1. General.

- Debido a los posibles riesgos medioambientales relacionados con la refrigeración, deben tenerse en cuenta todas las recomendaciones y normativas vigentes.
- Antes de llenar el tanque, comprobar que está bien nivelado de acuerdo con sus instrucciones de instalación.
- Antes de poner en marcha la instalación por primera vez, deben comprobarse las conexiones de electricidad y tuberías.
- Desconectar siempre el suministro eléctrico de la red y, si lo hay, bloquear el conmutador general de la red en la posición de desconexión antes de realizar cualquier trabajo de inspección, ajuste, mantenimiento o servicio técnico en el equipo.
- Tener cuidado al abrir las conexiones en un componente bajo presión.

6.8. Instalación.

- La instalación eléctrica o cualquier otro trabajo en el equipo eléctrico debe ser realizado por un electricista autorizado. Debe satisfacer todas las normas y reglamentos, así como adecuarse a los diagramas de cableado suministrados.
- La instalación del equipo debe ser efectuada por un mecánico autorizado.

6.9. Funcionamiento.

- Es tomar las medidas necesarias para evitar que la temperatura ambiente en las proximidades de la instalación de refrigeración de leche alcance o caiga por debajo del punto de congelación.
- El sistema solo debe ser manejado por personal instruido. Asegúrese de que ningún niño, ni ninguna persona no autorizada entran en contacto con el sistema.
- No utilice nunca el equipo para ningún otro propósito que el uso previsto.
- En caso de interrupción prolongada de la red eléctrica, si decide vaciar la leche del tanque se recomienda desconectar el conmutador principal en la caja eléctrica. Posteriormente, si se reconecta la electricidad, el tanque vacío no arrancará automáticamente.
- No trabajar cerca del ventilador cuando la unidad esté funcionando. No deben llevarse ropas sueltas, pelo suelto o joyas (p. ej. collares) durante las tareas de servicio/mantenimiento.
- No empujar ningún objeto más allá del revestimiento del ventilador.
- Antes de conectar el suministro eléctrico, comprobar que no hay nadie en el interior del tanque.
- Antes de comenzar, descargar la válvula cerrada o parcialmente cerrada = en la salida de descarga del compresor puede desarrollarse una presión inaceptable con las altas temperaturas correspondientes. En el funcionamiento con aire, puede darse el denominado efecto diesel, es decir, que el aire se aspira mezclado con aceite/gas y puede explotar debido a las altas temperaturas.

- Llevar siempre guantes y gafas cuando se manipulen detergentes. Estas sustancias pueden causar irritaciones cutáneas u oculares.
- Sujetar la tapa, siempre que ésta se abra o se cierre. Al abrir o cerrar debe sujetarse una tapa durante todo el trayecto o más allá del punto central sin salida. Si se suelta a mitad de camino puede cerrarse de golpe (tapas sin resorte).
- Para preservar la calidad óptima de la leche y ahorrar energía es recomendable restringir al mínimo la apertura de la tapa. Las inspecciones y otras tareas de manejo deben realizarse durante algún tiempo prolongado.
- Mantener los dedos alejados del borde del tanque cuando se abra y cierre la tapa.
- No dejar el tanque sin atención cuando la tapa esté abierta.
- Utilizar únicamente el asa para la apertura. Está prohibido abrir empujando la tapa de la cubierta.
- Está prohibido usar el eje del agitador para abrir/cerrar el tanque.

6.10. Unidad condensadora.

- Mantenga los dedos lejos de la unidad condensadora (existe riesgo de quemaduras o cortes), incluso cuando el tanque no esté funcionando.
- Tener cuidado con la cubierta de la unidad condensadora y con los componentes potencialmente calientes.
- No ponerse nunca de pie sobre la unidad condensadora, el tanque o cualquier tubería.

- Detener la unidad de refrigeración de leche antes de llevar a cabo las operaciones de limpieza manuales, bombear fuera la leche y efectuar cualquier manipulación dentro del tanque.
- No introducir ningún objeto en los orificios de inspección mientras el motor del agitador esté funcionando.
- La mezcla de aceite y refrigerante resulta inflamable. Antes de desellar el sistema, debe eliminarse todo el refrigerante. Evitar trabajar con llamas cerca cuando el refrigerante se encuentre en el sistema de refrigeración.

6.11. Lavado.

- No mezcle nunca detergentes ácidos y alcalinos. Ello puede producir reacciones químicas de las que podrían emanar gases peligrosos.
- No limpiar nunca el equipo con un limpiador de alta presión, ni otro tipo de dispositivo con agua a chorro. El equipo es muy sensible y puede sufrir daños irreparables debidos a la alta presión.
- No utilice nunca disolventes, detergentes, disoluciones o alcohol en ninguna parte del equipo. Su inobservancia puede causar daños o deteriorar definitivamente el equipo.

6.12. Compresor.

- No tocar el compresor hasta que no se haya enfriado. Asegurarse de que los demás materiales en la proximidad del compresor no entran en contacto con éste.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones.

- Se diseñó y construyó un equipo de refrigeración de leche cruda para ser empleado en la producción lechera, al cual le fueron realizadas las pruebas de funcionamiento (operabilidad) y puesta a punto, lográndose resultados satisfactorios en generación y conservación de frío.
- Para la construcción del equipo se utilizó procedimientos constructivos, materiales de acero inoxidable tipo AISI 304 y procedimientos de soldadura con electrodo de tungsteno y gas (GTAW).
- Para el presente trabajo se realizó un manual de operación y mantenimiento para cada uno de los componentes más importantes del equipo, de tal manera que se permita salvaguardar la integridad física de las personas encargadas de la operación y a la vez permita mantener la vida útil del equipo
- El producto de este trabajo de grado se presenta a la comunidad en general, como un aporte a la búsqueda de soluciones a los bajos estándares de calidad láctea, sustentada ésta en el número de microorganismos presentes en las leches producidas; lo que directamente incide en la salud de los consumidores.
- Con la utilización del equipo de refrigeración se logra reducir la temperatura en 120 minutos y conservar la leche durante 72 horas.

7.2. Recomendaciones.

- El mantenimiento del equipo debe ser realizado únicamente por una persona capacitada del departamento de mantenimiento de la planta agroindustrial.
- Leer el manual de operación y mantenimiento del equipo antes de proceder a realizar algún tipo de manipulación, ya que el mismo contiene elementos móviles que pueden causar daño a la integridad física de las personas.
- Limpiar cada 15 días las entradas de leche y las aberturas de inspección utilizando un cepillo para eliminar todos los residuos lácteos y la suciedad.
- Se recomienda bajo ninguna circunstancia utilizar disolventes, detergentes, disoluciones o alcohol en ninguna parte del equipo. Su inobservancia puede causar daños o deteriorar definitivamente el equipo.
- No limpiar nunca el equipo con un limpiador de alta presión, ni otro tipo de dispositivo con agua a chorro. El equipo es muy sensible y puede sufrir daños irreparables debidos a la alta presión.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMIOT, Jean. 1991. *Ciencia y tecnología de la leche*. Zaragoza: Editorial Acribia.
2. COUSIN, M.A. 1982. *Presence and activity of psychotropic microorganisms in milk and dairy products: a review Journal of Food Protection*. Norway: Department of Food Science, Agricultural University of Norway.
3. Catalogo Acero inoxidable AISI 304, Suministros Técnicos S.A.
4. Catalogo manorreductores R-S ,Sew Eurodrive,2008
5. Budynas, R. G. (2008). *Shigley's Mechanical Engineering Design (8va ed.)*. Estados Unidos de América, McGRAW-HILL.
6. Diseño en Ing Mecanica.Shigley 8va Edición.
7. FAO (eds) 1983. *Los sabores anormales en la leche fresca y reconstituida*. Roma: FAO.
8. GERE M JAMES. *Mecánica de Materiales*,2006, Cengage Learning Editores.
9. Hayes, G. (1987). *Manual de datos para ingeniería de los alimentos (1ra ed.)*.España, Acribia.
10. HAYES, P.R. 1993. *Microbiología e higiene de los alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
11. I.C.M.S.F. (International Commission on Microbiological Specifications for Foods) 2001. *Microorganismos de los alimentos. Ecología microbiana de los productos alimenticios*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
12. KERN, Donald Q. 1999. *Procesos de transferencia de calor*. 31 ed. México: Compañía Editorial Continental, S.A.
13. MEERS, R.R., Baker, J., Bodyfelt, F.W. and Griffiths, M.W. 1991. *Psychrotrophic Bacillus spp in fluid milk products: a review. Journal of food protection*. Belthoven: National Institute of Public Health and Environmental Protection.
14. MUIR, D.D. (1996 a). The shelf life of dairy products. *Factors influencing raw milk and fresh products*. Scotland: Journal of the society of dairy tecnology.
15. MUIR, D.D. (1996 b). The shelf life of dairy products. *Raw milk and fresh products*. Scotland: Journal of the society of dairy tecnology.

16. MUIR, D.D. (1996 c). The shelf life of dairy products. *factors influencing intermediate and long life dairy product*. Scotland: Journal of the society of dairy technology.
17. MOTT ROBERT, “Diseño de elementos de maquinas”, Segunda Edición, México 1989, Editorial Prenticehall Hispanoamerica.
18. Norma INEN 007 (1983). Código de Práctica para la Instalación y Servicio de Tanques Refrigerados para Leche. (5ª ed.). Quito – Ecuador.
19. Manual de soldadura GTAW C TIG Escrito por Larry Jeffus.
20. Norma INEN 9: (2012). Leche cruda. Requisitos. (5ª ed.). Quito – Ecuador.
21. Norway: Department of Food Science, Agricultural University of Norway.
22. Rodriguez, M. P., Vera, D. W (2014). “Diseño y construcción de un tanque de 800 litros de capacidad con sistema automático de refrigeración para almacenamiento de leche cruda en la hacienda la alborada ubicada en la provincia del carchi”. Tesis de grado para la obtención del título de ingeniero mecatrónico, Sangolquí.
23. SORHAUG, T. & Stepaniak, L. 1997. *Psychrotrophs and their enaymes in milk and dairy products: Quality aspects trenes in food sciencie and tecnology*.
24. SPEER, Edgar. 1991. Lactología industrial. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
25. SUHREN, G. 1988. *Producer microorganisms*. in *Enzymes of Psychrotrophs in raw Food*. Elsevier Applied Science New York: editorial R.C. Mekeller, WALSTRA, Pieter. 2001.
26. SHIGLEY JOSEPH. Diseño en Ingeniería Mecanica. Editorial Mc Graw-Hill, 2da Edición, Mexico,1998.
27. Transferencia de calor de J.P. Holman. Decima reimpresión, México 1999.Publicada por:MC GRAW HILL BOOK COMPANY,
28. INC. OMc Graw Hill Book. Company,Inc.

LINKOGRAFIA

29. Carrión A. (2011). *Mantenimiento Industrial*. Consultado el 10 de agosto del 2014, de <http://www.monografias.com/trabajo15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>.
30. Proceso de soldadura. Consultado 15 de Septiembre del 2014 de <http://www.soldadoras.com/soldadora-miller-syncrowave-210.html>.
31. Soldadura GTAW Consultado 21 de Octubre del 2014 de <http://soldaduracongasyarcodetungsteno.blogspot.com/>
32. Soldadura Miler Consultado 5 de Diciembre del 2014 de <http://www.soldadoras.com/soldadora-miller-syncrowave-210.html>
33. Sistemas de refrigeración Consultado el 10 de febrero del 2015 de <http://www.monografias.com/trabajos20/de/refrigeracion/ENFRIAMIENTO%20DE%20LA%20LECHE%20%20%20AGROPECUARIOS.htm>
34. Tipos de tanques Consultado 14 de Enero del 2015 <http://www.tecnilacwillgo.com/tanques.htm>.

ANEXOS

ANEXO A

Requisitos específicos

- *Requisitos organolépticos* (ver nota 1)
- *Color*. Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.
- *Olor*. Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.
- *Aspecto*. Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.
- *Requisitos físicos y químicos*.
- La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C A 20 °C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa) ⁴	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	*
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasterización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultrapasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes ¹⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes ²⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes ³⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS ⁵⁾	ug/l	----	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del codex ⁶⁾

* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.

** °C= °H · f, donde f= 0,9656

*** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento

1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.

2) Neutralizantes: orina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.

3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.

4) "Fracción de masa de B. W.B: Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "% (m/m)" no deberá usarse".

5) Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.

6) Establecidos por el comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos

NOTA 1. Se podrán presentar variaciones en estas características, en función de la raza, estación climática o alimentación, pero estas no deben afectar significativamente las características sensoriales indicadas.

ANEXO B

COMPOSICIÓN QUÍMICA RECOMENDADA PARA ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO EXTRUIDO

COMPONENTE	CONTENIDO EN PORCENTAJE (%)					
	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4	GRADO 5	GRADO 6
Carbono	0,06 max	0,08 max	0,08	0,08	0,07	0,08
Silicio	0,2 - 1,0	0,2 - 1,0	0,2 - 1,0	0,2 - 1,0	0,2 - 1,0	0,2 - 0,8
Manganeso	0,5 - 2,0	0,5 - 2,0	0,5 - 2,0	0,5 - 2,0	0,5 - 2,0	1,0 - 2,0
Níquel	8,0 - 11,0	9,0 - 11,0	8,0 - 11,0	10 - 13	10 - 13	11-14
Cromo	18 - 20	18 - 20	17-19	17 - 19	16,5 -18,5	16,5-18,5
Molibdeno	---	---	---	--	2,25 - 3,0	2,5 - 3,0
Fósforo (max)	0,040					
Azufre (max)	0,035	0,5	0,035	0,030	0,035	0,030
Titanio	---	---	0,70 máx 5 x contenido de carbono - mínimo		---	---

ANEXO C

Table A-22

Results of Tensile Tests of Some Metals* Source: J. Danks, "Solid Materials," chap. 32 in Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke, and Thomas H. Brown, Jr. (eds-in-chief), *Standard Handbook of Machine Design*, 3rd ed., McGraw-Hill, New York, 2004, pp. 32.49–32.52.

Number	Material	Condition	Strength (Tensile)					
			Yield S_y MPa (kpsi)	Ultimate S_u MPa (kpsi)	Fracture, σ_b MPa (kpsi)	Coefficient n or MPa (kpsi)	Strain Strength, Exponent, m	Fracture Strain, ϵ_f
1018	Steel	Annealed	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) ^f	620 (90.0)	0.25	1.05
1144	Steel	Annealed	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) ^f	992 (144)	0.14	0.49
1212	Steel	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) ^f	758 (110)	0.24	0.85
1045	Steel	Q&T 600°F	1520 (220)	1580 (230)	2380 (345)	1880 (273) ^f	0.041	0.81
4142	Steel	Q&T 600°F	1720 (250)	1930 (280)	2340 (340)	1760 (255) ^f	0.048	0.43
303	Stainless steel	Annealed	241 (35.0)	601 (87.3)	1520 (221) ^f	1410 (205)	0.51	1.16
304	Stainless steel	Annealed	276 (40.0)	568 (82.4)	1600 (233) ^f	1270 (185)	0.45	1.67
2011	Aluminum alloy	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) ^f	620 (90)	0.28	0.10
2024	Aluminum alloy	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) ^f	689 (100)	0.15	0.18
7075	Aluminum alloy	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) ^f	882 (128)	0.13	0.18

*Values in tensile test reports are believed to be accurate using proper test specifications. The fracture strain may vary as much as 100 percent from the values.

ANEXO D

76 MANUAL DE DATOS PARA INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS

3.4.2 Densidad y viscosidad de disoluciones acuosas

Producto	Concentración %	Temp. °C	Densidad kg/m ³	Viscosidad Ns/m ² × 10 ³
Acido acético	-	20	1050	1.2
Cloruro cálcico	24	-23	1238	12.5
	25	0	-	4.55
	25	20	-	2.4
	25	40	-	1.28
	25	60	-	0.72
Cloruro sódico	22	2	1240	2.7
	22	0	1190	6.1
Sacarosa	20	20	1070	1.92
	20	80	-	0.59
	60	20	-	60.2
	60	80	-	5.4
	60	95	-	3.7
Acido sulfúrico	-	20	1830	25.0

3.4.3 Densidad y viscosidad de la leche y de la nata

Producto	Concentración %	Temp. °C	Densidad kg/m ³	Viscosidad Ns/m ² × 10 ³
Leche entera	-	20	1030	2.12
	-	0	1035	4.28
	-	20	1030	2.12
	-	70	1012	0.7
Leche desnatada	-	25	1040	1.4
Nata	20 % de grasa	3	1010	6.2
	30 % de grasa	3	1000	13.8

ANEXO E

Plan de Desarrollo
Santo Domingo 2025

2.4 Principales características del Cantón

2.4.1 Sistema ecológico ambiental

Por su clima y topografía esta zona del país es rica en recursos naturales: suelos con una peculiar capacidad productiva, variadas fuentes de agua y una importante riqueza forestal. Sin embargo, las condiciones de estos recursos presentan algunos problemas que han ocasionado la pérdida de este capital natural, como consecuencia de la expansión en la ocupación del territorio y la débil capacidad de manejo.

Debido a los procesos de intervención humana en zonas rurales, existe una fragmentación de los bosques naturales, que cada vez más aislados presentan graves amenazas de extinción de ecosistemas locales. La pérdida de cobertura vegetal significa una grave condición de deterioro de sus funciones básicas, como son la provisión de agua y la purificación del aire.

Por otro lado, la sobreocupación del suelo por la expansión urbana sin una adecuada planificación y por la presencia de monocultivos extensivos en las zonas rurales, está ocasionando la pérdida del potencial productivo y la desestructuración del territorio. Por su parte, el recurso agua está siendo intensamente degradado por las descargas industriales y domésticas, producto del deficiente manejo de los sistemas de evacuación que contaminan ríos, vertientes y aguas subterráneas.

2.4.1.1 Clima

Su condición subtropical, a una altitud media de 656 msnm, hace que el Cantón Santo Domingo goce de una temperatura promedio de 23°C. Constituye una de las zonas de mayor pluviosidad del país, con una precipitación anual promedio de 3.150 mm, una media de 287 días de lluvia y una humedad media mensual del 90%. En las diferentes zonas se presentan también los siguientes microclimas: húmedo-tropical, muy húmedo subtropical, lluvioso subtropical y sub-húmedo temperado; cuyas características brindan condiciones excepcionales que han favorecido el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas; el abastecimiento de agua e hidro-energía; y las posibilidades de desarrollo de actividades turísticas.

2.4.1.2 Principales Recursos Naturales

Recurso agua

En esta zona del país se forman las cuencas de los ríos Guayas y Esmeraldas, por la confluencia de importantes subcuencas y microcuencas, con significativo potencial de aprovechamiento para la provisión de agua a las poblaciones, a los sistemas de producción agrícola y ganadera de la región, y como abastecedoras de recursos hidroeléctricos a nivel nacional. Entre las principales pueden mencionarse: las microcuencas de los ríos Toachi, Baba y Peripa; y las subcuencas de los ríos Blanco, Daule y Vincas.

ANEXO F

ACERO INOXIDABLE 304 (UNS S30400)

1. Descripción: éste es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidable de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se puede usar 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. Tiene excelente resistencia a la corrosión en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 - 860°C pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango.

2. Normas involucradas: ASTM A 276

3. Propiedades mecánicas: Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)
Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)
Elongación 30 % (en 50mm)
Reducción de área 40 %
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.8 g/cm³ (0.28 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.08 % C min
2.00 % Mn
1.00 % Si
18.0 – 20.0 % Cr
8.0 – 10.5 % Ni
0.045 % P
0.03 % S

Fuente: http://www.dipacmanta.com/alineas.php?ca_codigo=3501

ANEXO G
GAS REFRIGERANTE R22

INDURA

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
NCh 2245 Of. 2003



Edición:	Fecha:	Emi: W. Pérez	Rev.: C. Díaz / L. Díaz	Apr.: R. Keller
DA-SSO-R22HDS-00	20/08/2009			

NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

INDURA S.A.

Las Américas 585
Cod. Postal 9230117
Cerrillos, Santiago.

NUMERO DE TELEFONO

56-2-5303000

NUMERO DE TELEFONO LAS 24 HORAS, PARA EMERGENCIA

800-800 505

NOMBRE DEL PRODUCTO: Gas Refrigerante R-22

NOMBRE QUÍMICO: Clorodifluorometano

NOMBRES COMUNES / SINÓNIMOS: Refrigerante 22; Propelente 22

CLASIFICACION NU: 2.2

2. COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

INGREDIENTE	VOLUMEN %	PEL-OSHA	TLV-ACGIH	LD ₅₀ o LC ₅₀ Ruta / especie
Gas Refrigerante R-22 FORMULA: CHClF ₂ CAS: 75-45-6	100	No disponible	1000 ppm	No disponible



NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Resumen de Emergencias

Gas licuado, con leve olor a éter e incoloro. Si es inhalado en altas concentraciones puede ser fatal, debido al desplazamiento del aire. Se debe evitar el contacto con ojos, piel y ropas en general.

RUTA DE ENTRADA:

Contacto con la Piel	Absorción por la Piel	Contacto con los Ojos	Inhalación	Ingestión
Sí	No	Sí	Sí	No

EFFECTOS SOBRE LA SALUD:

Limites de Exposición No	Irritante Sí	Sensibilización No
Teratógeno No	Peligro Reproductivo No	Mutágeno No
Efectos Sinérgicos Ninguno Reportado		

EFFECTOS EN LOS OJOS:

El contacto de líquido sobre los ojos causa congelamiento.

EFFECTOS SOBRE LA PIEL:

El contacto del líquido o de la neblina sobre la piel puede causar congelación, la cual se manifiesta por palidez o enrojecimiento, pérdida de sensación e hinchazón.

EFFECTOS DE INGESTION:

No aplicable.

EFFECTOS DE INHALACION:

Este material es bajo en niveles de toxicidad a concentraciones tan altas como 4%(40000 ppm). Cuando se reducen los niveles de oxígeno en el aire a 12-14 %, se presentan síntomas de asfixia: pérdida de coordinación, aumento en el pulso cardiaco y respiración más profunda. Se han observado efectos narcóticos a niveles de 200000 ppm.

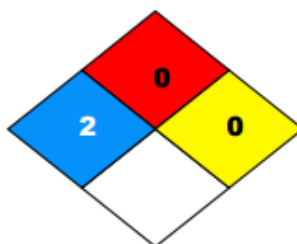
NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22

CLASIFICACIÓN DE RIESGOS DEL PRODUCTO SEGÚN NCH 1411/4

- Salud
- Inflamable
- Reactividad
- Riesgos Especiales

Riesgo

- 0** Insignificante
- 1** Ligero-Suave
- 2** Moderado-Medio
- 3** Alto-Severo
- 4** Muy Alto-Extremo



4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

OJOS:

Enjuague inmediatamente los ojos con abundante agua, por lo menos por 15 minutos. Trasladar a centro asistencial de salud.

PIEL:

Enjuague rápidamente la zona afectada con abundante agua hasta que se elimine todo el producto. Si existe evidencia de congelación, lave (tratando de no frotar demasiado su piel) con agua tibia (no caliente), en ausencia de agua cubra su piel con apósitos suaves y limpios. Traslado a centro asistencial de salud, para pronta y oportuna atención.

INGESTION:

No aplicable.

INHALACION:

LA PRONTA ATENCION MEDICA ES OBLIGATORIA EN TODOS LOS CASOS DE SOBRE-EXPOSICION. EL PERSONAL DE RESCATE DEBERIA ESTAR EQUIPADO CON EQUIPOS DE RESPIRACIÓN AUTONOMOS. Las víctimas deberían ser removidas a un área no contaminada e inhalar aire fresco. La rápida remoción del área contaminada es de la mayor importancia. Si la respiración se ha detenido, debe dárseles resucitación artificial y oxígeno suplementario. Tratamiento adicional debería ser sintomático y de apoyo.



NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22

5. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Condiciones de Inflamabilidad: Gas no inflamable		
Punto de Inflamación: No disponible	Método: No aplica	Auto-ignición No disponible
LEL(%): No aplica	UEL(%): No aplica	
Productos de combustión peligrosos: compuestos halogenados; aluros de hidrógeno; Haluros de carbonilo. Monóxido de carbono, dióxido de carbono(co2)		
Sensibilidad a impacto mecánico: ninguna		
Sensibilidad a descarga Estática: no disponible		

PELIGROS DE EXPLOSION E INCENDIOS:

El compuesto es no inflamable, por lo que se puede usar cualquier agente extintor, se recomienda elegir el mas apropiado dependiendo de los materiales que estén cerca del área y sean combustibles.

MEDIOS DE EXTINCION:

Si no hay riesgo, se debe detener la fuga cerrando la válvula. Los cilindros cercanos al fuego deben ser retirados y los que se encuentren expuestos al fuego deben ser enfriados rociándolos con agua desde un lugar seguro.

INSTRUCCIONES PARA APAGAR INCENDIOS:

Aplique medios de extinción adecuados a materiales combustibles involucrados en el fuego, evite el sobrecalentamiento de los contenedores (cilindros), por aumento de presión estos pueden colapsar.

6. MEDIDAS POR LIBERACIÓN ACCIDENTAL

En caso de un escape despejar el área afectada, evacuando hacia un lugar contrario a la dirección del viento que cubra por lo menos 100 metros a la redonda. Proteger a la gente y responder con personal entrenado. Si es posible, cerrar la válvula del cilindro para detener el escape. Si no se logra detener (o si no es posible llegar a la válvula), permitir que el gas se escape en su lugar o mover el cilindro a un sitio seguro, alejado de fuentes de ignición.

Se debe tener mucha precaución cuando mueva un cilindro de gas refrigerante con escape. Monitorear el nivel de oxígeno presente en el área con el fin de detectar posibles mezclas explosivas, teniendo en cuenta que el contenido de oxígeno debe estar por encima del 19.5%.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
NCh 2245 Of. 2003



NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA:

No peligroso.

Use sólo en áreas bien ventiladas. Las tapas de protección de válvulas deben permanecer en su lugar, a menos que el contenedor esté asegurado con una salida de válvula con cañerías al punto de uso. No arrastre, deslice o ruede cilindros. Use una carretilla adecuada para el movimiento de cilindros. Use un regulador de reducción de presión al conectar un cilindro a cañerías o sistemas de baja presión. No caliente el cilindro por ningún medio para aumentar la velocidad de descarga del producto desde el cilindro.

Proteja los cilindros del daño físico. Almacénelos en un área fría, seca, bien ventilada, de construcción no combustible, lejos de las áreas con gran tráfico y de las salidas de emergencia. No permita que la temperatura donde se encuentren almacenados los cilindros exceda los 52 °C. Los cilindros deberían almacenarse de manera vertical y asegurados firmemente, para impedir que caigan o sean golpeados. Use el sistema de inventario de "primero que entra - primero que sale" para impedir que los cilindros completos sean almacenados por excesivos períodos de tiempo.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN, PROTECCIÓN PERSONAL

LIMITES DE EXPOSICION:

INGREDIENTE	VOLUMEN %	PEL-OSHA	TLV-ACGIH	LD ₅₀ o LC ₅₀ Ruta / especie
Gas Refrigerante R-22 FORMULA: CHClF ₂ CAS: 75-45-6	100	No disponible	1000 ppm	No disponible

CONTROLES DE INGENIERIA:

Use extracción local para impedir la acumulación de concentraciones altas que puedan reducir el nivel de oxígeno en el aire a menos de 19.5.

PROTECCION A LOS OJOS/FACIAL:

Gafas o anteojos de seguridad, como sea apropiado para el trabajo.

PROTECCION A LA PIEL:

Guantes protectores hechos de látex o caucho. Guantes protectores hechos de cualquier material adecuado.



NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22

PROTECCION RESPIRATORIA:

Equipos de respiración autónoma o línea de aire comprimido para situaciones de emergencia en lugares confinados.

PROTECCION GENERAL / OTRA:

Zapatos de seguridad u otro calzado apropiado para el trabajo.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARAMETRO	VALOR	UNIDADES
Estado físico (gas, líquido, sólido)	Gas	
Presión de vapor	136.1	psia
Densidad de vapor (Aire = 1)	3.0	Kg/m ³
Punto de evaporación	No disponible	
Punto de ebullición	-40.8	°C
Punto de congelación	-160	°C
pH	No Aplicable	
Masa Molecular	86.47	g/mol
Coefficiente de partición de aceite / agua	No disponible	
Solubilidad (H ₂ O)	Insignificante	
Umbral de olor	No Aplicable	
Olor y apariencia	Gas incoloro, con leve olor a éter	

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD
ESTABILIDAD:

Estable.

MATERIALES INCOMPATIBLES:

Los oxidantes fuertes, incluyendo el oxígeno, aumentan de manera muy considerable el riesgo de incendio o explosión en caso de que las condiciones favorezcan.

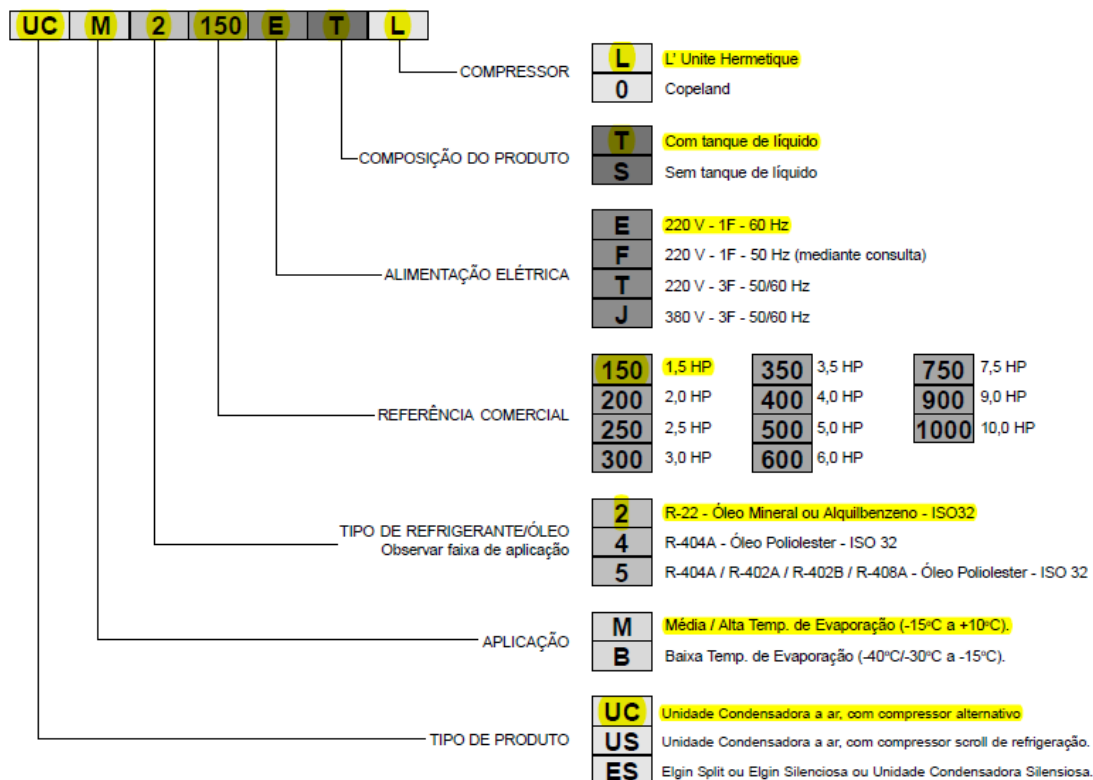
POLIMERIZACION PELIGROSA:

No aplicable

ANEXO H

MODELO UNIDAD CONDENSADORA

Modelo da Unidade Condensadora	Aplicação Temperatura de Evaporação (Pressão de Baixa)	Tipo de Compressor	Fluido Refrigerante	Temperatura de Condensação (Pressão de Alta)	Tipo de Óleo Lubrificante
UCM/ESM	Média Temperatura +10°C até -15°C (84 psig ~ 28 psig)	Alternativo (Hermético)	R-22	Máxima: +65°C (380 psig)	Mineral ou Alquilbenzeno ISO 32
UCB/ESB	Baixa Temperatura -15°C até -30°C (35 psig ~ 15 psig)	Alternativo (Hermético)	R-404A HP-81 R-402B R-408A	Máxima: +65°C (380 psig)	Polyol Ester ISO 32
USM	Média Temperatura +10°C até -15°C (84 psig ~ 28 psig)	Scroll	R-22	Máxima: +65°C (380 psig)	Mineral ou Alquilbenzeno ISO 32
USB	Baixa Temperatura -15°C até -40°C (28 psig ~ 1 psig)	Scroll	R-22	Máxima: +65°C (380 psig)	Mineral ou Alquilbenzeno ISO 32



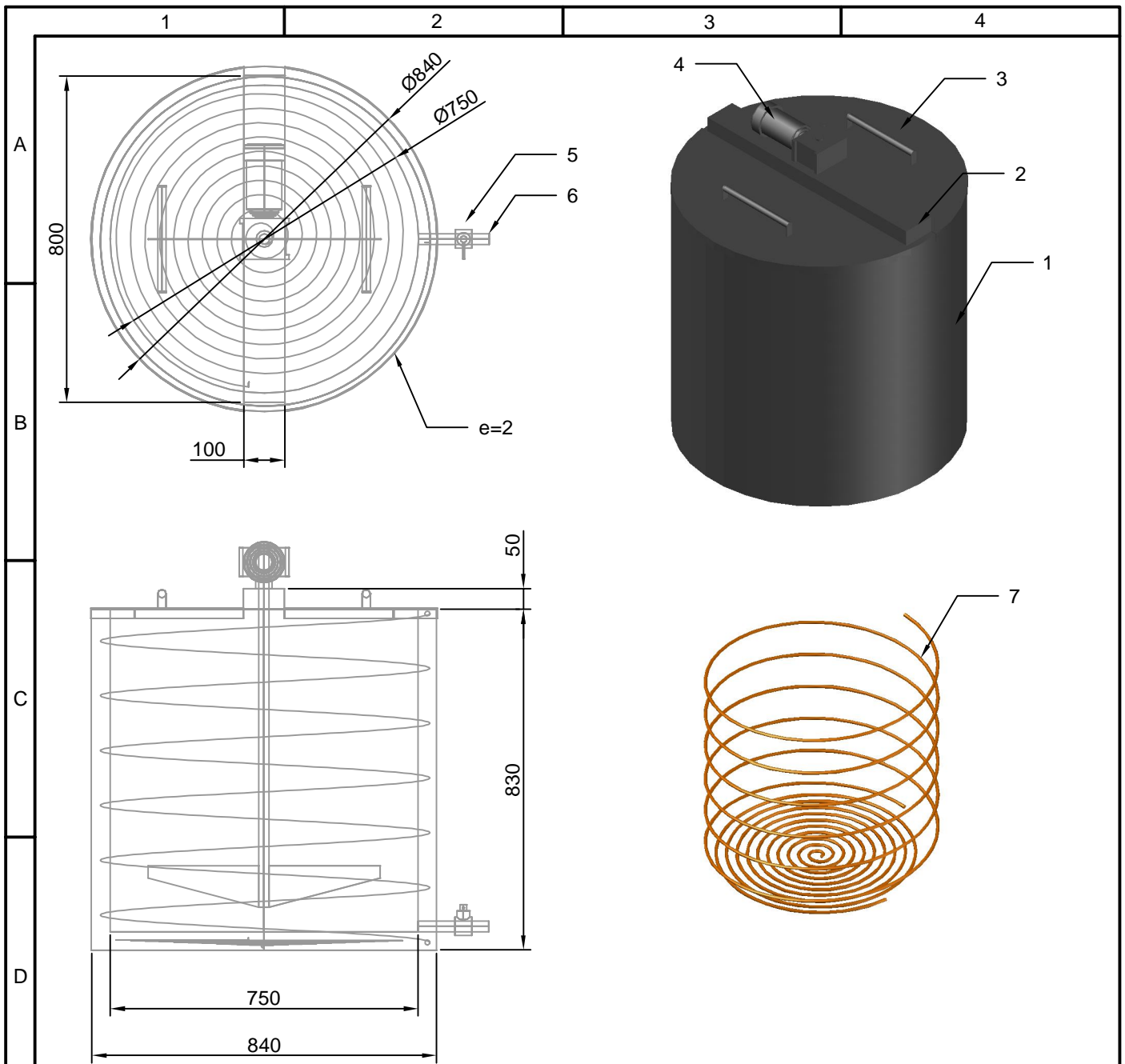
ANEXO I

DIÁMETRO DE TUBERÍA

DIÁMETRO RECOMENDADO PARA CONDENSADORES REMOTOS										
Capacidade Frigorífica		Comprimento Equivalente (m)	R-12 / R-134a		R-22		R-502		R-507 / R-404A	
BTU/h	Kcal/h		Linha de Descarga	Linha de Líquido Condensador até o Tanque	Linha de Descarga	Linha de Líquido Condensador até o Tanque	Linha de Descarga	Linha de Líquido Condensador até o Tanque	Linha de Descarga	Linha de Líquido Condensador até o Tanque
3000	756	15	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
		30	1/2	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
6000	1512	15	1/2	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	3/8
		30	1/2	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8
9000	2268	15	5/8	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8
		30	5/8	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8	5/8	3/8
12000	3024	15	5/8	1/2	1/2	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8
		30	7/8	1/2	5/8	3/8	5/8	3/8	5/8	3/8
18000	4536	15	7/8	1/2	1/2	3/8	5/8	1/2	5/8	1/2
		30	7/8	1/2	5/8	3/8	5/8	1/2	5/8	1/2
24000	6048	15	7/8	5/8	5/8	1/2	5/8	5/8	7/8	5/8
		30	7/8	5/8	5/8	1/2	7/8	5/8	7/8	5/8
36000	9072	15	7/8	5/8	5/8	5/8	7/8	5/8	7/8	5/8
		30	1 1/8	5/8	7/8	5/8	7/8	5/8	7/8	5/8
48000	12096	15	1 1/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8
		30	1 1/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8
60000	15120	15	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8
		30	1 3/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	1 1/8	7/8

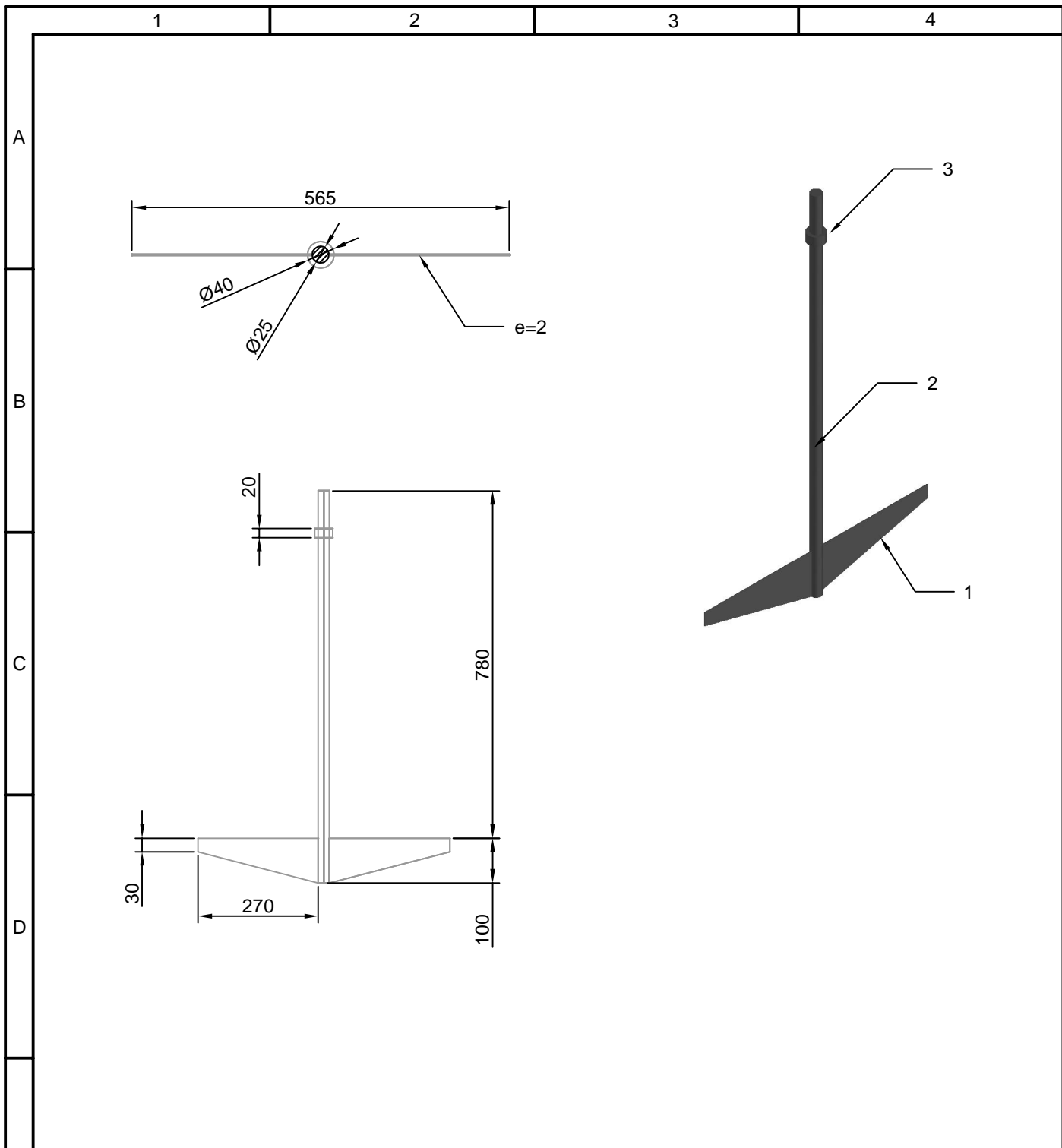
Comprimento Equivalente de Conexões de Cobre						
Diâmetro do tubo de cobre (pol.)	Comprimento Equivalente (m)					
	Curva 90°	Curva 45°	Válvula Globo e Solenóide	Válvula em ângulo	(T) para Ramificação	(T) para Bifurcação
3/8	0,3	0,2	2,2	1,7	0,7	0,9
1/2	0,4	0,2	3,3	2,1	0,8	1,1
5/8	0,5	0,2	4,8	2,7	1,0	1,4
3/4	0,6	0,3	5,7	3,2	1,1	1,7
7/8	0,7	0,3	6,7	3,8	1,3	2,0
1 1/8	0,9	0,4	8,6	4,9	1,7	2,6
1 3/8	1,1	0,5	10,5	5,9	2,1	3,1
1 5/8	1,3	0,6	12,4	7,0	2,5	3,7
2 1/8	1,7	0,8	16,2	9,2	3,2	4,9
2 5/8	2,1	1,0	20,0	11,3	4,0	6,0
3 1/8	2,5	1,2	23,8	13,5	4,8	7,1
3 5/8	2,9	1,4	27,6	15,7	5,5	8,3

PLANOS



7	1	Cañería de cobre 3/8" refrigeración para tanque
6	1	Neplo sanitario 1 1/2" x 100 inox 304
5	1	Válvula sanitaria 1 1/2" de inox 304
4	1	Motoreductor eléctrico monofásico 110/220V 1/4hp i=60
3	2	Tapa del tanque enfriador
2	1	Base soporte para motoreductor
1	1	Tanque enfriador inox Ansi 304
Nº	CANT	DESCRIPCION DE EQUIPOS

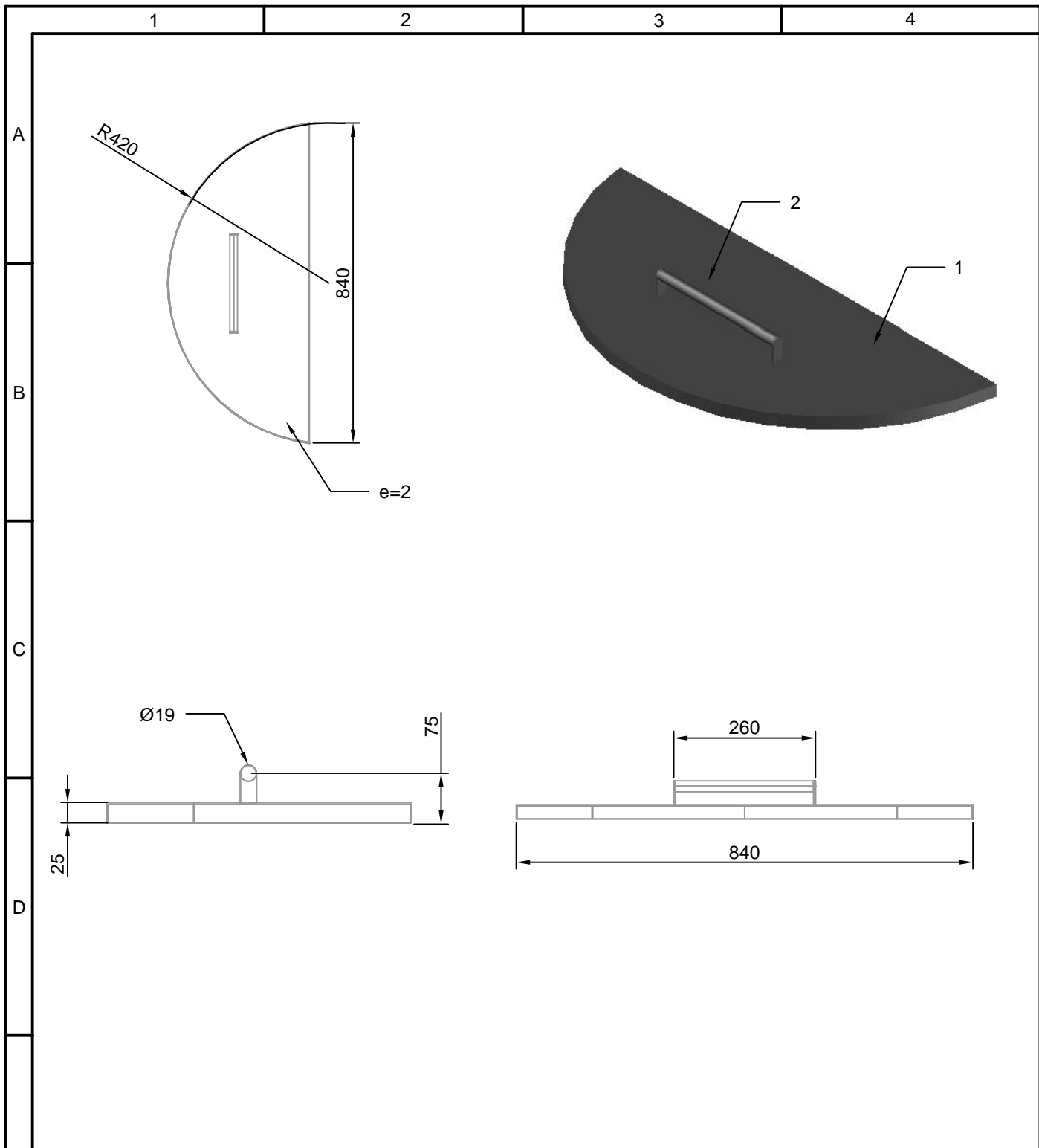
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±0.05		ENFRIADOR DE LECHE		
				FECHA	NOMBRE	DENOMINACION:		
				DISEÑO	2015-05	CRISTIAN CHANG	Tanque enfriador	
				DIBUJO	2015-05	CRISTIAN CHANG		
				REVISO	2015-05	Ing. ZAPATA H		
				UTE		N.º DE DIBUJO	ELT-01	
				ING. ELECTROMECHANICA		SUSTITUCION:		
EDICION	MODIFICACION	FECHA	NOMBRE					ESCALA:
								1:8
								REGISTRO:



Nº	CANT	DESCRIPCION DE EQUIPOS
3	1	Bocin del eje Ansi 304
2	1	Eje agitador Ansi 304
1	2	Agitador Ansi 304

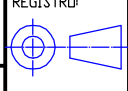
TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
±0.05				ENFRIADOR DE LECHE	
FECHA		NOMBRE		DENOMINACION:	
DISEÑO 2015-05		CRISTIAN CHANG		Agitador	
DIBUJO 2015-05		CRISTIAN CHANG			
REVISO 2015-05		Ing. ZAPATA H			
UTE		N.º DE DIBUJO		ELT-01-1	
ING. ELECTROMECHANICA		SUSTITUCION:		REGISTRO:	
EDICION	MODIFICACION	FECHA	NOMBRE		

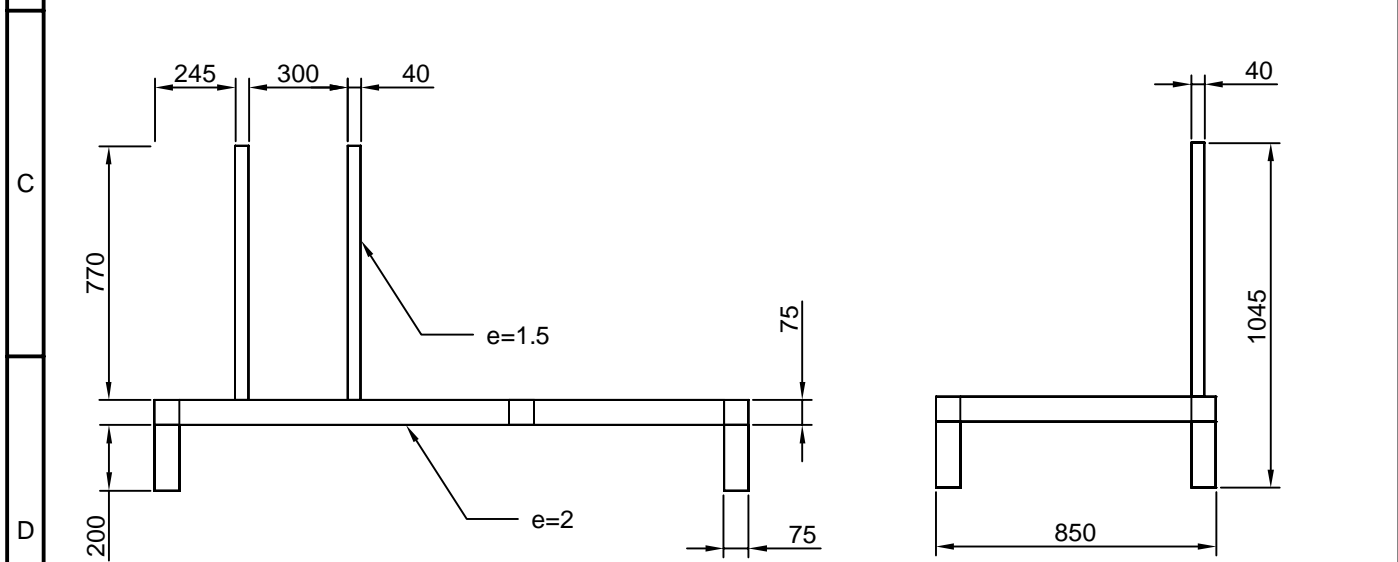
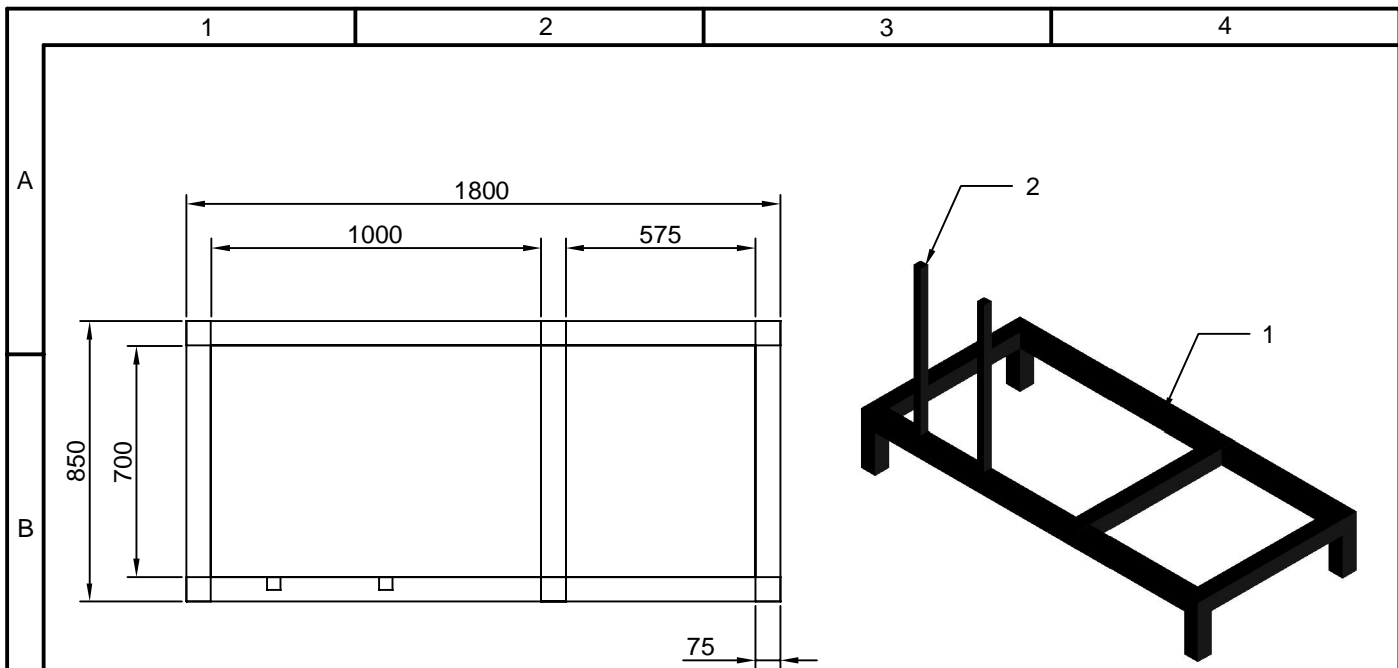
ESCALA:
1:10



2	2	Soporte de la tapa tubo 1/2" inox 304
1	2	Tapa del tanque enfriador inox Ansi 304
Nº	CANT	DESCRIPCION DE EQUIPOS

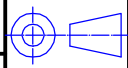
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±0.05		ENFRIADOR DE LECHE		
				FECHA	NOMBRE	DENOMINACION:		
				DISEÑO	2015-05	CRISTIAN CHANG	Tapa del tanque enfriador	
				DIBUJO	2015-05	CRISTIAN CHANG		
				REVISO	2015-05	Ing. ZAPATA H		
				UTE		N.º DE DIBUJO	ELT-01-2	
				ING. ELECTROMECHANICA		SUSTITUCION:	REGISTRO:	
EDICION	MODIFICACION	FECHA	NOMBRE					

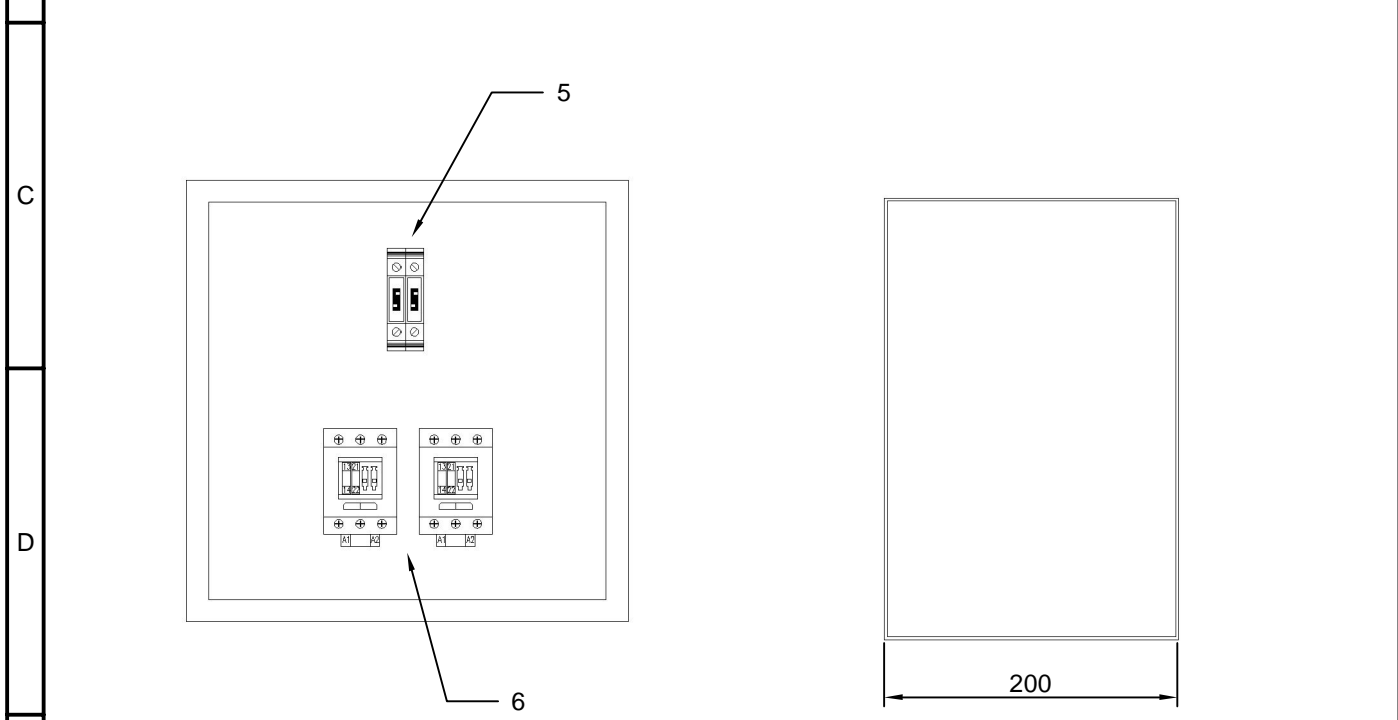
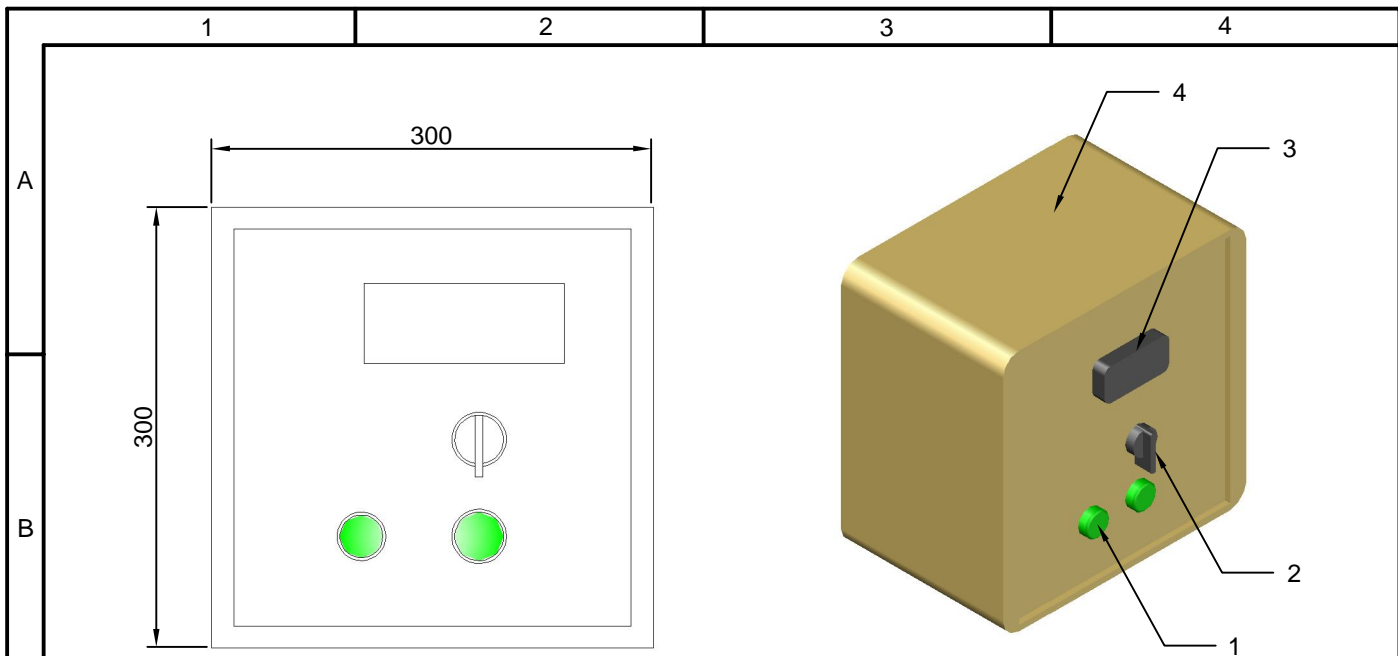




2	2	Base estructura para tablero eléctrico 40x40x1.5
1	1	Base estructura para enfriador leche 75x75x2
Nº	CANT	DESCRIPCION DE EQUIPOS

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±0.05		ENFRIADOR DE LECHE		
				FECHA	NOMBRE	DENOMINACION:		
				DISEÑO	2015-05	CRISTIAN CHANG	Base estructura	
				DIBUJO	2015-05	CRISTIAN CHANG		
				REVISO	2015-05	Ing. ZAPATA H		
				UTE		N.º DE DIBUJO	ELT-02	
				ING. ELECTROMECHANICA		SUSTITUCION:	REGISTRO:	
EDICION	MODIFICACION	FECHA	NOMBRE					

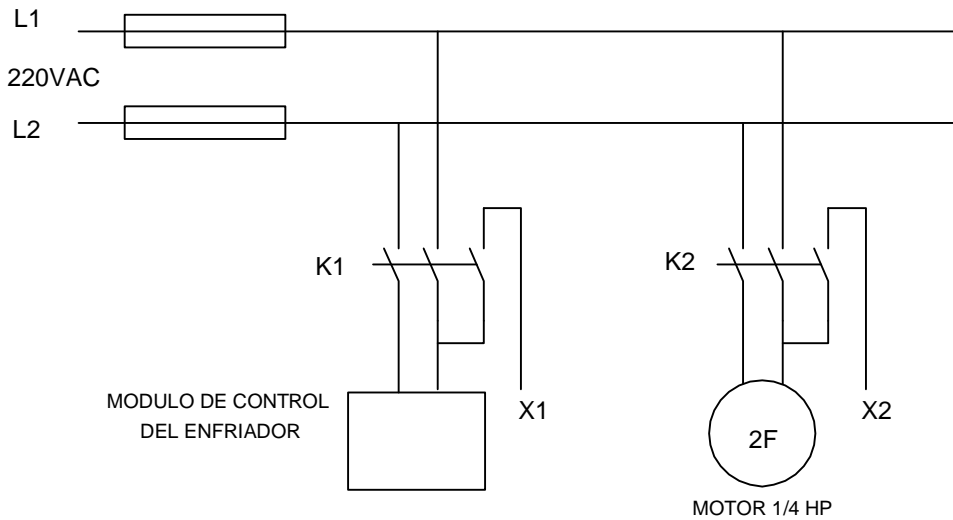
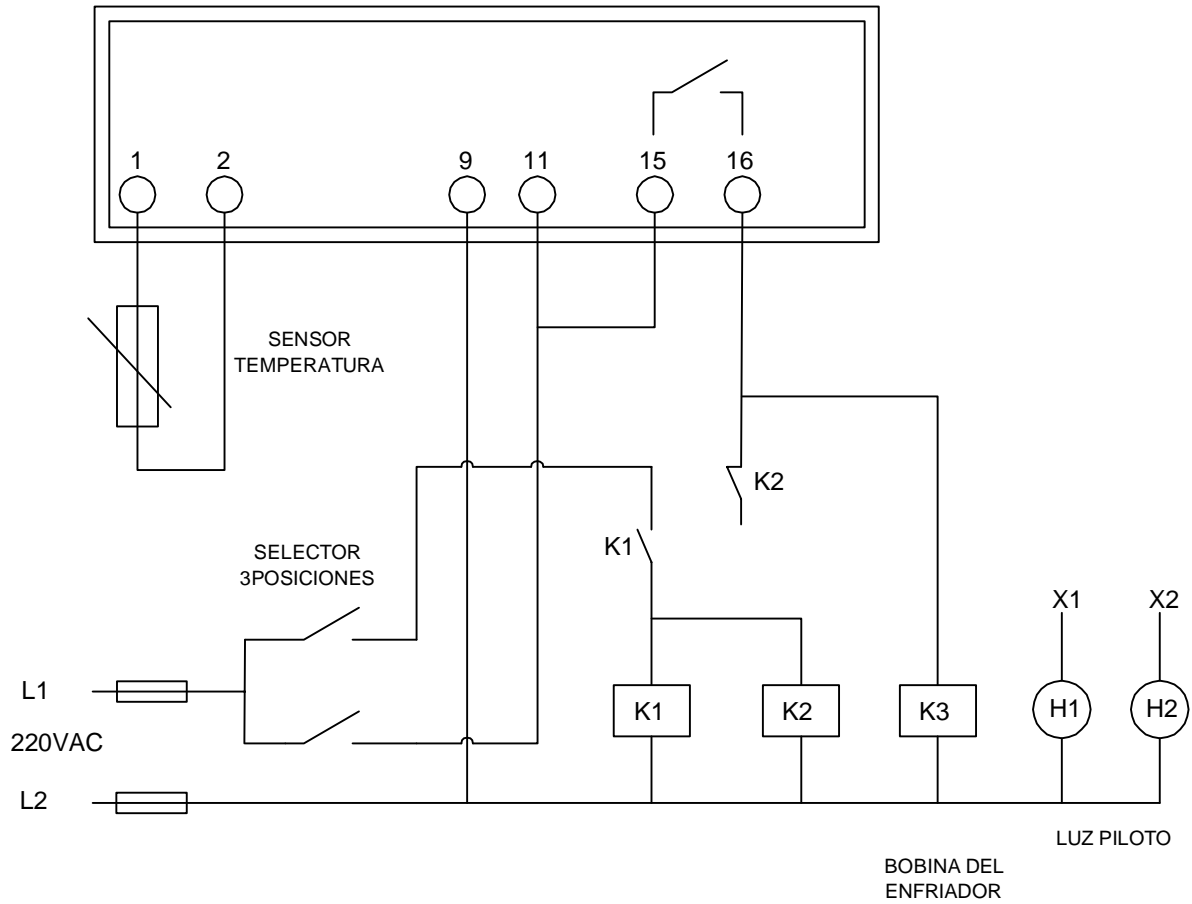




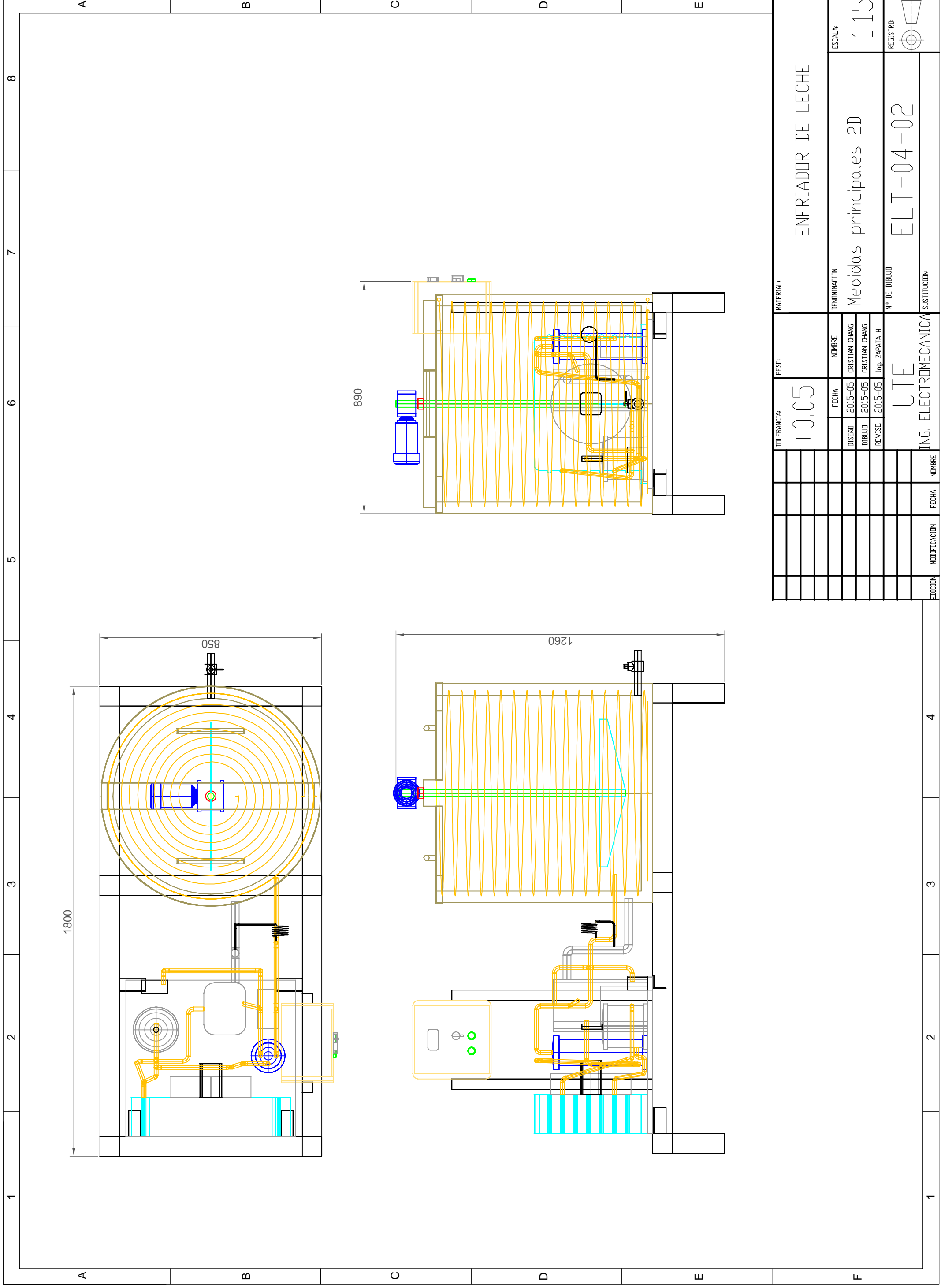
E	6	2	Contactores 220v
	5	1	Breaker principal 50amp
	4	1	Tablero eléctrico 300x300x200
	3	1	Modulo de control para sistema enfriador
	2	1	Selector de tres posiciones
	1	2	Luz piloto 220v color verde
	Nº	CANT	DESCRIPCION DE EQUIPOS

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±0.05		ENFRIADOR DE LECHE	
				FECHA	NOMBRE	DENOMINACION:	ESCALA:
				DISEÑO 2015-05	CRISTIAN CHANG	Tablero eléctrico	1:10
				DIBUJO 2015-05	CRISTIAN CHANG		
				REVISO. 2015-05	Ing. ZAPATA H		
				UTE		N.º DE DIBUJO	REGISTRO:
				ING. ELECTROMECHANICA		ELT-03	
EDICION	MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	SUSTITUCION:			

MODULO DE CONTROL DEL ENFRIADOR MT 512E 2HP/12



				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±0.05		ENFRIADOR DE LECHE	
				FECHA	NOMBRE	DENOMINACION:	
				DISEÑO 2015-05	CRISTIAN CHANG	Circuito de control y fuerza	
				DIBUJO 2015-05	CRISTIAN CHANG	ESCALA:	
				REVISO 2015-05	Ing. ZAPATA H	1:10	
				UTE		N.º DE DIBUJO	REGISTRO:
				ING. ELECTROMECAICA		ELT-03-1	
EDICION	MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	SUSTITUCION:			



TOLERANCIA:		PESD:		MATERIAL:	
±0,05				ENFRIADOR DE LECHE	
DISEÑO	2015-05	FECHA	NOMBRE	DENOMINACION:	
DIBUJO	2015-05	2015-05	CRISTIAN CHANG	Medidas principales 2D	
REVISOR	2015-05	2015-05	CRISTIAN CHANG	Nº DE DIBUJO	
			Ing. ZAPATA H	ELT-04-02	
EDICION			SUSTITUCION		
MODIFICACION			NOMBRE		
FECHA			NOMBRE		
ING. ELECTROMECANICA			UTE		
			REGISTRO:		
			1:15		
			ESCALA:		

1	2	3	4
---	---	---	---