



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

ESCUELA DE INGENIERIA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**“SISTEMA DE LAVADO AUTOMÁTICO DEL TANQUE ENFRIADOR
DE LECHE PARA MICROEMPRESAS DE ALMACENAMIENTO DE
LECHE”**

Autor:

ANRANGO TUQUERREZ EDWIN PATRICIO

Director:

ING. WASHINGTON MOSQUERA

**Ibarra - Ecuador
2018**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del Proyecto Repositorio Digital Institucional determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual se pone a disposición la siguiente información:

DATOS DEL AUTOR	
CEDULA DE IDENTIDAD	100404539-7
APELLIDOS Y NOMBRES	Anrango Túquerrez Edwin Patricio
DIRECCIÓN	La Esperanza - Comunidad El Abra
E-MAIL	epanrango@utn.edu.ec
TELÉFONO MÓVIL	0990347074
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“Sistema de lavado automático del tanque enfriador de leche para microempresas de almacenamiento de leche”
AUTOR	ANRANGO TUQUERREZ EDWIN PATRICIO
FECHA	
PROGRAMA	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MECATRÓNICA
ASESOR	Ing. Washington Mosquera



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

iii

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Edwin Patricio Anrango Túquerrez, con cédula de identidad Nro. 100404539-7, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la "Universidad Técnica del Norte" la publicación de la obra en el repositorio digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original, y que es titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.


Edwin Patricio Anrango Túquerrez
C.I. 100404539-7

Ibarra, 10 de abril de 2018



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS


iv

DECLARACIÓN:

Yo, Edwin Patricio Anrango Túquerrez, con cedula de identidad Nro. 100404539-7, declaro bajo juramento que: el trabajo descrito es de mi autoría; y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la "Universidad Técnica del Norte", según lo establecido por las Leyes de la Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normativa vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 10 de abril de 2018


Edwin Patricio Anrango Túquerrez
C.I. 100404539-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Edwin Patricio Anrango Túquerrez con cédula de identidad N° 100404539-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la “Universidad Técnica del Norte” los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5,6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado; **“SISTEMA DE LAVADO AUTOMÁTICO DEL TANQUE ENFRIADOR DE LECHE PARA MICROEMPRESAS DE ALMACENAMIENTO DE LECHE”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 10 de abril de 2018

Edwin Patricio Anrango Túquerrez
C.I. 100404539-7



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICO

Que la tesis previa obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica con el tema: **“SISTEMA DE LAVADO AUTOMÁTICO DEL TANQUE ENFRIADOR DE LECHE PARA MICROEMPRESAS DE ALMACENAMIENTO DE LECHE”**, ha sido desarrollado y terminado en su totalidad por el Sr. Edwin Patricio Anrango Túquerrez, con cedula de identidad 100404539-7, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.


Ing. Washington Mosquera
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero que nada a Dios, por darme fuerzas, salud y bendición para poder terminar el trabajo, a mi madre que siempre estaba pendiente de mi estudio por brindarme todo su apoyo incondicional, a mis hermanos en especial a Luis Franklin Anrango e esposa por ayudar a cumplir mi meta, y mis amigos que me ayudaron a salir adelante con sus palabras de aliento.



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este trabajo le dedico a toda mi familia, a mis hermanos, a mi mamá, a mis abuelitos, a mi papá que donde quiera que esté siempre ha estado conmigo y a una persona muy especial que forma parte de mi vida. Todos ellos con su apoyo incondicional me han ayudado a salir adelante y poder culminar mis estudios.

A la universidad por formarme un profesional crítico, humanístico con responsabilidad social y poder sacar mi título profesional; a mi tutor quien compartió sus conocimientos.

RESUMEN

Los tanques enfriadores de leche deben limpiarse y desinfectarse después de cada desalojo; el lavado de los tanques en las microempresas se ejecuta manualmente, el trabajador ingresa a realizar la limpieza con cepillos y detergentes. Con el objeto de automatizar el proceso se diseñó e implementa un sistema automático de lavado del tanque enfriador en la Asociación San Francisco del Abra, un centro de acopio de la leche.

En el capítulo 1 se describe la limpieza del tanque, procedimientos de lavado, las etapas, los parámetros, los elementos y equipos del sistema, con base a esta información se determinó la capacidad del tanque, el caudal y la etapa de dosificación.

Se diseñó el tanque de almacenamiento para agua caliente con la finalidad de abastecer el caudal suficiente para la circulación de agua. Se hace un precalentamiento con el calefón y luego aumentar la temperatura del agua a un rango deseada.

En el capítulo 2 se detalla la metodología utilizada según los requerimientos del sistema. Para el diseño de todas las etapas se toman en cuenta los parámetros como: temperatura, velocidad, concentración de los líquidos y el tiempo.

Se realizó el diseño del sistema de control, por medio de un diagrama de flujo, con la programación en Ladder y la simulación online en tiempo real de todas las etapas. De acuerdo a esto se hizo el diseño del tablero de control.

En el capítulo 3 se tiene un análisis de costos del proyecto. Los resultados y pruebas de funcionamiento de las etapas se detallan en el capítulo 4. La implementación del sistema de lavado automático ayuda en la limpieza del tanque, aumentando la seguridad del trabajador y siguiendo una norma de limpieza.

Este sistema se implementó de acuerdo a los parámetros descritos en el apartado 1.6 y la metodología utilizada en el capítulo 2.

Finalmente, el sistema consta de 5 etapas de limpieza las cuales son: etapa de pre enjuague, etapa con solución alcalina, etapa de enjuague intermedio, etapa con solución ácida y etapa de enjuague final cumpliendo con los requerimientos y necesidades establecidas.

ABSTRACT

The cooler milk tanks need to be cleaned and disinfected every time when they are empty. This process has been doing it manually. The worker gets in to and cleans every tanks. To automatized the process, in the San Francisco Abra Association we designed and implemented an automatized system, because this is collecting milk place.

In the first chapter we describe all the procedures as cleaning, stages, preheating the water, elements and equipment. With this information we designed the capacity of the tanks, the range of the water and the doses.

This tank was designed to use hot water in order to have enough water storage, and it has continually water cleaning it. In this stage we can see how much water we'll need it, and how fluent it is.

In chapter 2 the methodology is describe to be used during the process. In this part of the have certainly steps to follow as temperature, speed, liquid concentration and time.

I made the design the control system, with the flow diagram, with the Ladder, with a real time simulation in all the steps. Same as the designed in the control table.

In the 3 chapter we saw the costs of the project, the results, are well describe it in the chapter 4. The implementation of the cleaning system will help, to avoid the workers risks, following the rules of cleaning security.

These parameters are well described in 1.6 from the Chapter 2. Finally this system uses 5 levels they are level of alkaline solution, level of intermediate wash, level of sour solution, and final wash, fulfilling the requirements and establish needs.

INDICE DE CONTENIDO

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	ii
2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	¡Error! Marcador no definido.
3. CONSTANCIAS.....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN:.....	¡Error! Marcador no definido.
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICO.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	xi
INDICE DE CONTENIDO	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
INDICE DE ECUACIONES	xvii
INDICE DE TABLA	xvii
Introducción	1
Planteamiento del problema.....	2
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Antecedentes.....	3
Justificación	5
Alcance	6
CAPITULO 1.....	7
MARCO TEORICO.....	7
1.1.- Enfriamiento de la leche en la granja	7
1.2.- Limpieza y desinfección.....	7
1.3.- Tanques de almacenamiento.....	8
1.3.1.- Tanques de silo	8
1.3.2.- Depósitos intermedios de almacenamiento.....	8
1.4.- Procedimientos de limpieza.....	9
1.4.1.- Recuperación de producto residual.....	10

1.4.2.- Pre enjuagado con agua	10
1.4.3.- Limpieza con detergente.....	11
1.4.4.- Enjuagado con agua limpia.....	11
1.4.5.- Desinfección	12
1.5.- Descripción del sistema de lavado.....	13
1.5.1.- Limpieza manual	13
1.5.2.- Limpieza por inundación	14
1.5.3.- Sistema de limpieza CIP	14
1.6.- Parámetros para un sistema de limpieza	17
1.6.1.- Temperatura.....	17
1.6.2.- Tiempo.....	17
1.6.3.- Velocidad.....	18
1.6.4.- Concentración de las soluciones.....	18
1.7.- Elementos del sistema mecánico	19
1.7.1.- Rociadores para la limpieza.....	19
1.7.2 Tuberías.....	19
1.8.- Bombas	20
1.8.1.- Bombas Centrifugas.....	20
1.9.- Electroválvulas	22
1.10.- Micro bomba.....	23
1.11.- Tratamiento de aguas residuales.....	24
1.11.1.- Agua residual	24
1.11.2.- Tipos de tratamiento	25
1.11.3.- Etapa de tratamiento	26
CAPITULO 2.....	28
METODOLOGIA	28
2.- REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	28
2.1.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	29
2.1.1.- Etapa de pre enjuague.....	29
2.1.1.1- Diseño de la etapa pre-enjuague	30
2.1.2.- Etapa con solución alcalina	32
2.1.2.1-Diseño de la etapa con solución alcalina	32

2.1.3.- Etapa de enjuague intermedio.....	33
2.1.3.1- Diseño de la etapa de enjuague intermedio	33
2.1.4.- Etapa de Solución acida.....	34
2.1.4.1- Diseño de la etapa de solución acida.	34
2.1.5.- Etapa de enjuague final.....	34
2.1.5.1.- Diseño de la etapa de enjuague final	35
2.2 Diagrama de flujo	38
2.3.- Cálculos para la bomba.....	39
2.3.1.- Cálculo del caudal.....	39
2.3.2.- Determinar si es flujo turbulento	40
2.3.3.- Calculo de las perdidas	40
2.3.4.- Pérdidas de energía por fricción en tuberías	41
2.3.5.- Factor de fricción.....	42
2.3.6.- Pérdidas menores, según el coeficiente de resistencia.....	44
2.3.7.- Potencia de la bomba	46
2.4.- Equipos y elementos que conforman el sistema	47
2.5.- Definición de los módulos.....	47
2.6- Solución para cada bloque	47
2.6.1- Bloque 1.....	47
2.6.1.1- Alternativas de solución para el bloque 1	48
2.6.1.2- Evaluación y selección del bloque 1	48
2.6.2.- Bloque 2.....	50
2.6.2.1.- Alternativas de solución para el bloque 1	50
2.6.2.2- Evaluación y selección del bloque 2.....	50
2.6.3.- Bloque 3.....	51
2.6.3.1- Alternativas de solución para el bloque 3	51
2.6.3.2- Evaluación y selección del bloque 3.....	52
2.6.4.- Bloque 4.....	53
2.6.4.1.- Alternativas de solución para el bloque 4.....	53
2.6.4.2.- Evaluación y selección del bloque 4.....	54

2.7.- Tubería Roscable	54
2.8.- Sistema de Control.....	59
2.8.1.- Control secuencial del proceso	60
2.8.2.- Controlador lógico programable (PLC).....	60
2.8.3.- Módulo de Expansión DM8 230R.....	62
2.8.4.- Sensor Pt 100	62
2.8.4.2.- Módulo de expansión LOGO! AM2 RTD	64
2.8.5- Control de nivel	64
2.8.6.- Sensor de nivel de líquidos	65
CAPITULO 3.....	67
3.1.- DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	67
3.1.1- Etapa de dosificación.....	67
3.1.2.- Tablero de control.....	68
3.1.3.- Accesorios y tubería para agua fría y caliente	69
3.1.4.- Costo total del proyecto	71
3.2.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y ANALISIS.....	72
3.2.1.- Etapa de pre enjuague	72
3.2.2.- Etapa de solución alcalina	74
3.2.3.- Etapa de enjuague intermedio.....	74
3.2.4.- Etapa de solución acida	74
3.2.5.- Etapa enjuague final	75
CAPITULO 4.....	76
4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES.....	78
BIBLIOGRAFIA	79
ANEXOS:	82
Normas de limpieza para el lavado del tanque.....	82
ANEXOS:	84
Características de los módulos.....	84
ANEXOS	87
Características de los equipos	87

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.- Tanque de silo de almacenamiento	8
Figura 1.2.- Tanque intermedio de almacenamiento.....	9
Figura 1.3. Limpiador rotativo en la tapa de un tanque mezclador.....	15
Figura 1.4.- Diseño general de una estación CIP centralizada (Lozano et al., 2007)	15
Figura 1.5.- Sistema satelital CIP (Lozano et al., 2007)	16
Figura 1.6.- Diagrama esquemático de una bomba centrífuga.....	22
Figura 1.7.- Electroválvula solenoide modelo S390	22
Figura 1.8.- Diafragma Bomba de Spray Motor 12 V	23
Figura 2.9.- Caldero para agua caliente.	31
Figura 2.10.- Diseño del tanque de almacenamiento de agua.	36
Figura 2.11.- Soporte para el tanque de agua.....	36
Figura 2.12 Diagrama del proceso general de limpieza	38
Figura 2.13.- Calefón a gas marca Yang de 26 litros.....	49
Figura 2.14.- Caldero capacidad para 200 litros	49
Figura 2.15.- Sistema de dosificación de la soluciones	51
Figura 2.16.- Bomba centrífuga	53
Figura 2.17.- Accesorios en el sistema	56
Figura 2.18.- Tubería agua caliente	57
Figura 2.19.- Universal y codo a la entrada al tanque.....	57
Figura 2.20.- Accesorio agua caliente.....	58
Figura 2.21.- Controlador Lógico Programable Logo 8	61
Figura 2.22.- Módulo de Expansión DM8 230R	62
Figura 2.23.- Sensor de temperatura Pt100.....	63
Figura 2.24.- Visualizador de temperatura FT100 MaxWell	63
Figura 2.25.- Módulo de Expansión AM2 RTD conexión 3 hilos.....	64
Figura 2.26.- Sensor infrarrojo E18-D80NK	65
Figura 2.27.- Interruptor flotante (Sensor de nivel)	66
Figura 2.28.- Vista interior de tablero de control.....	95
Figura 2.29.- Vista frontal tablero de control.....	95

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1 Volumen de tanque	30
Ecuación 2.2 Determinar el caudal	39
Ecuación 2.3 Área	39
Ecuación 2.4 Número de Reynolds.....	40
Ecuación 2.5 Energía agregada al fluido mediante un dispositivo mecánico.....	40
Ecuación 2.6 Energía agregada la bomba centrífuga.....	41
Ecuación 2.7 Pérdidas de energía por fricción en tuberías	42
Ecuación 2.8 Rugosidad relativa.....	42
Ecuación 2.9 Correlación de Pavlov	43
Ecuación 2.10 Ecuación de Darcy	43
Ecuación 2.9 Perdidas menores, según el coeficiente de resistencia	44
Ecuación 2.10 Perdida total, según el coeficiente de resistencia	45
Ecuación 2.11 Potencia de la bomba	46

INDICE DE TABLA

Tabla 1.1 Condiciones de temperatura.....	17
Tabla 1.2 Tiempo de circulación en cada etapa	18
Tabla 1.3 Dosificación de las soluciones	18
Tabla 2.1.- Valores del coeficiente de resistencia (Mott, 2006)	44
Tabla 2.3.- Alternativas de solución de fuentes de calor (Moreno et al., 2014)	48
Tabla 2.4.- Alternativas de solución de dosificadores para los reactivos (Moreno et al., 2014)	50
Tabla 2.5.- Alternativas de solución para la circulación de agua.....	52
Tabla 2.6.- Característica de la bomba centrífuga modelo Cpm 610.....	53
Tabla 2.6.- Alternativas de solución del control secuencial de procesos (Moreno et al., 2014).....	54
Tabla 2.7 Tabla de resistencia de la tubería y accesorios plastigama para agua fría y caliente.....	55
Tabla 2.8.- Tubería y accesorios plastigama para agua fría y caliente.....	58
Tabla 2.9.- Entradas del controlador.....	61
Tabla 2.10.- Salidas del controlador.....	61
Tabla 2.11.- Descripción de los costos de materiales	67
Tabla 2.12.- Descripción de los costos de materiales del tablero de control	68
Tabla 2.13.- Descripción de los costos de accesorios y tubería	69

Introducción

La presente investigación se refiere al tema sistema de lavado automático del tanque enfriador de leche utilizado en microempresas de acopio, a fin de contar un sistema autónomo en el proceso de limpieza y sanitización del equipo. Las microempresas dedicadas al almacenamiento de leche y elaboración están obligadas a cumplir con las normas de higiene y salubridad que garantice la calidad del producto.

Los tanques de refrigeración tienen la característica de conservar y mantener la leche en óptimas condiciones para el consumo humano bajo condiciones adecuadas. Por ende, el grado de esterilización en estos equipos se sujeta a altos controles sanitarios.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas. Toda la limpieza es manual el trabajador debe ingresar al tanque, puede sufrir un accidente y además el método que se utiliza es antihigiénico.

La investigación de esta problemática empresarial, se realizó por el interés de conocer el manejo de la leche y el mantenimiento del tanque de enfriamiento por la producción lechera que genera en la Comunidad “El Abra”.

La investigación se realizó en base a diseños anteriores sobre procesos de limpieza y sanitización de los tanques de enfriamiento y silos de almacenamiento de leche, en base a las necesidades y requerimientos de la Asociación San Francisco del Abra.

Planteamiento del problema

En las microempresas lácteas la limpieza de los tanques de almacenamiento de leche se realizada manualmente por el operador siguiendo este procedimiento, primero el operador debe calentar el agua y después ingresar al tanque para realizar el lavado, limpiándolos con cepillos y detergentes. Este método es antihigiénico y todo el proceso no cumple con los estándares de calidad. Para mejorar la forma de limpieza de los tanques de enfriamiento las empresas dedicadas a esta actividad, utilizan sistemas de aspersión para el lavado. Dentro de estos, no existen suficiente información detallada de cómo se realiza todo el proceso. En las microempresas dedicadas al almacenamiento de leche actualmente no disponen de un sistema de lavado automático, ya que el costo de implementación es muy elevado e incrementaría el precio final del producto.

De acuerdo a la norma (CÓDIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO, 2013) el equipo de ordeño y las cisternas (u otros recipientes) donde se almacena la leche debe limpiarse y desinfectarse completamente después de cada operación de ordeño, y secarse cuando proceda. El enjuague del equipo y las cisternas de almacenamiento después de la limpieza y desinfección debe eliminar todo residuo de detergente y desinfectante, salvo en caso de que las instrucciones del fabricante indiquen que el enjuague no es necesario. El agua utilizada para la limpieza y enjuague debe ser apropiada para tal fin, de tal manera que no determine la contaminación de la leche.

Según el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (2002), las buenas prácticas de manufactura (B.P.M) son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado y almacenamiento de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los alimentos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción (“rbpm.pdf,” n.d.).

De acuerdo con la Guía de Buenas Prácticas Pecuarias de Producción de Leche se debe lavar la ordeñadora después de cada ordeño y el tanque cada vez que se vacíe, con agua caliente y detergente desinfectante alcalino y detergente ácido, luego realizar un enjuague con abundante agua y permitir el escurrimiento o drenaje de todas las partes de la ordeñadora y del tanque (Guía de Buenas Prácticas Pecuarias en Leche - editada.pdf, n.d.).

Cuáles son los procesos de limpieza en el tanque de almacenamiento de leche, para su diseño y construcción del sistema de lavado automático cumpliendo con todas las normas de higiene.

Objetivo General

Diseñar y construir un sistema de lavado automático del tanque enfriador de leche para microempresas de almacenamiento de leche.

Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros que influyen para la limpieza del tanque.
- Definir diferentes tipos de limpieza para los tanques enfriadores de leche.
- Diseñar un sistema para el lavado del tanque para garantizar la calidad de la leche.
- Implementar y validar el sistema para el lavado automático del tanque.

Antecedentes

En el pasado los fabricantes de alimentos y farmacéuticos tenían que desmantelar equipos entre cada lote de producción para su limpieza manual, lo cual consume mucho tiempo, resulta costoso y arroja resultados variables. Adicionalmente se expone al personal a productos químicos potencialmente dañinos (“SEITA - Aplicaciones Sanitarias Clean in Place (CIP) - Conductividad,” n.d.). Y muchas de las microempresas lácteas se lo realizan todavía de forma manual. En Ecuador en la actualidad por el avance tecnológico y el crecimiento de las industrias alimenticias como productos lácteos, bebidas gaseosas, bebidas alcohólicas, farmacéuticas, etc. para la limpieza utilizan un sistema en el sitio, de tipo sanitario conocido como CIP (Clean in

Place), con el objetivo de ser utilizado para la limpieza y sanitización de equipos (Lozano, Rolando, Vives, & Fernando, 2007)

Por ejemplo, en la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) se realizó el diseño y construcción de un Sistema Clean in Place en la base a la norma regional NTC 5245 para seis estaciones de ordeño en la Hacienda la Alborada ubicada en la provincia de Carchi con la necesidad de mejorar la calidad higiénica de la leche (Moreno, Fernando, Quiróz, & Andrés, 2014). En la Escuela Superior Politécnica del Litoral se realizó un trabajo titulado: Diseño de un Sistema de Limpieza de Tipo Sanitario (CIP) para Industria de Alimentos Lácteos, donde se ejecutó el diseño y análisis económico para la implementación de este sistema, controlado por un PLC, sistema de aspersion (Spray ball) y costo total de la instalación sería de \$106,874.80 (Lozano et al., 2007). En la Universidad de San Carlos de Guatemala se realizó un análisis técnico-económico de sistemas de limpieza para líneas de producción en la industria de alimentos de néctares de fruta con un sistema de limpieza mediante aspersion (Tenaz, 2007). En la Escuela Superior Politécnica del Litoral se realizó la Reingeniería del Sistema de Limpieza y Sanitización por el Método CIP para las Envasadoras de Bebidas Gaseosas, utiliza el sistema CIP Frío, la cual presenta menores costos con respecto al CIP Actual, utilizan rociador o spray ball (Reyes & Manuel, 2010). En la Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile: se realizó el diseño de sistema de lavado de estanques automatizado CIP (Cleaning in Place) utilizando para estanques fermentadores y estanques de cerveza, controlado por un PLC, aplicando sistema de aspersion (Spray ball) (Jara, 2010). En la Universidad Industrial de Santander., Bucaramanga, Colombia se realizó un estudio para el mejoramiento del sistema de limpieza de la línea de yogurt en la planta de derivados de la empresa FRESKALECHE S.A con una inversión de 62.307.500 pesos colombianos, el diseño propuesto contempla para la limpieza de tuberías, tanques de almacenamiento, equipos y demás accesorios con un sistema de aspersion (Spray ball) (Chacon, 2011). Con base en estos antecedentes y políticas; en este

trabajo se propone diseñar y construir sistema de lavado automático del tanque enfriador de leche para microempresas de almacenamiento de leche, constara las siguientes etapas pre-enjuague, etapa de solución alcalina, etapa de enjuague intermedio, etapa de solución acida y etapa de enjuague final. El tanque tiene capacidad para 1200L de leche, el lavado interno del tanque se va a realizar con sistema de aspersion (Spray ball), buscara un diseño que pueda ser adaptable para la correcta limpieza de todo el tanque. Finalmente, el sistema se probara en la Asociación San Francisco “El Abra”.

Justificación

Se buscó información acerca del tema de investigación y se encontró temas similares pero no se obtuvo información necesaria para el lavado de tanques de almacenamiento de leche para microempresas. Por ende, se pretende construir un sistema de lavado automático para la Asociación San Francisco “El Abra”, una pequeña microempresa dedicada al almacenamiento de leche, este sistema cumplirá con las normas y estándares de calidad, mejorando los aspectos de seguridad y bienestar integral del trabajador; ya que casi la mayoría del proceso lo hará el sistema y el producto será menos manipulado, para contribuir en el cambio de la matriz productiva.

Este trabajo, será un referente de estudio para futuras investigaciones; el beneficio que alcanzara con la implementación del sistema es el mejoramiento del lavado del tanque, además se contribuirá para que la empresa crezca, proporcionando de esta manera una mejor proyección en sus actividades futuras y calidad del producto durante todo el ciclo de producción. El manejo de las aguas residuales se va a realizar de la misma manera como se estaba haciendo; se depositara en un pozo séptico y de ese modo evitar una contaminación.

Se contribuirá una ayuda al trabajador, facilitándole las labores de limpieza y sanitización del tanque enfriador de leche, estableciendo un ambiente de trabajo más seguro.

Alcance

Este trabajo está enfocado en construir un sistema de lavado automático para un tanque de almacenamiento de leche de material acero inoxidable que tiene capacidad para 1200 l, cumpliendo con todas las etapas de limpieza, en las cuales constan la etapa de pre-enjuague, etapa de solución alcalina, etapa de enjuague intermedio, etapa de solución acida y etapa de enjuague final. El sistema se diseñara e implementara con las 5 etapas con un tiempo de duración de 90 minutos. El lavado del tanque de enfriamiento se va hacer con un rociador que se acoplara en la parte superior.

Se implementara un diseño de la etapa de dosificación tanto para solución alcalina y ácida de manera que se forme una mezcla homogénea entre el agua y el detergente de limpieza buscando eliminar la mayor cantidad de impurezas existentes dentro del tanque. En la etapa de calentamiento se instalara un diseño de un calentador de agua con la finalidad de conservar la temperatura dentro de un rango de entre 70-80° C. La instalación de tubería y accesorios se hace de acuerdo a la infraestructura ya existente en la Asociación.

CAPITULO 1

MARCO TEORICO

1.1.- Enfriamiento de la leche en la granja

La leche abandona la ubre a una temperatura de 37°C. La leche recién ordeñada de una vaca sana está prácticamente libre de bacterias, pero debe ser protegida contra infecciones tan pronto como deje la ubre. Los microorganismos capaces de deteriorar la leche están en todas partes: en las ubres, en las manos del ordeñador, en partículas presentes en el aire, en gotas de agua, en la paja, en los pelos de la vaca y en el suelo. La leche contaminada de esta manera debe ser filtrada (Bylund & Gómez, 2003, p. 6).

La leche debe ser protegida cuidadosamente para obtener un producto de alta calidad, pero no se puede descartar las presencias de los microorganismos por complemento a pesar de todas las cautelas.

La leche es almacenada en los centros de acopio en depósitos isoterms con la finalidad de conservar y evitar el desarrollo de los microorganismos a 4°C, inmediatamente después de su ordeño, ya que a esta temperatura las bacterias tienen un nivel bajo de crecimiento (Bylund & Gómez, 2003, p. 6).

1.2.- Limpieza y desinfección

La infección por bacterias de la leche se suele producir sobre todo como consecuencia del manejo de equipos sucios. Cualquier superficie en contacto con la leche es una fuente potencial de infección.

- La limpieza manual con cepillos es un método común.
- La limpieza automática por circulación de los productos de limpieza se emplea normalmente en las instalaciones de ordeño mecánico. La solución de limpieza se hace circular a lo largo de toda la instalación mediante vacío y/o bombeo.

(Bylund & Gómez, 2003, p. 11)

1.3.- Tanques de almacenamiento

1.3.1.- Tanques de silo

Los tanques de silo para la recepción de la leche pertenecen a la categoría de los depósitos de almacenamiento que han sido descritos en el epígrafe “Recogida y recepción de leche”. Varían en tamaño desde 25.000 hasta unos 150.000 litros y las superficies en contacto con el producto son de acero inoxidable. Se colocan a veces en el exterior con objeto de ahorrar costes en edificios.

(Bylund & Gómez, 2003, p. 161).



Figura 1.1.- Tanque de silo de almacenamiento

1.3.2.- Depósitos intermedios de almacenamiento

“Los tanques intermedios son utilizados para almacenar el producto durante un corto tiempo con características comunes entre ellos es la necesidad de disponer de la agitación y control de temperatura para la conservación del producto” (Bylund & Gómez, 2003, p. 162).



Figura 1.2.- Tanque intermedio de almacenamiento

En los depósitos de almacenamiento (Figura 1.2), con una capacidad de 1.000 a 50.000 litros, tanto la pared interior y exterior es de acero inoxidable con una capa aislante de lana mineral entre ambas paredes con la finalidad de tener una temperatura constante.

(Bylund & Gómez, 2003, p.162).

Los depósitos intermedios de almacenamiento de leche contienen componentes como un motor, agitador, sistema de refrigeración para control de temperatura al igual que los tanques de silo.

1.4.- Procedimientos de limpieza

La limpieza de los equipos de las industrias lácteas se hacía inicialmente a mano (y aun se hace en algunos sitios), mediante cepillos y soluciones detergentes, desmontando los equipos y entrando a los tanques para tener a mano las superficies a limpiar. Esto no era solamente laborioso sino también muchas veces inefectivo; los productos se re infectaban a menudo en los equipos que se habían limpiado inadecuadamente.

Las operaciones de limpieza se deben de llevar a cabo de manera estricta de acuerdo con un procedimiento cuidadosamente estudiado, con el fin de conseguir el grado requerido de limpieza.

(Bylund & Gómez, 2003, p. 405)

El ciclo de limpieza en una industria láctea comprende las siguientes etapas:

1.4.1.- Recuperación de producto residual

Todos los residuos de producto se han de recuperar de la línea de producción al final de cada ciclo de funcionamiento. Esto es importante por tres razones:

- Para minimizar las pérdidas de producto,
- Para facilitar la limpieza,
- Para reducir la carga contaminante de los vertidos, que a menudo se traducen en considerables ahorros en costes de tratamiento de las aguas residuales.

Se debe dejar un tiempo para permitir que drene el producto de las paredes de los tanques y las tuberías.

(Bylund & Gómez, 2003, pp. 405–406)

1.4.2.- Pre enjuagado con agua

El pre enjuagado se debe llevar acabo siempre inmediatamente después de un ciclo de producción. De lo contrario los residuos de leche se secan y se acumularan en las superficies, haciéndose más difícil su limpieza. Los residuos de grasa de leche son más fácilmente arrastrados si el agua de pre enjuagado está caliente, pero la temperatura no debe exceder los 55°C para evitar la coagulación de las proteínas.

El pre enjuagado debe continuar hasta que el agua que sale del sistemas este clara, ya que cualquier resto de suciedad incrementara el consumo de detergente e inactivara el cloro, si se utiliza, en el detergente. Si se tienen residuos de leche seca sobre las superficies puede ser necesario remojar el equipo. El remojo ablanda la suciedad y hace que la limpieza sea más eficiente.

(Bylund & Gómez, 2003, p. 406)

1.4.3.- Limpieza con detergente

Esta etapa es la encargada de desinfectar, de eliminar todos los microorganismos y remover los desechos de la leche alojados en las superficies del depósito, se puede utilizar otro tipo de soluciones desinfectantes o detergentes con ph más baja. La solución en esta etapa (soda al 0.5-1.5%) es completamente reutilizable. La temperatura a la que se debe someter es de (70 – 80 °C) para que la solución de limpieza sea eficiente, además su duración será mayor al de la etapa anterior (aprox. 10 - 30 min.) (Lozano et al., 2007).

El detergente debe también de ser capaz de dispersar la suciedad y encapsular las partículas suspendidas para prevenir la floculación. Los polifosfatos son emulsionantes efectivos y agentes dispersantes que también ablandan el agua. Los productos más comúnmente usados son el trifosfato de sodio y los compuestos de fosfato complejo.

(Bylund & Gómez, 2003, p. 406)

1.4.4.- Enjuagado con agua limpia

Los equipos y redes de tuberías son prácticamente estériles tras el tratamiento con soluciones fuertes alcalinas o acidas a alta temperatura. Pero es necesario prevenir el crecimiento durante la noche de bacterias en las aguas de enjuagados remanentes en el sistema. Esto se puede hacer mediante la acificación de las aguas de enjuagado final hasta un pH de menos de 5 por adición de ácido fosfórico o cítrico. Este entorno ácido previene el crecimiento de la mayoría de las bacterias.

(Bylund & Gómez, 2003, p. 407)

En esta etapa tiene la finalidad de remover todo el residuo de detergente con agua fresca con un tiempo suficiente controlado y al final se debe drenar todas las partes cuidadosamente.

1.4.5.- Desinfección

La limpieza con detergentes ácidos o alcalinos llevada adecuadamente deja el equipo limpio no solo físicamente sino también químicamente, y en gran medida bacteriológicamente.

El efecto de limpieza bacteriológica se puede mejorar posteriormente por desinfección. Esto deja el equipo virtualmente libre de bacterias. Para ciertos productos (leche UHT, leche estéril) es necesario esterilizar el equipo hasta dejar las superficies completamente libres de bacterias.

El equipo de las industrias lácteas se puede desinfectar de las siguientes maneras:

- Desinfección térmica (con agua hirviente, agua caliente, o vapor)
- Desinfección química (cloro, ácidos, iodóforos, peróxido de hidrogeno, etc.).

La desinfección se puede realizar por la mañana, inmediatamente antes de que comience el procesado de la leche. La leche puede ser admitida tan pronto como se haya drenado todo el desinfectante del sistema.

Si la desinfección tiene lugar al final del día, la solución de desinfectante se debe arrastrar a continuación con agua para evitar que queden residuos que puede atacar las superficies metálicas.

(Bylund & Gómez, 2003, pp. 407–408)

1.5.- Descripción del sistema de lavado

1.5.1.- Limpieza manual

Se desarmen las tuberías de las líneas de producción y se las cepilla interiormente. En los tanques de almacenamiento de producto un trabajador debe entrar y proceder a realizar la limpieza, con cepillos, soluciones de detergentes y agua tratada. Por lo general, este tipo de limpieza se realiza en envasadoras muy antiguas y desarmables en un tiempo promedio de 3 horas.

(Reyes & Manuel, 2010, p. 20)

La limpieza manual todavía es una parte grande e importante de las rutinas diarias de la industria alimentaria. Deben tomarse medidas para facilitar esta parte de la operación, así como incorporar el tiempo necesario en la planificación de la producción. El resultado de la limpieza manual depende principalmente de dos factores, ejecución y equipo.

- **Ejecución:** La forma en que se realice la limpieza depende de la motivación y de la competencia, ambas pueden influirse sólo a través de entrenamiento e información. Son necesarias instrucciones claras, incluyendo descripciones del trabajo, tipo de agentes de limpieza a usar, intervalos entre limpiezas, etc.
- **Equipo:** Es esencial un buen equipamiento, apropiado para el trabajo, así como buenos medios para almacenarlo cuando no se use.

(González, 2011, p.1)

1.5.2.- Limpieza por inundación

“Se llenan las tuberías, las llenadoras y los tanques con soluciones detergentes y desinfectantes en concentración superior al 5% durante 5 a 8 horas, para garantizar una buena desinfección. Luego, se realiza un enjuague con agua a temperatura ambiente por una hora más” (Reyes & Manuel, 2010, p. 21).

1.5.3.- Sistema de limpieza CIP

Sistema que consiste en hacer circular fluidos como agua y detergentes a alta velocidad por las distintas conducciones del equipo a limpiar. Con este flujo a alta velocidad, se origina una acción mecánica sobre las superficies de paso de los líquidos que arrastra toda la suciedad adherida, ayudando a su vez por la acción del detergente. Lógicamente, este proceso es ampliamente utilizado para aquellos equipos que constan de zonas muertas o inaccesibles de manera manual, ya sean tuberías, equipos cerrados o únicamente accesibles a través de conducciones.

(Rodríguez & Consulting, 2014, p.)

La técnica normal de limpieza de grandes tanques es rociar el detergente sobre las superficies de las paredes interiores más altas y permitir que vaya bajando sobre las superficies hacia el fondo del tanque. De esta manera el efecto mecánico es a menudo insuficiente, pero el efecto puede mejorarse en aspersión especialmente diseñados, uno de los cuales se muestra en la Figura 1.3. La limpieza de tanques requiere grandes volúmenes de detergentes, que se deben recircular rápidamente.

(Bylund & Gómez, 2003, p. 408)

Es decir: “Mediante este método de limpieza, llevado a cabo con la frecuencia establecida, se consigue que la maquinaria se encuentre en un mantenimiento de primer nivel, permitiendo que esté disponible para comenzar la jornada de producción” (Hurtado, 2014).



Figura 1.3. Limpiador rotativo en la tapa de un tanque mezclador.

1.5.3.1.- CIP Centralizado.-

Este tipo de sistema es utilizado para pequeñas plantas y en recorridos corto de tuberías; el sistema central controla el proceso de limpieza, tanto la concentración, presión, secuencia de los ciclos y la temperatura en diferentes etapas del circuito.

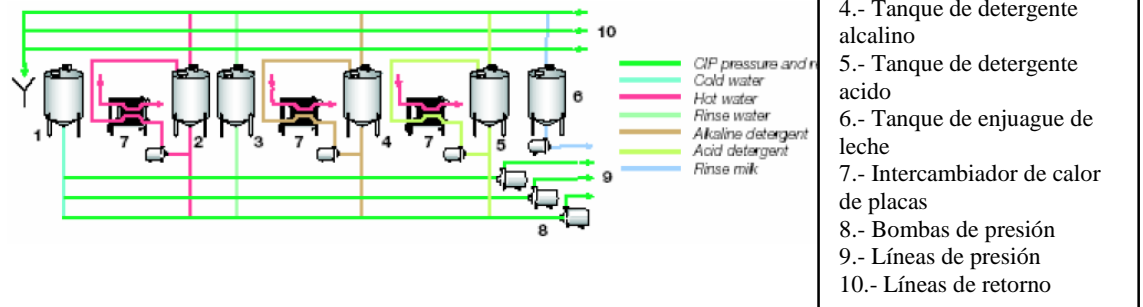


Figura 1.4.- Diseño general de una estación CIP centralizada (Lozano et al., 2007)

1.5.3.2.- CIP Descentralizado.-

Este tipo de sistemas toma como referencia el sistema central CIP y divide en pequeños grupos para la limpieza de determinados sistemas y líneas de procesos cercanas a estas, ya que es utilizada cuando existen largas distancias entre la estación central y las estaciones de limpieza, además utilizan una cantidad mínima de recursos.

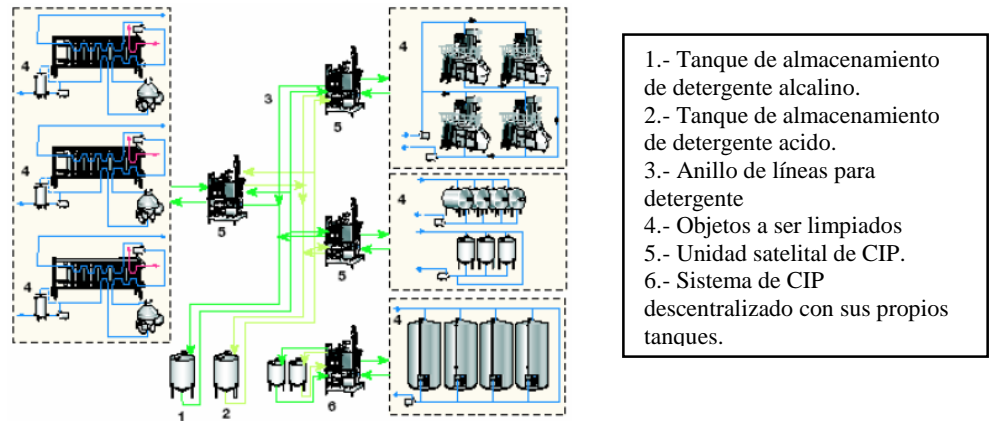


Figura 1.5.- Sistema satelital CIP (Lozano et al., 2007)

1.6.- Parámetros para un sistema de limpieza

1.6.1.- Temperatura

“En general, la efectividad de la solución de detergente se incrementa conforme se incrementa la temperatura. La solución de detergente siempre tiene una temperatura óptima de acción que debe ser utilizada” (Bylund & Gómez, 2003, p. 407).

Tabla 1.1 Condiciones de temperatura.

Etapa	Temperatura °C
Pre-enjuague	50°C
Solución alcalina y acida.	70-80°C
Enjuague intermedio y final	20°C (Temperatura ambiente)

1.6.2.- Tiempo

“El tiempo que necesite depende del espesor de los depósitos de suciedad (y de la temperatura de la solución de detergente)” (Bylund & Gómez, 2003, p. 407). El tiempo de limpieza es primordial para un óptimo efecto, tomando en cuenta los costes de electricidad, calentamiento, agua y mano de obra.

Tabla 1.2 Tiempo de circulación en cada etapa

Etapa	Tiempo
Pre-enjuague	10 min
Solución alcalina	(10-30) min
Enjuague intermedio	5 min
Solución ácida	20 min
Enjuague final	5 min

1.6.3.- Velocidad

“Los fluidos utilizados para las operaciones de limpieza deben circular en régimen turbulento. El óptimo resultado se logra alcanzando velocidades en tubería de 1,5 a 3,0 m/s.”(Harutiunian, 2009).

1.6.4.- Concentración de las soluciones

“La dosificación de los líquidos en el sistema debe hacerse automáticamente para lograr una concentración uniforme de detergente. La concentración debe ser medida y registrada automáticamente en cada ciclo de limpieza” (González, 2011).

Tabla 1.3 Dosificación de las soluciones

Solución	Porcentaje
Solución alcalina	1,5%
Solución ácida	2%

1.7.- Elementos del sistema mecánico

1.7.1.- Rociadores para la limpieza

1.7.1.1.- Limpieza rotativa

Los dispositivos rotativos tienen una construcción más compleja ya que contienen rodamientos hidrodinámicos que permiten que el dispositivo gire con la propia presión del fluido de limpieza. En este caso, el cabezal rociador no tiene perforaciones pequeñas alrededor sino que todo el líquido disponible se proyecta a través de una, dos o tres toberas de chorro. La gran ventaja de estos modernos dispositivos es una limpieza más eficiente con mayor presión y menor caudal eliminando casi cualquier tipo de suciedad.

(Harutiunian, 2009)

1.7.2 Tuberías

En la industria láctea existen otras redes de tuberías para otros productos tales como agua, vapor, soluciones de limpieza, refrigerantes y aire comprimido.

También se tiene normalmente una red de evacuación de aguas residuales. Todos estos sistemas de transporte de líquidos son básicamente diseñados de la misma forma. La diferencia radica en los materiales utilizados, el diseño de los componentes y los tamaños de las tuberías. Todos los componentes en contacto con los productos lácteos que se transportan están contruidos con acero inoxidable. En las demás redes de tuberías se utilizan otros materiales, como acero forjado, acero al carbono, cobre y aluminio. Se puede utilizar plástico en las líneas de agua y aire comprimido, y cerámica en las tuberías para los efluentes.

En la red de tuberías de producto se incluyen los siguientes tipos de accesorios:

- Tramos rectos, codos, tes, reducciones y uniones.

- Accesorios especiales tales como mirillas, codos para instrumentos, etc
- Válvulas para parada y direccionado del flujo de producto.
- Válvulas de control de presión y caudal.
- Soportes para las tuberías.

Por razones todas las partes en contacto con los productos lácteos de los equipos de proceso están fabricados en acero inoxidable (AISI 304 y AISI 316).

(Bylund & Gómez, 2003, p. 153)

1.7.2.1.- Soportes para tuberías

Las tuberías deben estar fijamente sujetas, aunque las tuberías no deben de estar tan fijas que no puedan tener un ligero movimiento. Durante los tratamientos, dichas tuberías se expanden considerablemente, en especial cuando las temperaturas de los productos son altas y durante la limpieza, por lo que se debe prever la absorción del correspondiente aumento en las fuerzas longitudinales y de torsión en los codos y en los equipos. Las líneas deben tener una ligera inclinación (1:200-1:1000), con objeto de conseguir un efecto de auto drenaje, en el transcurso de la línea de tubería no deben existir bolsas o puntos de retención, donde el producto o las soluciones de limpieza puedan acumularse.

(Bylund & Gómez, 2003, p. 160)

1.8.- Bombas

Las bombas más ampliamente utilizadas en las industrias lácteas son las centrifugas, otras como las bombas de anillo líquido y las bombas de desplazamiento positivo.

1.8.1.- Bombas Centrifugas

Un diagrama esquemático de una bomba centrífuga se muestra en la Figura 1.6 obsérvese que una envoltura rodea a menudo las paletas del impulsor para aumentar la rigidez de la

cuchilla. En la terminología de la bomba, el conjunto giratorio que consiste en el eje, el cubo, las palas del impulsor y la cubierta del impulsor se denomina impulsor o rotor. El fluido entra axialmente a través de la parte media hueca de la bomba (el ojo), después de lo cual encuentra las cuchillas giratorias. Adquiere velocidad tangencial y radial por transferencia de momento con las palas del impulsor, y adquiere velocidad radial adicional por las llamadas fuerzas centrífugas, que en realidad son una falta de suficientes fuerzas centrípetas para sostener el movimiento circular.

El flujo sale del impulsor después de ganar velocidad y presión a medida que es arrojado radialmente hacia fuera en el rollo (también llamado la voluta). Como se ilustra en la Figura 6, el rollo es un difusor en forma de caracol cuyo propósito es desacelerar el fluido de movimiento rápido que sale de los bordes de salida de las palas del impulsor, aumentando con ello la presión del fluido y combinando y dirigiendo el flujo desde todos los pasajes de las palas hacia una salida común. Como se ha mencionado anteriormente, si el flujo es constante en la media, si el fluido es incompresible y si los diámetros de entrada y salida son los mismos, la velocidad de flujo promedio en la salida es idéntica a la de la entrada. Por lo tanto, no es necesariamente la velocidad, sino la presión que aumenta desde la entrada a la salida a través de una bomba centrífuga.

(Çengel & Cimbala, 2006, pp. 754–755)

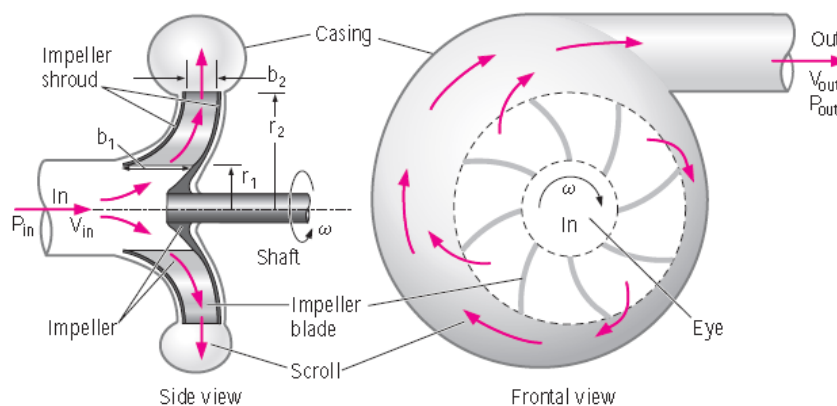


Figura 1.6.- Diagrama esquemático de una bomba centrífuga

1.9.- Electroválvulas

Una electroválvula también conocida como válvula solenoide de uso general es una válvula que abre o cierra el paso de un líquido en un circuito. La apertura y cierre de la válvula se efectúa a través de un campo magnético generado por una bobina en una base fija que atrae el émbolo ver figura 1.7.

(“Electroválvulas,” n.d.)



Figura 1.7.- Electroválvula solenoide modelo S390

1.10.- Micro bomba

La dosificación de los detergentes debe ser uniforme para que actúe en el proceso de lavado del tanque para esto se utiliza micro bombas. Ver figura 1.8.

Características:

- Voltaje de funcionamiento: 12 VDC
 - Corriente de trabajo: 0.5-0.7 A
 - Carga vacía actual: 0.18 A
 - Aspiración máxima: 2 m
- Diámetro de salida: diámetro 6 mm, un diámetro exterior de 9 mm
- Tráfico: 1.5-2 l/min (aprox), la aspiración máxima: 2 m
- Temperatura del agua: hasta 80° C



Figura 1.8.- Diafragma Bomba de Spray Motor 12 V

No se va a realizar ningún tratamiento de las aguas residuales al final del proceso de lavado, ya que se tiene un pozo séptico; en donde se acumula toda el agua. Pero si se deseara implementar una planta de tratamiento, en el apartado 1.11 se describe los tipos y el procedimiento a realizarse para este tema.

1.11.- Tratamiento de aguas residuales

1.11.1.- Agua residual

Se conoce como agua residual aquella que proviene de un uso determinado y que transporta ciertos residuos o desechos, constituyendo un foco de contaminación en los sistemas en los cuales son descargados.

La clasificación de las aguas residuales es muy variada pero sin embargo las más conocidas son; agua residual doméstica, industrial, agropecuaria, etc.

El agua residual industrial es el agua proveniente de las distintas industrias y posee una variada composición todo ello dependiendo de las actividades que se desarrollen en las instalaciones.

(Campaña, 2013, pág. 8)

Las aguas residuales de las industrias lácteas se dividen en tres categorías:

- **Aguas de enfriamiento**

El agua de enfriamiento normalmente está libre de contaminantes se descarga en los colectores de aguas pluviales, o de deshielo de la nieve.

- **Aguas residuales sanitarias**

Normalmente se recoge en colectores que van directamente a la planta de tratamiento de aguas residuales con mezcla inicial o no con las aguas residuales industriales.

- **Aguas residuales industriales**

Proceden de reboses de leche y productos, y de la limpieza de los equipos que han estado en contacto con los productos lácteos. La concentración y la composición de estas aguas

residuales dependen del plan de producción, de los métodos de operación y del diseño de la planta de proceso.

(Bylund & Gómez, 2003, p. 417)

1.11.2.- Tipos de tratamiento

▪ Tratamiento físico

Uno de los pasos más importantes en los procesos de purificación de aguas residuales es la eliminación y separación de partículas e impurezas, la presencia en el agua de partículas sólidas, disueltas o en suspensión es el principal contaminante visible afectando principalmente en su turbiedad y coloración.

▪ Tratamiento químico

Este tratamiento consiste en agregar uno o más reactivos a las aguas negras para producir un flóculo, que es un compuesto químico insoluble que absorbe la materia coloidal, envolviendo a los sólidos suspendidos no sedimentables y que se deposita rápidamente.

▪ Tratamiento físico químico.

Mediante aplicación combinada de procesos físicos y químicos se logra una depuración más eficiente.

▪ Tratamiento biológico

Son los métodos de tratamiento en los que la remoción de los contaminantes se lleva a cabo por la actividad biológica de los microorganismos.

(Campaña, 2013, págs. 17-19)

1.11.3.- Etapa de tratamiento

▪ **Rejillas**

El sistema de rejillas en las plantas depuradoras de aguas residuales es imprescindible, ya que impiden el paso de sólidos flotantes al sistema de tratamiento, removiendo gran parte de éstos, garantizando que los sistemas de tuberías y bombas no sufran daños. La separación entre cada una de las rejillas varía, dependiendo si la barra a emplear es fina, mediana o gruesa como se muestra a continuación:

- Finas < 1,5 cm
- Medias 1,5 - 5,0 cm
- Gruesas > 5,0 cm

(Campaña, 2013, pág. 21)

▪ **Sedimentador Primario.**

La mayoría de las sustancias en suspensión en las aguas residuales no se retienen, debido a su tamaño o densidad, en las rejillas. Por lo cual se emplean sedimentadores primarios que recibe las aguas provenientes de este sistema u otros procesos de pre-tratamiento, y su función primordial es la separación de los sólidos sedimentables y flotantes como también de aceites y grasas, de manera que los sólidos de peso específico superior al del líquido tienden a depositarse. Entre las partículas que en su mayoría son eliminadas en este procesos son la grava, arena, flóculos usados en procesos de floculación química, entre otros.

(Campaña & María, 2013, p. 31)

- **Desinfección**

Las aguas residuales ya sean estas urbanas o industriales contienen organismos patógenos, razón por la cual se emplean distintos métodos de desinfección, entre el que se destaca la desinfección por contacto con cloro, ya que es el método más utilizado, efectivo y de menor costo, garantizando una mejor depuración del efluente.

(Campaña, 2013, pág. 57)

CAPITULO 2

METODOLOGIA

El lavado del tanque de enfriamiento actualmente se hace de forma manual; se calienta el agua en una olla para luego hacer una mezcla con la solución alcalina y ácida respectivamente en cada etapa de limpieza. El trabajador debe ingresar al tanque a realizar el lavado con el agua ya con la solución y fregar con cepillo para remover todos los residuos de la leche. Finalmente, se enjuague el tanque con agua fría; el tiempo de duración de todo el proceso es aproximadamente 1 hora.

2.- REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Los requerimientos que se tiene para el sistema son de acuerdo a las necesidades que obtiene la Asociación y se detallan a continuación:

NECESIDADES	REQUERIMIENTOS
Sistema de lavado automático	Elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos
Limpieza con detergentes químicos	Dosificación con solución alcalina y ácida
Calentamiento de agua	Calentador de agua a gas (Caldero, marmita, etc.) y sensores temperatura.
Limpieza adecuada del tanque	Implementación de un sistema con todas las etapas de limpieza que requieren los equipos de la industria láctea.
Fácil manejo, seguro y manipulable	Implementación de un gabinete de control eléctrico.

La temperatura del agua debe estar en un rango de 80-70° C, ya que a esta temperatura las soluciones actúan; para esto es necesario un precalentamiento rápido y luego aumentar la temperatura en el menor tiempo posible.

El tanque enfriador se debe lavar durante las 5 etapas; sin en caso no se remueve todo los microorganismos se debe realizar una retroalimentación para garantizar la limpieza total del tanque.

Por último, el sistema debe ser fácil de manejar, manipulable y sobre todo seguro para eso se implementara indicadores como luces piloto, visualización de temperatura, sensor de nivel de agua y soluciones.

- Visualización de cada etapa de limpieza (Luces piloto)
- Visualización de temperatura de agua
- Paro de emergencia
- Encendido
- Inicio del sistema
- Alarma de nivel de líquido (Alto o bajo)

2.1.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

2.1.1.- Etapa de pre enjuague

La etapa de pre enjuague se debe hacer inmediatamente después de cada desalajo de la leche del tanque para que la grasa sea más fácil de remover. La temperatura del agua debe estar entre 50° C según (Lozano et al., 2007)

Para calentar el agua a los parámetros establecidos se utiliza un calentador a gas; este calentador se enciende solo al detectar el paso de agua y se realiza el control de la temperatura de forma manual en la perilla del calefón. Se instaló una electroválvula de ½ pulgada para el encendido del calefón de una forma automática al momento de iniciar el proceso.

Además se implementó un tanque de almacenamiento para agua caliente para abastecer la cantidad suficiente para que la bomba haga circular el agua durante el proceso de cada una de las 3 etapas en las cuales se necesita agua caliente; este caldero tiene una capacidad de 200L dentro de este tanque se instaló un sensor de temperatura para la lectura. Este sensor es un sensor RTD (Pt100); también se instaló un flotador eléctrico para detectar el nivel de agua.

2.1.1.1- Diseño de la etapa pre-enjuague

De acuerdo a (Lozano et al., 2007) la temperatura en la etapa de pre enjuague esta entre 50°C. El tanque de agua abastece la etapa de pre enjuague, etapa solución alcalina, etapa del enjuague intermedio, etapa solución acida y enjuague final; la temperatura de agua de la etapa de enjuague intermedio y final es a temperatura ambiente; esto se controlara en el transcurso del ciclo de limpieza. Todo el ciclo de limpieza elimina residuos de leche adheridas en el tanque.

Para el diseño de cada una de las etapas es importante tener en cuenta el caudal, tiempo y el número de circuito.

El volumen del tanque depende del caudal a manejar y del tiempo de pre-enjuague.

Datos:

$$Q = 3.831 \frac{m^3}{hr} \quad (\text{Caudal del sistema})$$

$$t = 10 \text{ min} \quad (\text{Tiempo de la etapa de pre-enjuague})$$

$$n = 1 \quad (\text{Número de circuito})$$

Volumen para la etapa de pre-enjuague

$$V = Q * t$$

Ecuación 2.1 Volumen de tanque

$$V = 3.831(0.167)$$

$$V = 0.639 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque es de 0.639 m^3 , con el fin abastecer a la etapa de pre enjuague en el tiempo establecido.

Para aumentar la temperatura hasta un rango de 70-80° C, se diseñó un tanque de almacenamiento de agua caliente para abastecer las etapas de: pre enjuague, etapa con solución alcalina y solución acida; ya que el caudal y la temperatura de agua de la salida del calefón no es suficiente.

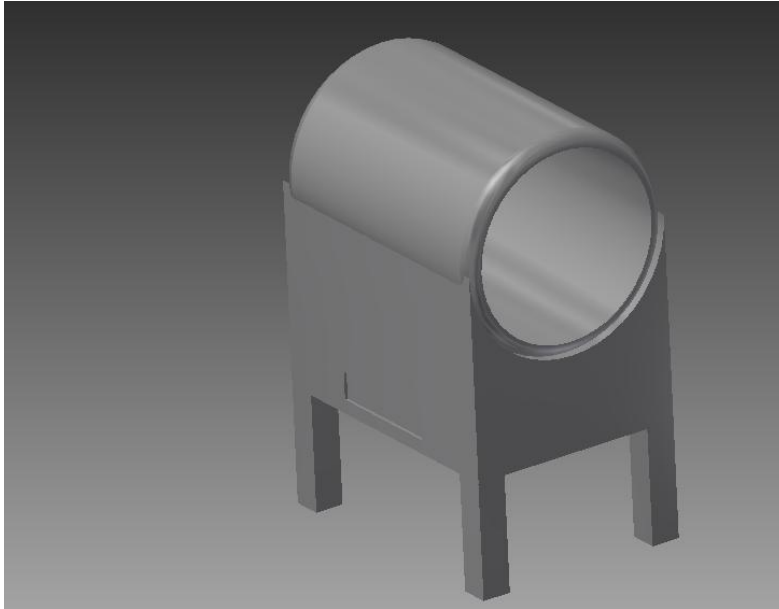


Figura 2.9.- Caldero para agua caliente.

Las especificaciones para este tanque son:

De acuerdo a las pruebas de funcionamiento y las etapas de limpieza es necesario:

- Capacidad de almacenamiento: 200 Litros
- Cubrirá la necesidad etapas de pre enjuague, etapa con solución alcalina, etapa con solución acida; ya que estos tres ciclos trabajan con agua caliente.
- Temperatura del trabajo: 80 grados centígrados

La temperatura del agua a la que circula el agua con la solución alcalina y ácida.

- Presión de trabajo: 45 PSI
- Presión de diseño: 50 PSI

De acuerdo con la lectura de datos tomados con el manómetro se tiene la presión de trabajo y diseño.

Para la construcción del tanque se utiliza Acero inoxidable 304 (ficha-304-304L.pdf, n.d.)

- Resistencia a la fluencia: 205 MPa
- Esfuerzo último a la tensión: 515 MPa
- Módulo de elasticidad: 193 GPa (28×10^6 Psi)
- Coeficiente de conductividad térmica: 21.5 W/mk

2.1.2.- Etapa con solución alcalina

La etapa de solución alcalina se encarga de desinfectar y eliminar los microorganismos adheridos dentro del tanque.

El caldero tiene el objetivo de aumentar la temperatura hasta los 70° C, que es el parámetro que se requiere en esta etapa; para que la solución de la limpieza sea eficiente. De acuerdo, a los cálculos en el apartado 2.3; la bomba es de ½ HP, pero en el mercado local no había. Por ende, se instaló una de ¾ HP para la circulación de agua.

El caldero se instaló después del calefón almacenando toda el agua que sale del calentador ya previamente calentando, con esto se reduce el tiempo de calentamiento del agua desde una temperatura ambiente.

Para la dosificación de la solución alcalina se empleó un sistema con una micro bomba y una electroválvula en la línea del sistema.

La solución que se utiliza es una alcalina que se maneja dentro de la limpieza de los tanques de leche. La concentración del líquido es de 1.5 % de acuerdo (Lozano et al., 2007)

Se implementó un sensor de nivel (Flotador vertical eléctrico) para el tanque de almacenamiento de agua caliente y un sensor infrarrojo para el nivel de líquido de las soluciones (alcalina y ácida).

2.1.2.1-Diseño de la etapa con solución alcalina

Esta etapa es la encargada de desinfectar y de eliminar todos los microorganismos y bacterias alojados en las superficies. La temperatura debe estar en el rango de 80°C, con una concentración de 1.5% según (Reyes & Manuel, 2010).

Aplicando la ecuación 2.1.

Datos:

$t = 30 \text{ min}$ (Tiempo de la etapa de solución alcalina)

$$V = 1.92 \text{ m}^3$$

2.1.3.- Etapa de enjuague intermedio

En esta etapa el enjuague intermedio tiene el objetivo de quitar la solución alcalina de la etapa anterior. Se utiliza bomba ¾ HP para la circulación del agua y una electroválvula para agua fría.

2.1.3.1- Diseño de la etapa de enjuague intermedio

El enjuague intermedio tiene como objetivo remover la solución de soda cáustica. Esta agua debe ser fresca y pasar por un periodo de tiempo controlado (aprox. 5min), a temperatura ambiente.

El volumen del tanque depende del caudal a manejar y del tiempo de enjuague intermedio, aplicando la ecuación 2.1.

Datos:

$t = 5 \text{ min}$ (Tiempo de la etapa de enjuague intermedio)

$$V = 0.319 \text{ m}^3$$

2.1.4.- Etapa de Solución acida

La etapa de solución acida se encarga de eliminar todos los microorganismos restantes adheridos dentro del tanque.

Se utiliza todos los elementos de la etapa de solución alcalina ya que en esta etapa la temperatura del agua también debe estar entre 70-80 grados centígrados, según (Reyes & Manuel, 2010).

La solución que se utiliza en esta etapa es una solución acida RIDSTONE ACID, es un desinfectante que disponen dentro del centro de acopio para el lavado del tanque.

2.1.4.1- Diseño de la etapa de solución acida.

La etapa tiene la función de eliminar todos los microorganismos y bacterias restantes, sobre todo de nivelar la acides de las superficies con una concentración de solución (ácido nítrico al (1 - 2%) a una temperatura entre (70 – 80 °C); además su duración será hasta obtener un ph neutro 7 aproximadamente (10-20 min.), pero en este caso se realizara con

Ridstone Acid que tiene la misma función y esta solución se dispone en el centro de acopio

El volumen del tanque depende del caudal a manejar y del tiempo de solución acida, utilizando la ecuación 2.1.

Datos:

$t = 15 \text{ min}$ (Tiempo de la etapa de solución acida)

$$V = 0.96 \text{ m}^3$$

2.1.5.- Etapa de enjuague final

La etapa se encarga de remover todo la solución ácida.

Se hace circular el agua a temperatura ambiente; para cual se dispone de una bomba y una electroválvula.

2.1.5.1.- Diseño de la etapa de enjuague final

La finalidad de esta etapa es remover la solución acida, además de bajar la temperatura de las superficies que se están limpiando, a temperatura ambiente durante (aprox. 5min) (Lozano et al., 2007).

El volumen del tanque depende del caudal a manejar y del tiempo enjuague final, aplicando la ecuación 2.1.

Datos:

$t = 5 \text{ min}$ (Tiempo de la etapa de enjuague final)

$$V = 0.319 \text{ m}^3$$

El volumen total del circuito es 4.16 m^3 la condición y la capacidad son calculas en base a tesis anteriores y cálculos para varios circuitos (líneas de tuberías, silo de almacenamiento, tanques de pasteurizador etc.); en nuestro caso se va considerar un volumen de 0.3 m^3 suficiente cantidad de agua para la limpieza total de tanque de leche ya que es un deposito intermedio de una capacidad 1200L.

Dimensionamiento del tanque de almacenamiento.

Para el dimensionamiento se tomó en cuenta el diseño de todas las etapas; con el volumen total establecer la capacidad total del tanque de almacenamiento de agua.

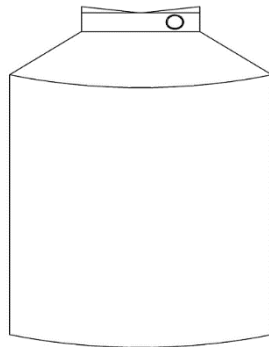


Figura 2.10.- Diseño del tanque de almacenamiento de agua.

Capacidad: 600 L

Diámetro: 1.55/0.55 m

Altura: 1.5 m

Se toma los datos de un tanque con una capacidad de 600 L, ya que es la existe en el mercado la más cercana a nuestro volumen total del ciclo de limpieza.

Soporte para el tanque

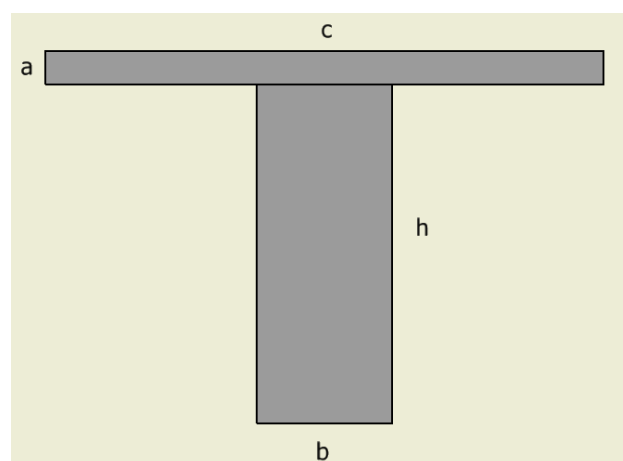


Figura 2.11.- Soporte para el tanque de agua

El tanque de almacenamiento se instaló en la loseta que ya existía en el centro de acopio y de acuerdo a esto se diseñó todo el sistema. La loseta tiene las siguientes medidas:

$h = 1 \text{ m}$, $b = 40 \text{ cm}$, $a = 10 \text{ cm}$, $c = 1.65 \text{ m}$

2.2 Diagrama de flujo

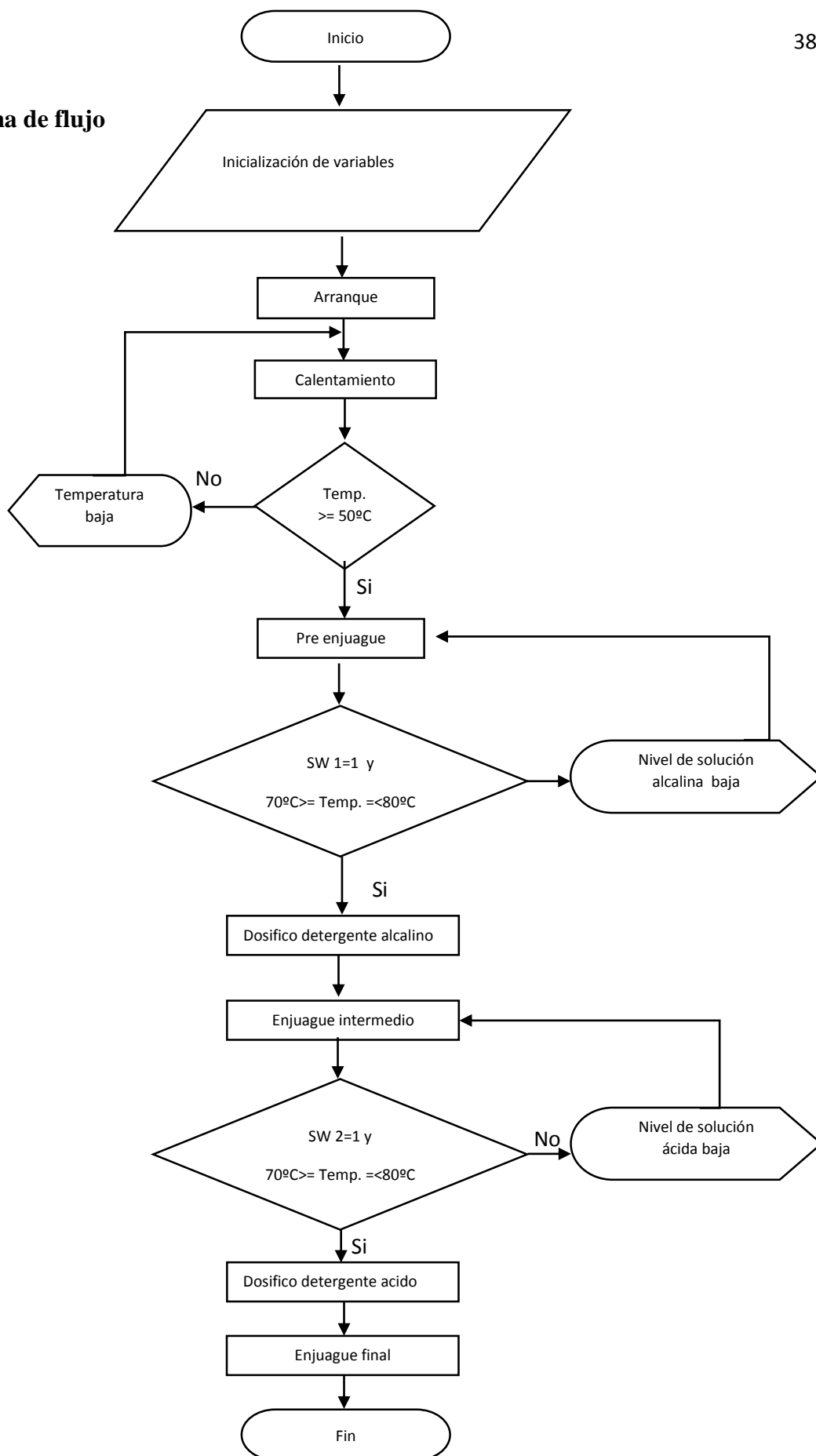


Figura 2.12 Diagrama del proceso general de limpieza

Donde:

Temp. = Temperatura

SW1= Switch 1 (Sensor de nivel solución alcalina)

SW2= Switch 2 (Sensor de nivel solución ácida)

2.3.- Cálculos para la bomba

Es importante conocer la potencia de la bomba para la circulación; para el cálculo se toma en consideración del diámetro de la tubería y la velocidad del flujo que va circular dentro de la tubería.

2.3.1.- Cálculo del caudal

$$Q = A * v$$

Ecuación 2.2 Determinar el caudal

$$A = \pi \frac{d^2}{4}$$

Ecuación 2.3 Área

Donde:

$Q = \text{caudal}$

$d = \text{diámetro de la tubería}$

$v = \text{velocidad del flujo del fluido}$

Datos:

$$d = 1 \text{ in} = 0.025 \text{ m}$$

$$v = 2.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = \pi \frac{(0.025)^2}{4} * 2.1$$

$$Q = 0,00103 \frac{m^3}{s}$$

2.3.2.- Determinar si es flujo turbulento

$$Re = \frac{d * v * \rho}{\mu}$$

Ecuación 2.4 Número de Reynolds.

Donde:

Re = Número de Reynolds

ρ = densidad del flujo

u = constante

v = velocidad

$$Re = \frac{(0.025)(2.1)(1000)}{8.10^{-4}}$$

$$Re = 6,562.5$$

El flujo es turbulento $Re > 4000$

2.3.3.- Calculo de las perdidas

Se utiliza la ecuación de Bernoulli con algunas consideraciones para los cálculos respectivos:

$$H = z_2 - z_1 + \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + hL$$

Ecuación 2.5 Energía agregada al fluido mediante un dispositivo mecánico

Donde:

P_1 = Presión inicial a la que se encuentra el fluido

ρ = Peso específico del fluido

z_1 = Altura de donde se impulsa el fluido

v_1 = Velocidad inicial del fluido

g = Aceleración de la gravedad

H = Energía que se agrega al fluido mediante un dispositivo mecánico (bomba)

z_2 = Altura a la que debe llegar

h_L = Pérdidas de energía del sistema por fricción en las tuberías, o por pérdidas menores por válvulas y otros accesorios

v_2 = Velocidad del fluido en el punto 2

P_2 = Presión a la que se encuentra el fluido en el punto 2

Se considera para el cálculo lo siguiente:

- Sistema lleno
- Fluido incomprensible (Solución de lavado)
- Velocidad en el punto 1 y 2 son iguales
- La presión en el punto 1 y 2 son iguales.

Entonces:

$$H = z_2 - z_1 + h_L$$

Ecuación 2.6 Energía agregada la bomba centrífuga.

2.3.4.- Pérdidas de energía por fricción en tuberías

Se utiliza la ecuación de Darcy para la pérdida de energía en toda la longitud de tubería.

$$hL = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot \phi \cdot g}$$

Ecuación 2.7 Pérdidas de energía por fricción en tuberías

Donde

f = Factor de fricción (adimensional)

L = Longitud de la corriente de flujo

g = gravedad

2.3.5.- Factor de fricción

Para el cálculo se necesita conocer la rugosidad absoluta del tipo de material que se trabaje, en este caso es plástico (PE, PVC).

$$\varepsilon = 0,0015 \text{ mm} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$D = 0.0254 \text{ m}$$

$$\varepsilon_r = \frac{K}{D}$$

Ecuación 2.8 Rugosidad relativa

Donde:

K = cociente entre la rugosidad absoluta

D = diámetro de la tubería.

Despejando K ;

$$K = \frac{\varepsilon}{D}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{1,5 \cdot 10^{-6}}{2,54 \cdot 10^{-2}}$$

$$K = 5,9 \cdot 10^{-5}$$

Se utiliza la correlación de Pavlov para determinar el factor de fricción:

$$f = \left(-2 \log \left(\frac{1}{3.7} \left(\frac{e}{\phi} \right) \right) + \left(\frac{6.81}{Re} \right)^{0.9} \right)^{-2}$$

Ecuación 2.9 Correlación de Pavlov

Para $2 \cdot 10^3 < Re < 1 \cdot 10^8$ y $\frac{e}{\phi} < 0.05$

$$f = \left(-2 \log \left(\frac{1}{3.7} (5,9 \cdot 10^{-5}) \right) + \left(\frac{6.81}{6,562 \cdot 10^4} \right)^{0.9} \right)^{-2}$$

$$f = 0.0074$$

Luego conociendo la longitud de la corriente de flujo que es de 15 m., se reemplaza en la ecuación de Darcy.

L= 15 m

$$hL = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot \phi \cdot g}$$

Ecuación 2.10 Ecuación de Darcy

$$hL = \frac{0.0074(15)(2.1)^2}{2(0.025)(9.81)}$$

$$hL = 0.997 \text{ m} = 1 \text{ m}$$

Perdida de energía en la tubería es 1 m.

2.3.6.- Pérdidas menores, según el coeficiente de resistencia

En la línea se tiene:

- 10 codos de 90°
- 1 válvula de esfera
- 1 rociador
- 2 codos de 45°
- 2 Tee paso directo
- 1 Tee paso por el ramal

$$hL1 = k_1 \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 2.11 Pérdidas menores, según el coeficiente de resistencia.

k = coeficiente de resistencia

Tabla 2.1.- Valores del coeficiente de resistencia (Mott, 2006)

Elementos	Coeficiente de resistencia
Unión roscada	0.08*f
Codo 90°	30*f
Codo 45°	16*f
Tee paso directo	20*f
Tee paso por el ramal	60*f
Válvula de retención	100*f
Válvula esférica	10*f
Rociador	-

Datos:

$$\Delta z = 2 \text{ m}$$

$$hL_1 = hL + k_1 \frac{v^2}{2g} + k_2 \frac{v^2}{2g} + k_3 \frac{v^2}{2g} + k_4 \frac{v^2}{2g} + k_5 \frac{v^2}{2g} + k_6 \frac{v^2}{2g} + k_7 \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 2.12 Perdida total, según el coeficiente de resistencia

$$\begin{aligned} hL_1 = & 1 + 0.08(0.0074)(6) \frac{(2.1)^2}{2(9.8)} + 100(0.0074) \frac{(2.1)^2}{2(9.8)} + 16(0.0074)(2) \frac{(2.1)^2}{2(9.8)} \\ & + 20(0.0074)(2) \frac{(2.1)^2}{2(9.8)} + 60(0.0074) \frac{(2.1)^2}{2(9.8)} + 30(0.0074)(10) \frac{(2.1)^2}{2(9.8)} \\ & + 10(0.0074)(2) \frac{(2.1)^2}{2(9.8)} \end{aligned}$$

$$hL_1 = 1 + 0.00079 + 0.17 + 0.053 + 0.067 + 0.099 + 0.49 + 0.033$$

$$hL_1 = 1.91 \text{ m}$$

Entonces la carga total de la bomba es:

$$H = \Delta z + hL_1$$

$$H = 2 + 1.91$$

$$H = 3.91 \text{ m}$$

Se multiplica la carga por la gravedad para poder calcular la potencia de la bomba.

$$H1 = H * g$$

$$H1 = 3.91 (9.8)$$

$$H1 = 38.32 \frac{J}{kg}$$

2.3.7.- Potencia de la bomba

$$P = \frac{Q * H1 * \rho}{n}$$

Ecuación 2.13 Potencia de la bomba

Donde:

P= Potencia de la bomba

H1= Carga total

Q= Caudal

ρ = densidad del fluido

n= eficiencia de la bomba

Para el cálculo de la potencia de la bomba se tiene el valor de la eficiencia en 60% que es un valor adecuado.

$$P = \frac{0.00103 * 38.32 * 1000}{0.6}$$

$$P = 65.78 \frac{J}{s}$$

$$P = 0.088 \text{ hp}$$

2.4.- Equipos y elementos que conforman el sistema

En esta parte se describirán los equipos y elementos que forman parte del sistema, entre los principales dispositivos se encuentra el PLC, el cual controlara todo el proceso del sistema de lavado, además se dispone de un calefón a gas para la etapa de calentamiento de agua, se utiliza una bomba de agua que me permitirá circular el agua, también se utiliza sensor de temperatura para el control de temperatura del agua, igualmente se utilizara sensores de nivel de líquidos y otros dispositivos que forman todo el sistema.

2.5.- Definición de los módulos.

En esta parte se va dividir el sistema en varios bloques, ya que dentro del sistema de lavado automático se cumplen varias funciones, resulta fácil llevar una división de módulos.

Se puede establecer cuatro partes fundamentales dentro del sistema.

- La temperatura de agua va desde el precalentamiento en el calefón hasta el calentamiento en el caldero.
- La dosificación de las soluciones va desde el recipiente hasta la mezcla homogénea dentro de la tubería.
- La circulación del agua va desde el tanque de almacenamiento de agua fría o desde el recipiente de agua caliente hasta el rociador.
- La automatización del sistema empieza con el encendido del calefón y termina en la activación de la bomba.

2.6- Solución para cada bloque

2.6.1- Bloque 1

Este método cumple la siguiente función:

- Temperatura de agua entre 70-80°C

2.6.1.1- Alternativas de solución para el bloque 1

Para determinar las alternativas de solución de este bloque se realiza algunas combinaciones necesarias cuyos componentes sean compatibles entre sí.

Alternativas:

1. Calentador eléctrico
2. Calentador a gas
3. Quemador a diésel
4. Calentador Híbrido

2.6.1.2- Evaluación y selección del bloque 1

En la etapa de calentamiento se consideró diferentes tipos de fuentes de calor que proporcione una temperatura en un rango de 70° a 80°C, que se utiliza en el proceso de lavado y se detallan a continuación:

Tabla 2.2.- Alternativas de solución de fuentes de calor (Moreno et al., 2014)

Fuente de calor	Eficiencia	Restricción De Recurso	Costo de instalación	Consumo de energía eléctrica	Mantenimiento	Seguridad
Calentador eléctrico	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Medio	Alto
Calentador a gas	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Alto
Quemador a diésel	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
Calentador Híbrido	Alto	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto

Según la tabla, la solución que más se ajusta a los criterios es el calentador a gas, ya que se puede obtener agua caliente de manera inmediata, bajo consumo de gas, eficiencia alta y fácil mantenimiento, ver la figura 2.13.



Figura 2.13.- Calefón a gas marca Yang de 26 litros.

Se seleccionó el calefón a gas marca Yang de 26 litros, este dispositivo calienta agua hasta 80°C para la etapa de solución alcalina y acida.



Figura 2.14.- Caldero capacidad para 200 litros

El tanque de almacenamiento tiene una capacidad de 200 Litros; este tanque va almacenar agua precalentada del calefón y aumentar la temperatura hasta el rango de 70-80°C.

2.6.2.- Bloque 2

Este método cumple la siguiente función:

- Dosificación de solución alcalina a 1.5%
- Dosificación de solución acida entre 1-2%

2.6.2.1.- Alternativas de solución para el bloque 1

Alternativas:

1. Goteo constante
2. Venturi
3. Presión Negativa

2.6.2.2- Evaluación y selección del bloque 2

En la etapa de dosificación se listan a continuación los criterios más importantes:

- Suministración del líquido de forma precisa y exacta.
- Dosificación con un tiempo determinado.
- Fácil mantenimiento e instalación.

La evaluación de los criterios se detalla a continuación:

Tabla 2.3.- Alternativas de solución de dosificadores para los reactivos (Moreno et al., 2014)

Tipos de dosificadores	Caudal de dosificación	Nivel de mantenimiento	Costo de implementación	Instalación	Resistente a la corrosión
Goteo constante	Bajo	Alto	Medio	Medio	Medio
Venturi	Alto	Medio	Bajo	Medio	Medio
Presión negativa	Medio	Medio	Bajo	Medio	Alto

De acuerdo a la tabla, la solución que más se ajusta a los criterios en la etapa de dosificación es por presión negativa por la facilidad de implementación y mantenimiento; además este tipo de sistema brinda un caudal suficiente en la salida para la mezcla homogénea con el agua y la solución; ya que se utiliza una bomba de diafragma que funciona con un motor eléctrico. Ver figura 2.15.

El diagrama siguiente se utiliza en la etapa de dosificación

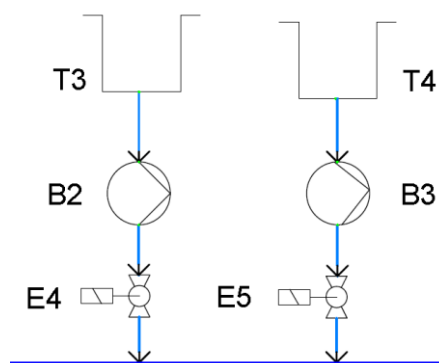


Figura 2.15.- Sistema de dosificación de la soluciones

Donde:

Solución alcalina

Solución ácida

T3= Recipiente

T4= Recipiente 4

B2= Micro bomba

B3= Micro bomba

E4= Electroválvula

E4= Electroválvula

2.6.3.- Bloque 3

Este método cumple la siguiente función:

- Circulación de agua fría y caliente.

2.6.3.1- Alternativas de solución para el bloque 3

Alternativas:

1. Bomba centrífuga
2. Bomba de desplazamiento positivo
3. Bomba anillo de líquido

2.6.3.2- Evaluación y selección del bloque 3

En esta etapa se toma tres posibles soluciones que ayudara a circular el agua durante todo el proceso de lavado del tanque de leche.

Tabla 2.4.- Alternativas de solución para la circulación de agua.

Bomba	Aplicación	Manteni miento	Dificultad de instalación	Costo	Productos de viscosidad
Centrífuga	Láctea	Bajo	Medio	Bajo	Baja
Anillo de líquido	Láctea	Medio	Medio	Medio	Alta
Desplazamiento positivo	Láctea	Alto	Medio	Medio	Alta

Los tres tipos de bombas se utilizan en la industria láctea pero cada una tiene aplicaciones diferentes y la más apropiada son las bombas centrífugas; ya que se requiere para manejo de líquidos de baja viscosidad, es la más barata y más adaptable a diferentes condiciones de operación.



Figura 2.16.- Bomba centrífuga

Tabla 2.5.- Característica de la bomba centrífuga modelo CPM 610

Parámetros	Unidad/Valor
Alimentación	110 V, 60 Hz
Potencia	0,85 HP
Caudal	60 l/min
Diámetro	1 pulg.

2.6.4.- Bloque 4

Este método cumple la siguiente función:

- Control automático del sistema.

2.6.4.1.- Alternativas de solución para el bloque 4

Alternativas:

1. Microcontrolador
2. PLC

2.6.4.2.- Evaluación y selección del bloque 4

Para determinar el elemento que se utilizara en la etapa del control se tiene como opción dos maneras de controlar todo el proceso de lavado, mediante la programación de un algoritmo de control en un microcontrolador o un controlador lógico programable (PLC), los mismos que cumplan las necesidades requeridas.

Tabla 2.6.- Alternativas de solución del control secuencial de procesos (Moreno et al., 2014)

Controlador	Robustez	Dificultad de instalación	Capacidad de procesamiento	Entradas analógicas	Salidas digitales
Microcontrolador	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio
Controlador lógico programable (PLC)	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Medio

El controlador lógico programable (PLC) es la más adecuada para el control de todo el proceso de lavado por su robustez, sus componentes confiables, capacidad de entradas y salidas y por la gran utilización en la industria de automatización son las razones por las cuales se selecciona el elemento.

2.7.- Tubería Roscable

En el sistema se va a implementar la red de tubería con PVC plastigama tanto para agua fría y agua caliente.

Tabla 2.7.- Tabla de resistencia de la tubería y accesorios plastigama para agua fría y caliente.

Temperatura °C	Tiempo de vida útil años	Presión 1 MPa	
		Precisión permisible de trabajo o servicio	
20	25	1.15	166.8
	50	1.00	145
30	25	0.90	130.5
	50	0.90	130.5
40	25	0.70	101.5
	50	0.65	94.3
50	25	0.50	72.5
	50	0.45	65.3
60	25	0.35	50.8
	50	0.30	43.5
70	20	0.25	36.3
	25	0.20	29
80	10	0.20	29
	20	0.15	21.8
85	5	0.10	14.5
	10	0.10	14.5

Accesorios para el sistema

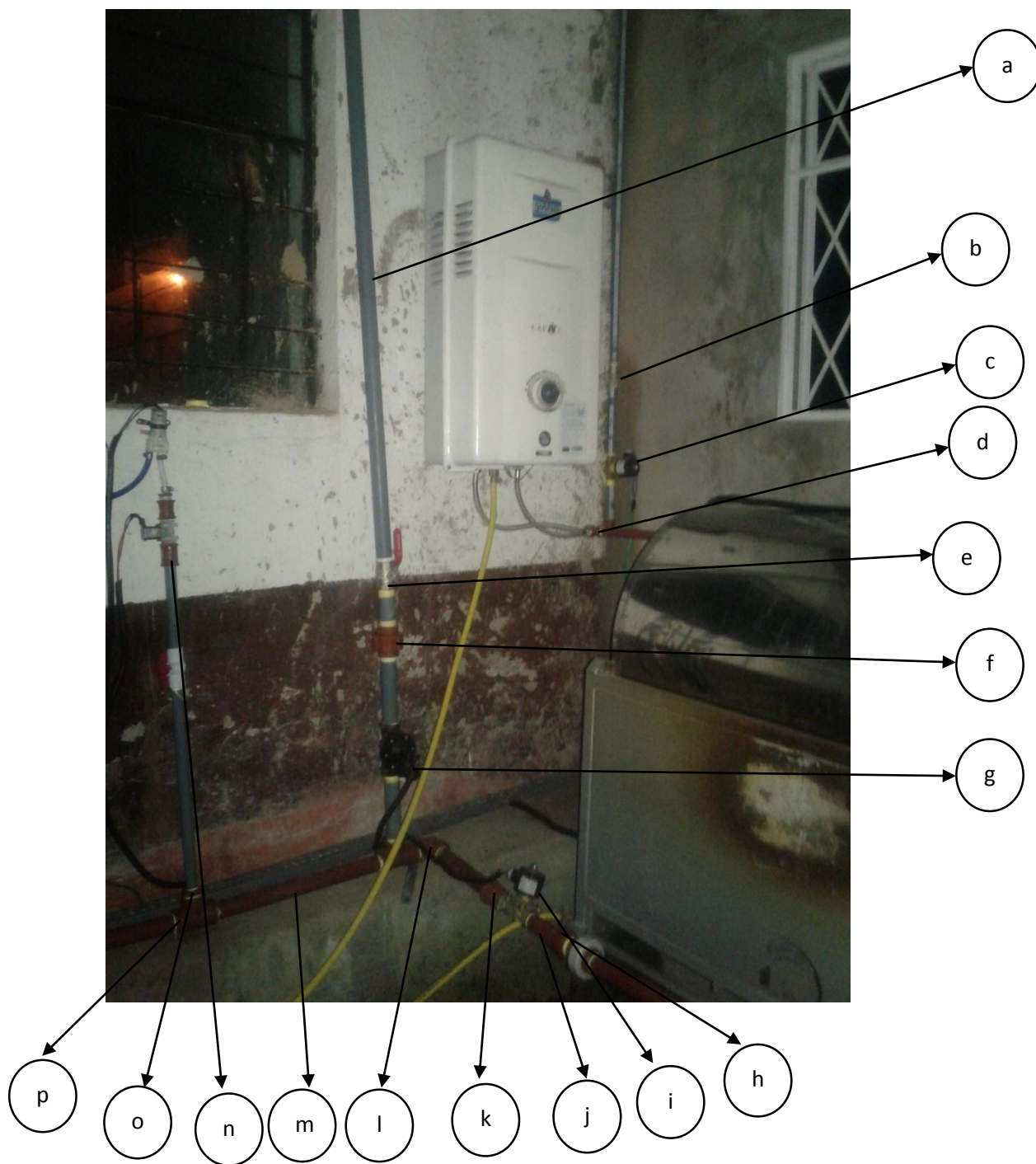


Figura 2.17.- Accesorios en el sistema

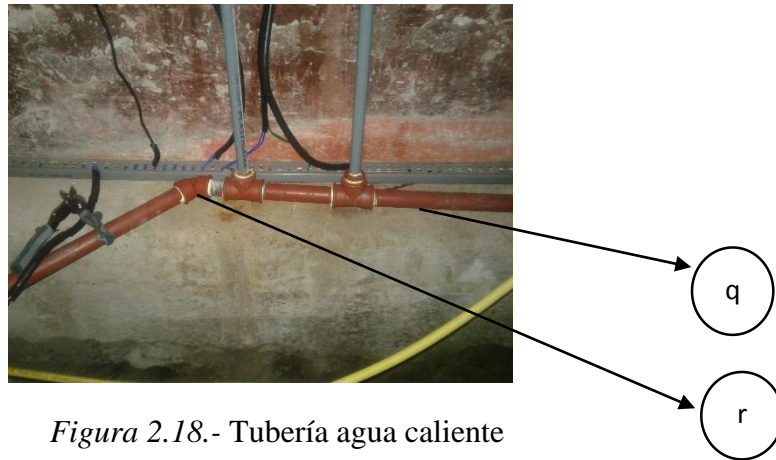


Figura 2.18.- Tubería agua caliente



Figura 2.19.- Universal y codo a la entrada al tanque

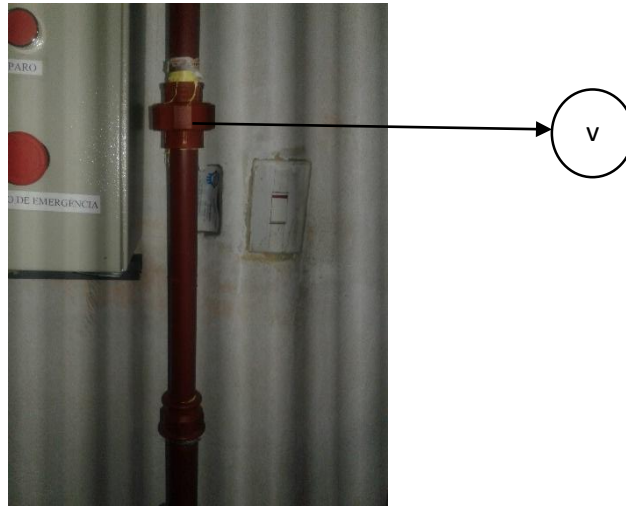


Figura 2.20.- Accesorio agua caliente

Tabla 2.8.- Tubería y accesorios plastigama para agua fría y caliente.

CODO HH 90°		NEPLO C/TUERCA	
Pulgada	Símbolo		
1	L		
3/4	S		
1/2	D		

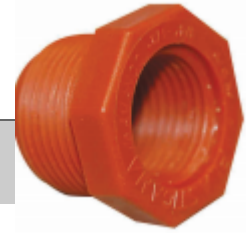
TEE		CODO HH 45°	
Pulgada	Símbolo	Pulgada	Símbolo
1	p	1	r

UNIÓN**Pulgada Símbolo**

1/2	n
-----	---

**REDUCTOR****Pulgada Símbolo**

1	o
---	---

**UNIÓN UNIVERSAL****Pulgada Símbolo**

1	f
---	---

3/4	v
-----	---

1/2	u
-----	---

**UNIÓN REDUCTORA****HH****Pulgada Símbolo**

1	h, k
---	------

3/4	t
-----	---

**NEPLO****Pulgada Símbolo**

3/4	J
-----	---

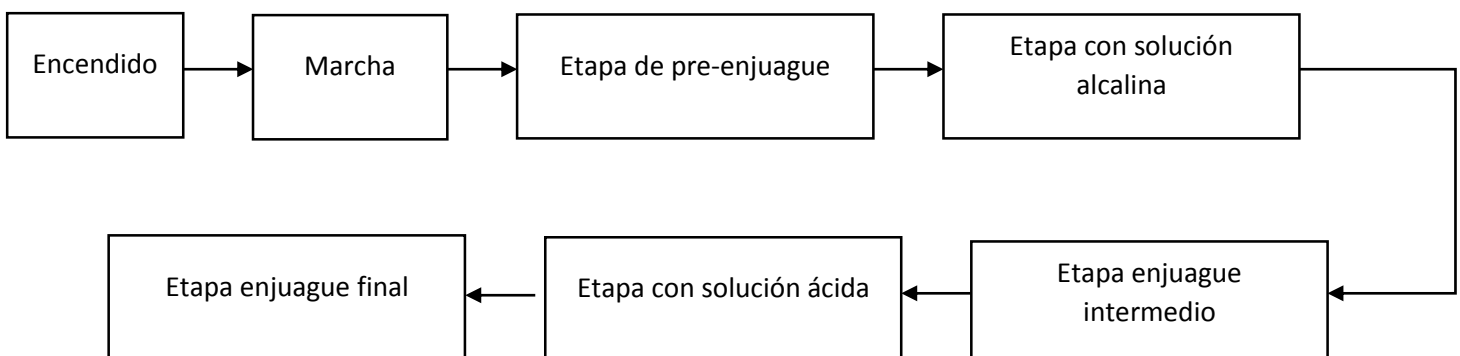
**Símbolo Elemento**

A	Tubería agua fría
---	-------------------

q, m	Tubería agua caliente
------	-----------------------

b, e	Llave de paso
------	---------------

c, g, i	Electroválvula
---------	----------------

2.8.- Sistema de Control

2.8.1.- Control secuencial del proceso

El sistema de control a utilizar es control secuencial de acuerdo a las condiciones programadas, señal de los sensores y los tiempos programados en cada etapa de limpieza, es controlado por un Controlador lógico programable (PLC).

La secuencia de todas las etapas de limpieza se necesita que sea de manera ordenada, cumpliendo las normas que presiden estos procedimientos, mejorando tiempos y recursos.

2.8.2.- Controlador lógico programable (PLC)

El PLC LOGO! 230 RCE controlara todas las etapas de lavado mediante una programación en Ladder de acuerdo a las señales de los sensores, el tiempo establecido se activara cada actuador durante todo el proceso de lavado.

Las etapas son: etapa de pre enjuague, en donde se utiliza electroválvulas, bomba centrífuga, micro bombas, sensor de temperatura, sensor de nivel de líquidos, etc. El proceso empieza con la activación de la electroválvula en la entrada al calefón y la electroválvula en la salida del caldero para la circulación de agua en la etapa de pre enjuague. La etapa con solución alcalina contiene un micro bomba, electroválvula para la dosificación, bomba centrífuga y la electroválvula del caldero, se activan cuando la temperatura del agua está entre 70-80°C. En la etapa de enjuague intermedio se activa la electroválvula de agua fría y la bomba centrífuga. La etapa con solución acida es igual al proceso de la segunda etapa. Posteriormente, el enjuague final cumple la misma función que la tercera etapa.

Tabla 2.9.- Entradas del controlador.

ENTRADA	ELEMENTO
I1	Marcha
I2	Paro
I3	Nivel solución alcalina
I4	Nivel solución acida
I5	Flotador eléctrico
I6	Paro de emergencia
AI1	Entrada analógica

Tabla 2.10.- Salidas del controlador.

SALIDA	ELEMENTO
Q1	Electroválvula 1 (Entrada agua a calefón)
Q2	Electroválvula 2 (Salida agua caliente)
Q3	Bomba centrífuga
Q4	Electroválvula 4 (Paso de gas)
Q5	Micro bomba y electroválvula solución alcalina
Q6	Micro bomba y electroválvula solución acida
Q7	Electroválvula 7 (Salida agua fría)
Q8	Encendedor del caldero

El PLC funcionara con la programación interna, monitoreando las entradas y de esa manera modificar las salidas.



Figura 2.21.- Controlador Lógico Programable Logo 8

2.8.3.- Módulo de Expansión DM8 230R

El módulo de expansión LOGO! DM8 230R de Siemens trabaja con tensión a 115/ 230 VAC. Dispone de 4 entradas digitales y 4 salidas digitales (relés). El módulo de expansión se puede utilizar en diferentes aplicaciones industriales por ejemplo, automatización de procesos, para sistemas de control de máquinas en procesos y de fabricación, en la construcción, para el control de tiempos de bombas, electroválvulas, sensores. Se va a utilizar este módulo por las 8 salidas digitales que se tiene en el sistema, ya que el controlador solo dispone de 4 salidas digitales.



Figura 2.22.- Módulo de Expansión DM8 230R

2.8.4.- Sensor Pt 100

Los sensores térmicos resistivos denominados RTD (también conocidos como bulbos de resistencia) varían su resistencia eléctrica con los cambios de temperatura. La gran mayoría de estos sensores son lineales en un amplio rango de temperatura.

Los RTD son clasificados por su resistencia nominal a 0 °C. Por ejemplo, un sensor RTD muy común es el Pt100 de platino con R=100 ohmios a 0 °C.



Figura 2.23.- Sensor de temperatura Pt100

El sensor Pt100 se va a utilizar para medir la temperatura del agua que esta almacenada en el caldero. La salida del sensor no es tan lineal, pero para eso se utiliza el controlador de temperatura que acondiciona la señal. Ver figura 2.24

2.8.4.1.- Control de temperatura

El controlador de temperatura recibe datos de un sensor de temperatura y emite datos conectados a un elemento de control como un termopar o RTD; entonces compara la temperatura real con la temperatura de control deseada, o punto ajustado, y emite datos a un elemento de control. El controlador es una parte de todo el sistema de control, y se debería analizar el sistema completo a la hora de seleccionar el controlador adecuado.

(“IMO Precision Controls - Controladores de temperatura,” n.d.)



Figura 2.24.- Visualizador de temperatura FT100 MaxWell

Para observar la temperatura del agua durante el proceso de calentamiento, se optó un visualizador de temperatura que se conecta con el sensor PT100. En todo el proceso de

limpieza no es necesario controlar la temperatura de manera puntual, de acuerdo a las hojas técnicas de los detergentes la temperatura debe estar entre 60 a 80° C.

2.8.4.2.- Módulo de expansión LOGO! AM2 RTD

El módulo de ampliación LOGO! AM2 RTD incorpora entradas PT100/PT1000. Al módulo se pueden conectarse como máximo dos sensores PT100 o dos sensores PT1000, o bien un sensor PT100 más un sensor PT1000 en una conexión de 2 o 3 hilos, o utilizar una conexión combinada de 2 o 3 hilos.

(“Logo_s.pdf,” n.d.)

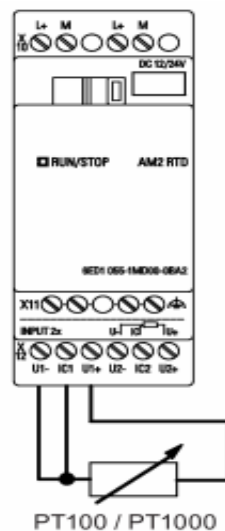


Figura 2.25.- Módulo de Expansión AM2 RTD conexión 3 hilos

En el módulo de expansión AM2 RTD se va a conectar el sensor Pt100 de 3 hilos; ya que el controlador LOGO! 230 RCE no dispone entradas analógicas (Ver figura 2.25).

2.8.5- Control de nivel

Para controlar el nivel de líquido del tanque de almacenamiento de los detergentes, se seleccionó un sensor infrarrojo (ver figura 2.26); este sensor es diseñado para la detección de presencia de objetos, su distancia de detección es ajustable; este sensor detectara el nivel de detergente dentro del recipiente.



Figura 2.26.- Sensor infrarrojo E18-D80NK

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Corriente de trabajo: 25-100mA
- Rango de detección: 3cm a 80cm
- Emisor de luz: Led infrarrojo
- Sensor fotoeléctrico infrarrojo
- Salida: Tipo NPN normalmente abierto
- Dimensiones: D17mm*L45mm
- Material de la carcasa: plástico
- Temperatura de trabajo: -25 a 70°

CONEXIONES

- Cable Marrón: +5V DC (VCC)
- Cable Azul: 0V (GND)
- Cable Negro: Salida tipo NPN (Detección: 0V, Reposo: 5V)

(“Sensor de proximidad fotoeléctrico Infrarrojo E18-D80NK,” n.d.)

2.8.6.- Sensor de nivel de líquidos

Para controlar el nivel de líquido del tanque de almacenamiento de agua caliente se utiliza el interruptor flotante.



Figura 2.27.- Interrupor flotante (Sensor de nivel)

CAPITULO 3

3.1.- DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

En los costos de construcción del sistema se considera todos los elementos mecánicos y eléctricos que forman parte de todo el sistema de lavado del tanque de almacenamiento de leche.

A continuación se detallan los costos de cada uno:

3.1.1- Etapa de dosificación

Tabla 2.11.- Descripción de los costos de materiales

No.	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Micro bomba	2	16.15	32.3
2	Electroválvula ½ pul	2	12.75	25.5
3	Unión ½ pul	4	0.85	3.40
4	Acople roscada ½ pul a manguera ½	2	3.50	7.00
5	Recipientes de 5 litros	2	3.75	7.50
6	Embudos	2	0.65	1.30
7	Tubería PVC ½ pul	1 m	1.50	1.50
8	Abrazadera de ½ pul	6	0.35	2.10
VALOR TOTAL:				\$ 80.60

3.1.2.- Tablero de control

Tabla 2.12.- Descripción de los costos de materiales del tablero de control

No.	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Canaleta ranurada 25x40 gris	4	5.31	21.24
2	Pulsador hongo retirado 22mm	1	2.50	2.50
3	Selector 22mm 2 posiciones CAMSCO	1	3.04	3.04
4	Pulsador de marcha metálico	1	2.01	2.01
5	Pulsador de paro rojo metálico	1	2.01	2.01
6	Luz piloto verde 110V	2	1.43	2.86
7	Luz piloto roja 110V CAMSCO	1	1.43	1.43
8	Luz piloto amarilla 110V	1	1.43	1.43
9	Luz piloto azul 110V	1	1.43	1.43
10	Bornera para riel 4mm	20	0.40	8.00
11	Bornera de tope final	6	0.22	1.32
12	Breaker riel 1x10A EBASEE	1	5.36	5.36
13	Amarra plástica	1	0.89	0.89
14	Flexible #18	18	0.18	2.88
15	Flexible #16	33	0.32	10.56
16	Flexible #14	40	0.40	16.00
17	Bornera riel 16mm N4	4	1.21	4.84
18	Alambre de timbre	30	0.15	4.50

19	Contactor LS 12 ^a 3HP 3.5KW 110/220V	1	17.95	17.95
20	Riel DIM P/breaker bronce	1	2.68	2.68
21	Cable flexible #12			
22	Cable sucre No2x12	5	1.23	6.16
23	Borne 10 ^a	6	0.18	1.07
24	Espiral	10	0.75	7.50
25	Gabinete doble fondo 40x40x20	1	38.49	38.49
26	Sensor Pt100	1	19.00	19.00
27	Controlador de temperatura	1	79.73	79.73
28	PLC LOGO 8 230RCE	1	180.00	180.00
29	Módulo AM2 RTD	1	150.00	150.00
30	Módulo Dm8	1	100.00	10.00
31	Sensor Infrarrojo	2	9.92	19.84
32	Interruptor eléctrico	1	26.00	26.00
VALOR TOTAL				\$ 740.72

3.1.3.- Accesorios y tubería para agua fría y caliente

Tabla 2.13.- Descripción de los costos de accesorios y tubería

No.	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Codo 90° de 1 pul	8	2.08	16.64
2	Tee 1 pul	3	2.13	6.39
3	Codo 45° de 1 pul	2	2.08	4.16

4	Llave de paso 1 pul	1	4.65	4.65
5	Universal 3/4 pul	2	2.20	4.40
6	Universal 1/2 pul	1	1.15	1.15
7	Universal 1 pul	1	2.50	2.50
8	Reducción 1 a ¾	3	1.30	3.90
9	Reducción ¾ a ½	1	1.10	1.10
10	Unión ¾	1	0.90	0.90
11	Codo 90° de ¾	2	1.80	3.60
12	Codo 90° de ½	3	1.18	3.54
13	Unión de ½	1	0.80	0.80
14	Unión de 1	1	1.35	1.35
15	Llave de paso de ½ pul	1	2.50	2.50
16	Acople de manguera a tubo	1	0.30	0.30
17	Tubo PVC roscable 1 pul	5	4.98	24.91
18	Teflón amarillo ½ pul	10	0.50	5.00
19	Tubo PVC roscable ¾ pul	12	2.33	28
20	Tubo PVC roscable ½ pul	6	2	12
21	Tanque Rotoplast 600 Litros	1	97.44	97.44
22	Tubo plastigama ½ pul agua fría	1	6.88	6.88
23	Tubo plastigama 1 pul agua fría	1	11.53	11.53
24	Calefón a gas marca Yang 26 litros	1	280.00	280.00
25	Bomba centrifuga Cpm610	1	180.00	180.00
26	Rociador de limpieza	1	85.00	85.00
27	Caldero de 200 litros	1	350.00	350.00
28	Electroválvula 1 pul	1	37.01	37.01
29	Electroválvula ¾ pul	1	49.27	49.27
30	Electroválvula ½ pul	1	42.05	42.05

31	Taco Fisher y tornillos	15	0.05	0.75
32	Lámina de tool	1	3	3
TOTAL				\$ 1270.72

3.1.4.- Costo total del proyecto

Tipo de costo	Costo total
Etapa de dosificación	80.60
Tablero de control	740.72
Accesorios y tuberías	1270.72
TOTAL	\$ 2092.04

La mano de obra y la instalación no están incluidos en los costos de construcción en la tabla anterior. La instalación de elementos mecánicos, eléctricos y la programación del PLC se lo hará el estudiante encargado de la investigación.

3.2.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS

3.2.1.- Etapa de pre enjuague

En esta etapa el calentador de agua funciona normalmente; con el paso de agua se enciende el calefón. La temperatura a la que se almacena el agua en caldero esta entre 47-50° C en un rango de tiempo de 10 a 15 min.

Temperatura (°C)	Tiempo (min) Prueba	Tiempo (min) Prueba	Tiempo (min) Prueba	Tiempo (min) Prueba	Tiempo (min) Prueba
	1	2	3	4	5
13	1	1	1	1	1
15	2	1	2	2	1
17	2	1	2	4	1
19	3	1	3	5	2
21	3	2	4	6	2
24	4	3	5	6	3
27	4	3	6	7	4
30	5	4	7	7	4
34	8	5	8	8	4
38	12	6	9	10	5
42	13	8	10	13	5
46	14	10	12	15	6
50	15	13	14	17	8
TOTAL	15	13	14	17	8

Tiempo (s)

De acuerdo a las pruebas de funcionamiento se toma en cuenta el tiempo total que se demora en llegar a la temperatura de 50° C.

$$Promedio = \frac{15 + 13 + 14 + 17 + 8}{5} = \frac{67}{5} = 13,4$$

El tiempo promedio a la que llega la temperatura de agua a los 50° C, es de 13 minutos y 40 segundos en la etapa de pre enjuague.

Al llegar a esta temperatura la bomba se activa durante 50 s.

El caldero tiene la función de calentar el agua precalentada hasta una temperatura de 70°C. El encendedor eléctrico funciona de forma normal durante 15s con la finalidad de que la chispa generada pueda encender al quemador. La cantidad de agua almacenada en el caldero es de aproximadamente 120 litros suficiente para las 3 etapas, en donde se utiliza agua caliente. El tiempo que tarda en calentarse el agua dentro del caldero se tiene a continuación:

Temperatura (°C)	Tiempo (min) Prueba 1	Tiempo (min) Prueba 2	Tiempo (min) Prueba 3	Tiempo (min) Prueba 4	Tiempo (min) Prueba 5
52	17	20	24	38	27
54	20	23	26	40	31
56	25	26	29	44	35
58	28	27	32	46	39
60	30	29	35	47	44
62	32	32	39	54	50
64	34	35	42	59	55
66	36	38	45	1h04	58
68	40	42	49	1h09	1h02
70	45	44	58	1h15	1h05
72	55	52	1h05	1h20	1h10
TOTAL	55	52	1h05	1h20	1h10

Tiempo (s)

$$Promedio = \frac{55 + 52 + 65 + 80 + 70}{5} = \frac{322}{5} = 64.4 = 1h04$$

El tiempo promedio que tarda el agua a llegar a la temperatura de 70-72° C es 1h04.

3.2.2.- Etapa de solución alcalina

La temperatura de agua debe estar entre 70-80°C para la etapa con solución alcalina. Al llegar a este rango de temperatura la bomba se activa y hace circular agua caliente al tanque de almacenamiento de leche para remover toda la grasa incrustada en las paredes del tanque; actúa durante 4 minutos para que todo el vapor se evapore. Pasado este tiempo de manera inmediata se pasa a la siguiente etapa.

El tiempo de lavado en esta etapa es de 5 minutos.

Cantidad de solución		Agua
5 ml	Prueba 1	1 litro
4.9 ml	Prueba 2	1 litro
5.2 ml	Prueba 3	1 litro
5.1 ml	Prueba 4	1 litro
5 ml	Prueba 5	1 litro

Esta cantidad de solución se dosifica con el micro bomba.

$$\text{Promedio} = \frac{5 + 4.9 + 5.2 + 5.1 + 5}{5} = \frac{25.2}{5} = 5.04$$

La cantidad promedio que se dosifica en cada lavado es de 5.04 ml en un 1 litro de agua.

3.2.3.- Etapa de enjuague intermedio

De acuerdo a las pruebas de funcionamiento el tiempo máximo de circulación de agua en esta etapa es de 1m, suficiente para quitar los residuos de solución alcalina.

3.2.4.- Etapa de solución acida

Con las pruebas realizadas la circulación de agua caliente es de 50 s y el tiempo máximo de lavado del tanque en esta etapa es de 5 minutos, el vapor actúa dentro del tanque, con la finalidad de quitar todos los microorganismos adheridos en las paredes.

Cantidad de solución	Prueba	Agua
0.52 ml	Prueba 1	1 litro
0.48 ml	Prueba 2	1 litro
0.5 ml	Prueba 3	1 litro
0.49 ml	Prueba 4	1 litro
0.52 ml	Prueba 5	1 litro

$$Promedio = \frac{0.52 + 0.48 + 0.5 + 0.49 + 0.52}{5} = \frac{2.51}{5} = 0.502$$

La cantidad promedio que se dosifica en cada lavado es de 0.502 ml en un 1 litro de agua.

3.2.5.- Etapa enjuague final

En la etapa de enjuague final se hace circular agua durante 62 s con la finalidad de remover los residuos de la solución acida con agua a temperatura ambiente y hacer drenar todo el agua.

Pruebas	Tiempo (s)
Lavado 1	50
Lavado 2	55
Lavado 3	60
Lavado 4	70
Lavado 5	75
TOTAL	310

$$Promedio = \frac{310}{5} = 62 \text{ s}$$

Todo el proceso de lavado se demora 1h25, tiempo suficiente para quitar todo el residuo de la leche incrustada en las paredes del tanque. Y de acuerdo a las pruebas realizadas, el sistema cumple con las necesidades y requerimientos establecidos.

CAPITULO 4

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Para elección de la bomba se tomó varios parámetros como: pérdida de energía por fricción en tuberías, perdidas menores según el coeficiente de resistencia y de acuerdo a esto la potencia de la bomba es de $\frac{1}{2}$ HP, pero para la adquisición se hizo de $\frac{3}{4}$ HP, tomando en cuenta la temperaturas de agua máxima que es 80° C.

El correcto diseño de los procesos de limpieza evita contaminación de la leche en los tanques de enfriamiento y para eso se tiene parámetros primordiales como son: tiempo, temperatura, velocidad de agua y la concentración de líquidos. La circulación de agua en cada una de las etapas es un promedio de 1 minuto. En la etapa con solución alcalina y ácida, después de circular el agua se dejó un tiempo de 5 minutos; con la finalidad de que el vapor actúe removiendo todos los residuos de la leche en el tanque; para que con la etapa de enjuague intermedio y final respectivamente sea más fácil de eliminar los residuos grasos y las proteínas.

Se instaló dosificación a presión negativa, en la cual se utilizó bombas de diafragma y electroválvulas. Los detergentes utilizados en este sistema son: Alcalino y Ridstone Acid con una dosis de 5 ml en 1 l en ambos casos.

Se implementó un calentador de depósito con el fin de aumentar la temperatura del agua ya precalentada con el calefón hasta los 80° C y aumentar el caudal; ya que el calefón a gas Marca Yang de 26 litros no tenía una salida de caudal suficiente para que funcione el rociador.

Los sistemas de limpieza que se utiliza son: Limpieza manual que algunas de las microempresas de leche lo realizan todavía en la actualidad, con la desventaja que de que el trabajador debe entrar y proceder a realizar la limpieza, y el resultado del lavado depende

mucho del estado de ánimo. Los sistemas CIP que tienen muchas ventajas como: optimiza y ahorro el consumo de agua, la limpieza automática en lugares inaccesibles, evita la manipulación de los detergentes químicos, etc.

El diseño y la implementación del sistema automático es basado en el funcionamiento de los sistemas CIP con cinco etapas: etapa de pre-enjuague, etapa con solución alcalina, etapa de enjuague intermedio, etapa con solución acida y etapa de enjuague final, que cumpla las normas de limpieza, aumentando la seguridad del trabajador y obtener una calidad óptima de leche. Este sistema es controlado por un PLC.

El volumen total de agua que va a utilizar de acuerdo a los cálculos es de $0.3 m^3$, pero con las pruebas de funcionamiento se observó que no es necesario toda esa cantidad de agua sino una 200 L.

El tiempo total que se demora en lavar el sistema es de 1h30 con respecto a la limpieza manual que es de 1h, cumpliendo con las necesidades requeridas. Obteniendo muchas ventajas como por ejemplo, se consigue que tanque enfriador de leche se encuentre en un mantenimiento de primer nivel y a un costo menor en comparación a los equipos que se tiene para este tipo de limpieza y tanques.

RECOMENDACIONES

Antes de realizar el sistema automático de lavado investigar y conocer las normas, buenas prácticas de manufactura a las cuales se rige la limpieza de equipos en la industria láctea.

Se recomienda verificar el lugar de las instalaciones de los equipos en el centro de acopio antes de realizar el diseño del sistema.

El diseño de la etapa de dosificación debe ser un sistema que cumpla las características exactitud y precisión para la dosificación de los reactivos.

Para la preparación de la solución alcalina y ácida, se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas, la dureza del agua y el contenido de hierro.

Para los cálculos y elección de la bomba se tiene en cuenta aspectos como pérdidas en el transcurso de la línea de sistema, además la bomba debe ser para agua caliente.

En la elección de los materiales se toma en cuenta la parte económica, los cálculos realizados anteriormente y el lugar donde se instalara.

Las mejoras que se debe realizar de este proyecto es la etapa de calentamiento, buscar un método de calentamiento que brinda en menor tiempo posible la temperatura de agua deseada.

Se debería diseñar dos tanques diferentes para la solución alcalina y acida con la finalidad de aumentar la presión de agua en la salida del rociador y mejorar la mezcla con el agua ya que de la soluciones depende mucho el lavado del tanque.

BIBLIOGRAFIA

1. Bylund, G., & Gómez, A. L. (2003). *Manual de industrias lácteas*. Ediciones Mundi-Prensa.
2. Campaña, L., & María, D. (2013). Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria de Productos Lácteos Pillaro Ubicada en el Cantón Pillaro - Tungurahua. Retrieved from <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/2636>
3. Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2006). *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*. McGraw-Hill Higher Education.
4. CP 0.25-2.2 kW_ES_60Hz.pdf. (n.d.). Retrieved from http://www.pedrollo.com/public/allegati/CP%200.25-2.2%20kW_ES_60Hz.pdf
5. Electroválvulas. (n.d.). Retrieved January 26, 2017, from <http://www.altecdust.com/soporte-tecnico/que-son-las-electrovalvulas>
6. ficha-304-304L.pdf. (n.d.). Retrieved from <https://www.cga.com.co/images/document/ficha-304-304L.pdf>
7. González, O. (2011, September 25). Limpieza en la industria lactea - Engormix. Retrieved October 25, 2016, from <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/industria-lechera/articulos/limpieza-en-la-industria-lactea-t3599/472-p0.htm>
8. Guia de Buenas Practicas Pecuarias en Leche - editada.pdf. (n.d.). Retrieved from <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/Guia%20de%20Buenas%20Practicas%20Pecuarias%20en%20Leche%20-%20editada.pdf>
9. Harutiunian, M. (2009). Limpieza efectiva de tanques y recipientes | Edelflex. Retrieved October 14, 2016, from <http://www.edelflex.com/articulo/limpieza-efectiva-de-tanques-y-recipientes>

10. Hurtado, M. G. (2014). *Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas*. INAE0209. IC Editorial.
11. IMO Precision Controls - Controladores de temperatura. (n.d.). Retrieved November 18, 2016, from <http://www.imopc.com>
12. Lavado de la Ordeñadora. (n.d.). Retrieved April 11, 2018, from <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/lavado-ordenadora-t27816.htm>
13. Logo_s.pdf. (n.d.). Retrieved from https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf
14. Lozano, M., Rolando, E., Vives, L., & Fernando, M. (2007). Diseño de un sistema de limpieza de tipo sanitario (cip) para industria de alimentos lacteos. Retrieved from <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4261>
15. Moreno, O., Fernando, B., Quiróz, R., & Andrés, S. (2014). Diseño y construcción de un sistema Clean In Place en base a la norma regional NTC 5245 para seis estaciones de ordeño en la Hacienda la Alborada ubicada en la provincia del Carchi. Retrieved from <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/9638>
16. Mott, R. L. (2006). *Mecánica de fluidos*. Pearson Educación.
17. rbpm.pdf. (n.d.). Retrieved from <http://www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/rbpm.pdf>
18. Reyes, C., & Manuel, L. (2010). Reingeniería del sistema de limpieza y sanitización por el metodo cip para las envasadoras de bebidas gaseosas. Retrieved from <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/10677>
19. Rodríguez, C. F., & Consulting, S. L. A. (2014). *Postres lácteos*. INAE0209. IC Editorial.

20. SEITA - Aplicaciones Sanitarias Clean in Place (CIP) - Conductividad. (n.d.). Retrieved January 14, 2017, from <http://www.seita.com.co/AplicacionesSanitariasCIP.htm>
21. Sensor de proximidad fotoeléctrico Infrarrojo E18-D80NK. (n.d.). Retrieved February 9, 2018, from <http://www.naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/236-sensor-infrarrojo-e18-d80nk.html>

ANEXOS

Normas de limpieza para el lavado del tanque

ANEXO A: CÓDIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO (CPE INEN-CODEX 57:2013)
HIGIENE PARA LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

3.2.4.3 Limpieza y desinfección del equipo de ordeño

- El equipo de ordeño y las cisternas (u otros recipientes) donde se almacena la leche deben limpiarse y desinfectarse completamente después de cada operación de ordeño, y secarse cuando proceda.
- El enjuague del equipo y las cisternas de almacenamiento después de la limpieza y desinfección debe eliminar todo residuo de detergente y desinfectante, salvo en caso de que las instrucciones del fabricante indiquen que el enjuague no es necesario.
- El agua utilizada para la limpieza y enjuague debe ser apropiada para tal fin, de tal manera que no determine la contaminación de la leche.

ANEXO B: BUENAS PRÁCTICAS PECUARIAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE
RESOLUCIÓN TÉCNICA N0. 0217
R.O. No. 842 DEL 30 DE NOVIEMBRE 2012

Artículo 34.- De los Equipos y Utensilios de Ordeño

- a) En caso de equipos de ordeño mecánico el mantenimiento debe ser continuo conforme a las especificaciones técnicas del fabricante, sistemas de conducción de leche, pulsaciones, número de ordeños, etc. Y se debe llevar un registro de mantenimiento.
- b) La leche debe ser filtrada, usar filtros desechables y deben ser eliminados después de cada uso (no de tela).
- c) Se debe realizar una limpieza adecuada de las áreas de ordeño, los equipos y utensilios para evitar la proliferación de bacterias.
- d) Se debe lavar la ordeñadora después de cada ordeño y el tanque cada vez que se vacíe, con agua caliente y detergente desinfectante alcalino y detergente ácido, luego realizar un enjuague con abundante agua y permitir el escurrimiento o drenaje de todas las partes de la ordeñadora y del tanque.

ANEXO C: REGLAMENTO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA ALIMENTOS
PROCESADOS.

Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002.

Buenas Prácticas de Manufactura (B.P.M.): Son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado y almacenamiento de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los alimentos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

ANEXOS

Características de los módulos

ANEXO D: MÓDULO DE EXPANSIÓN AM2 RTD

Módulos analógicos	LOGO! AM2 RTD
Tensión de alimentación	12/24 V DC
Rango admisible	10,8 ... 28,8 V DC
Entradas analógicas	2 x PT100 o PT1000 Conexión a 2 ó 3 hilos Detección automática de sensor
Rango de medida	-50 °C ... +200 °C
Rango de entrada	-
Resolución	0,25 °C
Longitud del cable (apantallado y trenzado)	10 m
Alimentación de sensores	1,1 mA
Pérdidas a 12 V DC a 24 V DC	0,3 ... 0,6 W 0,6 ... 1,2 W
Dimensiones (ancho x alto x prof.)	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm

ANEXO E: MÓDULO DE EXPANSIÓN DM8

Módulos digitales	LOGO! DM8 230R DM16 230R
Entradas	4/8
Tensión de entrada/alimentación	115/240 V AC/DC
Rango admisible	85 ... 265 V AC, 100 ... 253 V DC
con señal "0" con señal "1"	máx. 40 V AC mín. 79 V AC
Intensidad de entrada	0,08 mA
Salidas	4/8 relés
Intensidad permanente I _{th} (por borne)	5 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva
Protección contra cortocircuito	Protección externa necesaria
Frecuencia de conmutación	2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva
Pérdidas	1,1 ... 3,5 W (115 V AC) ... 4,5 ** 2,4 ... 4,8 W (240 V AC) ... 5,5 ** 0,5 ... 1,8 W (115 V DC) ... 2,9 ** 1,2 ... 2,4 W (240 V DC) ... 4,8 **
Dimensiones (ancho x alto x prof.)	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm 72 (4 módulos) x 90 x 53 mm

ANEXO F: PLC LOGO 8! 230RCE

Módulos básicos	LOGO! 230 RCE
Entradas	8
de ellas, como analógicas	–
Tensión de entrada/de alimentación	115/240 V AC/DC
Rango admisible con señal "0"	85 ... 265 V AC
con señal "1"	100 ... 253 V DC
Intensidad de entrada	máx. 40 V AC/30 V DC mín. 79 V AC/79 V DC, 0,08 mA
Salidas	4 relés
Intensidad permanente	10 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva
Protec. contra cortocircuito	Protección externa necesaria
Frecuencia de conmutación	2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva
Tiempo de ciclo	< 0,1 ms/función
Relojes horar. integrados/ reserva de marcha	sí/típ. 480 h; sin pila

ANEXOS

Características de los equipos

ANEXO G: TERMO RESISTENCIA PT 100 SEGÚN NORMA IEC 751

0	100,000	100,391	100,781	101,172	101,562	101,953	102,343	102,733	103,123	103,513
10	103,902	104,292	104,681	105,071	105,460	105,849	106,238	106,627	107,016	107,404
20	107,793	108,181	108,570	108,958	109,346	109,734	110,122	110,509	110,897	111,284
30	111,672	112,059	112,446	112,833	113,220	113,607	113,994	114,380	114,767	115,153
40	115,539	115,925	116,311	116,697	117,083	117,469	117,854	118,240	118,625	119,010
50	119,395	119,780	120,165	120,550	120,934	121,319	121,703	122,087	122,471	122,855
60	123,239	123,623	124,007	124,390	124,774	125,157	125,540	125,923	126,306	126,689
70	127,072	127,454	127,837	128,219	128,602	128,984	129,366	129,748	130,130	130,511
80	130,893	131,274	131,656	132,037	132,418	132,799	133,180	133,561	133,941	134,322

ANEXO H: CARACTERISTICAS DEL INTERRUPTOR ELECTRICO

Specification:	
Max Contact Rating:	10W/SPST
Max Switching Current:	0.5A
Max Carry Current:	1A
Max Switching Voltage:	100VDC
Max Breakdown Voltage:	220V DC
Max Contact Resistance:	100mΩ
Working Temperature:	-30°C~+125°C
Float Ball Material:	SUS304
Body Material:	SUS304
Cable Length:	About 25cm
Color:	Silver Tone

ANEXO I: SENSOR INFRARROJO E18-D80NK

E18-D80NK Long Range Adjustable IR Sensor

Technical Manual Rev 1r0



Adjustable Infrared sensor switch manual is an IR distance switch with adjustable range of 3cm to 80cm (up to 2.6ft). Useful for robot interaction, collision detection and proximity applications. Compatible in all gizduino boards microcontroller.

Features:

Guard mode: Reverse polarity protection
Material: Plastic
Appearance: Threaded cylindrical
Ambient temperature: -25 to 70 deg C
Brown: +5V, **Black:** Signal, **Blue:** GND
Output: 1 - No detection
 0 - Object detected

General Specifications:

Input Supply Voltage: 5VDC
Load current: 100mA
Sensing range: 3cm to 80 cm adjustable
Sensing object: Translucency, opaque
Output operation: Normally Open (O)
Output DC: three-wire system (NPN)
Model No.: E18-D80NK-N
Diameter: 18mm
Length: 45mm

ANEXO K: CONTROLADOR DE TEMPERATURA

FT Series Temperature Controller Instruction Manual

Please read this manual carefully before operating and keep it in a safe place for future reference

Quick Guide

- This controller is 4 digits dual display, 0.2% measuring accuracy with bar graphic display, 0.1 maximum resolution for TC, RTD inputs, 0.001 maximum resolution for analog inputs such as 4-20mA, Auto/manual bumpless transfer, position feedback and RS-485, Remote SV, Heating+cooling dual output optional.
- Please make sure the correct output has been selected for your application and power cords has been connected to correct terminals before operating the units always check the diagram stickers on the side of the controller before wiring the controller
- This device supports universal inputs and be able to switch between different thermocouple and RTD sensor via front panel key, Make sure the input sensor code matches the sensors used in the field, Analog input signal has to be specified before order. check (5.3 Parameter level 3 INP1).
- Auto/Manual bumpless transfer features available, check (6 Auto/manual bumpless transfer).
- Op1 was configured as reverse control mode for heating, OP2 configured as direct action for cooling. OP1 can be set as direct for cooling as well. Check (5.3 Parameter level 3 Oud).
- Two group of separate PID for heating and cooling available on request, Check (9 Dual output heating and cooling control).
- INP2 is the input terminals for Analog remote SV or position feedback check (8 Various control mode).
- ON/OFF Control: When P=0, control mode switch to ON/OFF control, HYS is the hysteresis. OP1 stop when PV>SV in heating process, OP1 activated when PV<SV+HYS, output terminated when PV<SV, Output activated when PV>SV+HYS, this applies to both OP1 and OP2 for cooling
Check (5.2 Parameter level 2 "P" and 8 Control mode) for more details
- Time proportional control: Set I=0, d=0, P at any value except 0 to time proportional control, Reset Windup as rSt and control cycle time as Cyt, Output gets smaller when rSt gets smaller in heating process, Output gets bigger when rSt gets smaller in cooling application. and this applies to both Op1 and Op2 refer to (8 various control mode and 9 dual output heating and cooling)
- Please always perform auto-tuning to get better control results in PID mode, Check (7 Auto-tuning).
- Please active the soft-start function to have a better control result for analog output in some specific application, Check (5.2 parameter bUFF)

2. Wiring Diagram

48mm*48mm
 1 OP2 TRS, 2 INP1, 3 OP1 TRS, 4 INP2, 5 AC 85-265V, 6 N, 7 AL1, 8, 9, 10, 11, 12

72mm*72mm
 1 +5V, 2 A+, RS-485, 3 B-, INP2, 4 OP2 TRS, 5 INP1, 6 OP1 TRS, 7, 8 AC 85-265V, 9 N, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

48mm*96mm/96mm*48mm
 1 AL3, 2, 3, 4, 5 A+, RS-485, 6 B-, AUX 24V, 7 OP2 TRS, 8, 9 OP1 TRS, 10, 11 AC 85-265V, 12 N, 13 +5V, 14, 15 INP2, 16, 17 A+, AUX 24V, 18 B-, 19 AL1, 20, 21 AL2, 22, 23, 24

Output Relay
250V AC, 5A (Resistive load)
Alarm Relay
250V AC 3A (Resistive load)
 Analog 20mA Load (500 Ohm)
 SSR Drive (12VDC 20mA)

Remark This is a general connection diagram please always refer to connection stickers on the side of the controller for details connection in field application

***INP2 was used for remote SV or position feedback

3. Panel Description

The panel features a 4-digit dual display with a bar graph. It includes control buttons for SET, A/M, and navigation arrows. The display shows PV (Process Value), SV (Setpoint), and OP (Output) values, along with various status indicators and parameters.

ANEXO L: DETERGENTE ACIDO

RIDSTONE ACID

DETERGENTE ACIDO

COMPOSICIÓN

Acidos minerales.....	530 g/l
Tensoactivos.....	110 g/l

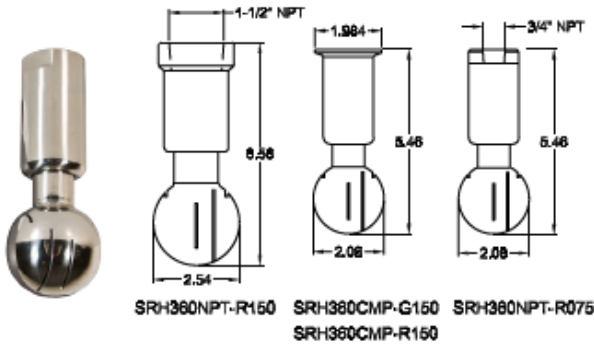
GENERALIDADES

- **RIDSTONE ACID** es un detergente ácido, altamente concentrado con base en tensoactivos y secuestrantes de impurezas en forma balanceada, desinfectante de amplio espectro, no genera espuma.
- **RIDSTONE ACID** es un producto específico para impedir la formación de la "Piedra de leche" en procesadoras lácteas, para el lavado ácido en sistemas de recirculación como pasteurizadoras, equipos mecánicos de ordeño, empacadoras, embotelladoras, etc., no deja olor ni sabor.
Producto 100% biodegradable, no tóxico en las dosificaciones recomendadas.

ANEXO M: SPRAY BALLS (ROCIADOR DE LIMPIEZA)

Spray Balls

Rotating Spray Balls - SRH

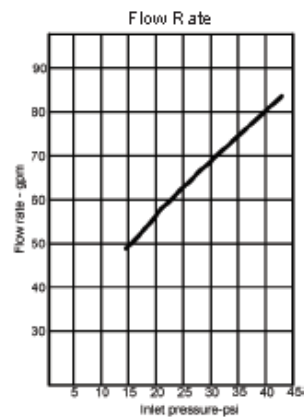
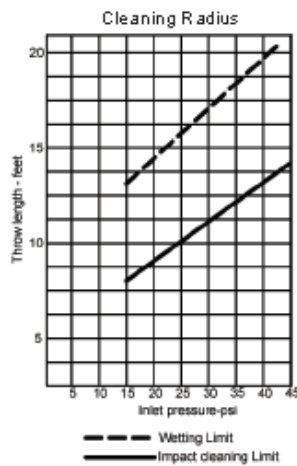


Application:
 • ideal for cleaning all types of tanks and vessels

- Features:
- stainless steel ball bearings eliminate rust
 - cleaning solution lubricates unit
 - mirror-like finish (OD)
 - spray pattern: 360°
 - available connections: clamp and NPT

Size	Type	304 Stainless Steel		316L Stainless Steel	
		Part#	Price/E	Part#	Price/E
3/4"	NPT	SRH360NPT-G075	\$140.70	---	---
1 1/2"	NPT	---	---	SRH360NPT-R150	\$308.10
1 1/2"	clamp	SRH360CMP-G150	150.05	SRH360CMP-R150	202.55

Technical Data



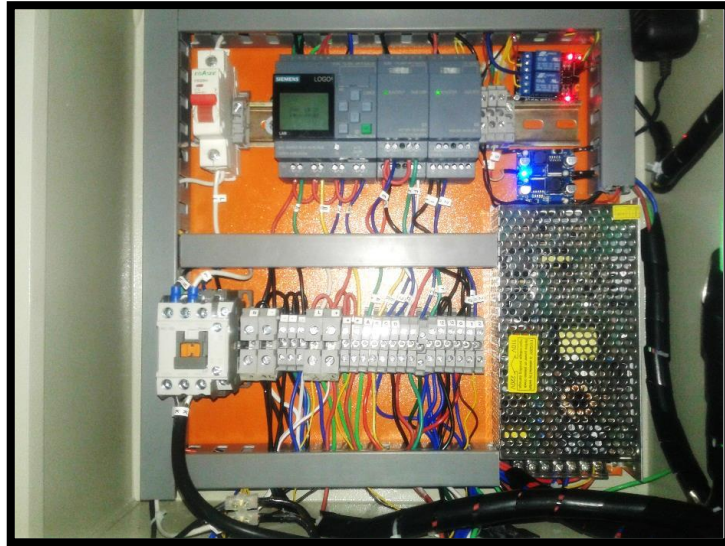
N

ANEXOS

Manual del sistema

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LAVADO AUTOMÁTICO

Figura 2.28.- Vista interior de tablero de control



Elaborado por: Autor

Figura 2.29.- Vista frontal tablero de control



Elaborado por: Autor

ENCENDIDO

- 1.- Verificar si hay luz eléctrica
- 2.- Verificar el relé termo magnético dentro del tablero de control en posición ON.
- 3.- Verificar el selector en posición ON.
- 4.- Observar la luz piloto de color verde si esta encendido.



ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA

1. Observar el nivel de líquido de las soluciones en el recipiente, si no hay la cantidad suficiente llenarla.
2. Verificar los tanques de gas y la válvula del paso del gas si está abierto.
3. Tener en cuenta si la perilla del gas del quemador está abierto.
4. Verificar la pila dentro del calefón.
5. Abrir las llaves de paso en la entrada al calefón y en la salida del tanque de almacenamiento de agua fría.
6. Verificar el tanque enfriador de leche si esta vacío; si hay leche no se puede empezar a lavar.
7. Verificar si hay agua potable en la red pública; ya que si no hay no se prende el calefón.

PUESTA EN MARCHA

1. Presionar el botón **MARCHA** para iniciar el proceso



2. Paro de emergencia suspende el funcionamiento del sistema, y al desactivarlo continúa con el proceso de donde se quedó.



3. Por cualquier problema o inconveniente se quiere reiniciar el sistema, se presiona **PARO** y el proceso se detiene y regresa al principio.



4. La luz piloto color azul indica la circulación de agua a temperatura ambiente, teniendo en cuenta que puede estar en la etapa de enjuague intermedio o final.



5. La luz piloto color amarillo indica la circulación de agua caliente, puede estar en la etapa de pre enjuague, etapa con solución alcalina y etapa con solución acida.

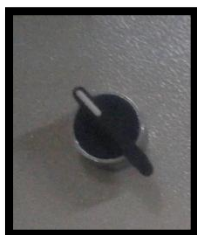


6. El controlador de temperatura tiene un visualizador, la que indica a que temperatura se encuentra el agua.



APAGADO

1. Después de culminar con el proceso de limpieza, se procede a girar el selector a la posición OFF.



2. Después bajar a la posición OFF el relé termo magnético dentro del tablero de control.

PRECAUCIONES

1. No acercarse demasiado al calentador de depósito porque se puede quemar.
2. Tener cuidado con la solución alcalina y acida al momento de llenar en el recipiente.

MANTENIMIENTO

1. Hacer la limpieza de las bombas de diafragma y la electroválvula de la etapa de dosificación.
2. Limpiar el filtro del embudo tanto de la solución alcalina y acida.
3. Cambiar la pila del calefón cada 5 meses.
4. Hacer el mantenimiento correctivo y preventivo del tablero de control, cables, actuadores, reguladores de voltaje, fuentes y la conexión de los sensores cada 4 meses.
5. Hacer la limpieza del tanque de almacenamiento de agua fría con la finalidad de evitar que se llene de microorganismos.

ANEXOS

Programación en Ladder