



unitec[®]
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES[®]

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACION

**AUTOMATIZACION DE SISTEMA DE LIMPIEZA ALCIP EN
PLANTA DE YOGURT LACTHOSA**

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO

INGENIERO EN MECATRONICA

PRESENTADO POR:

21341035 MIGUEL ANGEL VARGAS INTERIANO

ASESOR: ING. HEGEL LOPEZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA,

ABRIL 2018

AGRADECIMIENTOS

A mis padres...

Por ser ese apoyo incondicional en esta etapa de mi vida, y por creer ciegamente en todo lo que era y soy capaz de alcanzar. Mi madre, por ese amor y apoyo que solo tu puedes dar. A mi padre, por saber que este es un sueño mutuo que estamos cumpliendo. No tengo palabras para agradecerles.

A mis hermanos...

Por ser compañeros de esta etapa de mi vida. Gracias por la motivación de ser un profesional capaz, como uds. Por ayudarme compartiendo una risa cada vez que lo necesite.

A mis maestros...

Por ser guías en estos pasos tan importantes en mi vida. Por los momentos de paciencia, y esos momentos donde supieron impartirme la sabiduría para poder enfrentarme a los problemas de una mejor manera.

A mis seres queridos...

Por estar ahí siempre, en cada paso en mi etapa universitaria. Muchas de las personas que pasaron por mi vida y me hicieron lo que soy ahora. En especial, a esa persona que me acompaña en los mejores y peores momentos de mi vida. Gracias por ser una gran bendición en mi vida. Compartimos este logro juntos como muchas cosas que están por venir.

RESUMEN EJECUTIVO

Lácteos de Honduras S.A es una empresa nacional que se dedica al procesamiento y elaboración de productos lácteos y sus derivados. Debido a los altos estándares de inocuidad requeridos para empresas de este rubro, la limpieza es uno de los puntos mas importantes a controlar, optando en la actualidad por sistemas cada vez mas automatizados.

La limpieza CIP (Cleaning In Place) consiste en recircular químicos de limpieza a través de tuberías y demás equipos que tengan contacto con el producto, eliminando la necesidad de realizar desmontaje del equipo. Con la creciente incorporación de sistemas de automatización en la industria, los sistemas de limpieza de forma manual se ven eliminados casi en su totalidad.

Se realizo un levantamiento de los componentes necesarios para la habilitación del sistema automático. El sistema actual consiste en válvulas manuales para cada tanque, una bomba de circulación y una válvula reguladora para la entrada de vapor.

Al considerar las variables a controlar durante el proceso, se propuso un sistema que controla los puntos mas importantes en un sistema CIP: concentración del químico, tiempo de circulación y temperatura del químico.

Se realizo un esquema del diseño propuesto en espera de aprobación, para luego colocar el pedido de los componentes de control y sensores necesarios.

Se realizo la instalación de los componentes mecánicos necesarios, utilizando válvulas neumáticas, medidor de flujo y equipos de control.

Se utilizo un PLC MicroLogix 1100 de la marca Allen Bradley, con dos entradas analógicas y diez entradas digitales. Se realizo un programa de acuerdo con cada ciclo de lavado, considerando diferentes circuitos de tuberías de acuerdo con la maquina que debe ser lavada. Se entrego un sistema automatizado que elimina en su totalidad la interacción humana y disminuye el margen de error casi en su totalidad.

INDICE

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2.1	ANTECEDENTES.....	2
2.2	DEFINICION DEL PROBLEMA.....	3
2.3	PREGUNTAS DE INVESTIGACION.....	3
2.4	OBJETIVOS.....	4
2.4.1	Objetivo General.....	4
2.4.2	Objetivos Especificos.....	4
2.5	JUSTIFICACION.....	4
III.	MARCO TEORICO.....	5
3.1	Yogurt.....	5
3.2	Microorganismos.....	5
3.3	Factores que Influyen.....	6
3.4	Linea de Elaboracion de Yogurt.....	7
3.4.1	Recepción de la Leche.....	8
3.4.2	Estandarización de la Leche.....	8
3.4.3	Mezcla de Ingredientes.....	9
3.4.4	Homogenización.....	9
3.4.5	Pasteurización.....	10
3.4.6	Agregado de Cultivos.....	10
3.5	Proceso de Envasado.....	11
3.6	Limpieza CIP.....	13
3.6.1	Partes Principales de Sistema CIP.....	14
3.6.2	Parámetros de Limpieza.....	17
3.7	Automatización.....	18
3.7.1	Controlador Lógico Programable.....	18
3.7.2	Lenguaje de Escalera.....	20
3.7.3	Human Machine Interface.....	21

3.7.4	Sensores	22
IV.	METODOLOGIA.....	22
4.1	Variables de Investigación	22
4.1.1	Variable Dependiente	23
4.1.2	Variable Independiente	23
4.2	Enfoque y Métodos	23
4.3	Población y Muestra	24
4.3.1	Población	24
4.3.2	Muestra	24
4.4	Técnicas e Instrumentos Aplicados	25
4.5	Unidad de Análisis y Respuesta	25
4.6	Materiales	25
4.7	Fuentes de Información	26
4.8	Cronograma de Actividades	27
V.	ANALISIS & RESULTADOS.....	28
5.1	Secuencia de Lavado.....	28
5.2	Diseño de Sistema	30
5.3	Presupuesto	32
5.4	Desarrollo del Proyecto	32
VI.	CONCLUSIONES.....	36
VII.	RECOMENDACIONES	37
	BIBLIOGRAFIA	38
	ANEXOS	40

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Plano de planta de yogurt	7
Ilustración 2.	Proceso de mezcla	9
Ilustración 3.	Pasteurización y homogenización	10
Ilustración 4.	Tanques de fermentación.....	11
Ilustración 5.	Tanques de alimentación para envasadoras	12

Ilustración 6. Tanques de quimicos	14
Ilustración 7. Bomba de sistema CIP	15
Ilustración 8. Intercambiador de calor Alfa Laval	16
Ilustración 9. MicroLogix 1100	19
Ilustración 10. Programacion ladder en RsLogix.....	20
Ilustración 11. Pantalla HMI Beijer	21
Ilustración 12. Esquema del sistema de automatizacion.....	31
Ilustración 13. Diagrama de pasos para limpieza	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Bombas positivas en planta.....	12
Tabla 2. Cronograma de actividades	27
Tabla 3. Plan de limpieza con quimicos	29
Tabla 4. Factores por automatizar	30
Tabla 5. Presupuesto del proyecto.....	32

GLOSARIO

- **PLC:** control lógico programable, utilizado para interpretar señales de entrada y condicionar las señales de salida de acuerdo con una lógica.
- **HMI:** human machine interface, es el punto intermedio entre la maquinaria y el operador. Permite dar instrucciones a la maquina mediante una pantalla.
- **CIP:** cleaning in place, sistema de limpieza utilizado en la industria que no necesita ningún desmontaje.
- **Pasteurización:** proceso de preparación de la leche a altas temperaturas para eliminar microorganismos.
- **Homogenización:** proceso de pulverización de la leche para eliminar glóbulos de grasa.

I. INTRODUCCION

En la industria láctea, las técnicas y los equipos de limpieza han sufrido un desarrollo rápido en los últimos años debido al aumento en los costes de mano de obra y otras presiones de carácter económico.

En la mayoría de las industrias lácteas, la limpieza manual ha sido reemplazada por la mecánica y en muchos casos por sistemas automatizados. (Tauscher, 2000)

La Limpieza CIP (Cleaning in Place) se basa en la circulación del agua de enjuague y las soluciones detergentes por los depósitos, tuberías y líneas de procesos sin necesidad de realizar ningún desmontaje de los equipos.

Debido a las altas exigencias en inocuidad con las que deben cumplir, Lácteos de Honduras S.A cuenta con lo mejor en sistemas automáticos avanzados para la limpieza de equipos de proceso de leche, como las máquinas de envasado, pasteurizadores, tuberías sanitarias, depósitos, etc.

El proyecto a realizar en el sistema de limpieza CIP comprende el levantamiento de los materiales necesarios para la completa automatización en la planta de elaboración de yogurt en Sula Norte, implementando la instalación de sistemas de control, tales como un PLC y una interfaz HMI, además de las válvulas y accesorios necesarios para asegurar la inocuidad en el proceso y disminuir el posible error humano que conlleva un proceso elaborado de forma manual.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES

La empresa Lácteos de Honduras S.A es una empresa alimenticia con el objetivo de distribuir y comercializar todo lo relacionado con la leche y sus derivados. Actualmente procesan y distribuyen muchas de las grandes marcas a nivel nacional como Sula, La Pradera, Delta, Gaymonts, Fristy, Ceteco, entre otros. La planta de producción Sula Norte, ubicada en San Pedro Sula, cuenta con cuatro grandes plantas de proceso: Pasteurizados, Solidos, Asépticos y Yogurt. Por tratarse de una industria de alimentos para el consumo humano, los estándares de calidad e inocuidad son los más altos. Lácteos de Honduras S.A cuenta con un sistema automatizado de limpieza en sitio (CIP) para el correcto lavado y mantenimiento de las tuberías y demás equipos utilizados en producción. La planta de producción de Yogurt presenta un problema en su sistema de control para el CIP, que se encuentra fuera de funcionamiento. Actualmente, el proceso de limpieza es llevado por los operadores, encargados de llevar los tiempos de circulación de los químicos, tales como el ácido, junto con la soda y el agua por las tuberías y los equipos de proceso y envasado, ya que solo se cuentan con las bombas de circulación con sus respectivos contactores. Esta es la única planta que trabaja de esta manera, ya que todas las demás cuentan con su sistema automatizado para el lavado, mediante un PLC y una interfaz HMI para el control y monitoreo del proceso.

La planta debe mantener un control estricto de la limpieza de las tuberías por donde transportan el producto para su envasado, evitando cualquier mezcla con otras sustancias que puedan resultar en un producto descompuesto o dañino para el ser humano. Mientras el proceso sea manual, se mantiene propenso al error humano por parte del operador en la cantidad de químicos o el tiempo en que estos deben circular por el sistema.

2.2 DEFINICION DEL PROBLEMA

Lácteos de Honduras S.A cuenta con un sistema de limpieza en sitio (CIP) en cada una de sus plantas para el correcto manejo de los equipos y tuberías que transportan producto. Actualmente, la planta de Yogurt cuenta con un sistema de limpieza que implica el uso de bombas accionadas de forma manual para la limpieza por malfuncionamiento del equipo de control actual. Este proceso se lleva a cabo durante aproximadamente 40min a diferentes horas del día. Se requiere de un operador para el accionamiento de las bombas, además de cambios de tuberías de acuerdo al equipo que se va a limpiar. Esto lleva a una situación en la que el operador puede cometer un error en los tiempos de circulación de sustancias por las tuberías, o asimismo confusión del equipo a lavar en ese momento.

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACION

- ¿Qué consecuencias puede tener un error en el ciclo de limpieza de las tuberías y maquinas?
- ¿Cuáles son las ventajas de utilizar el sistema CIP para limpieza de equipos?
- ¿Es posible desarrollar un sistema de automatización para un mejor limpieza en la planta de yogurt Sula Norte?

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema de automatización para el equipo de limpieza en sitio (CIP) de área de Yogurt en planta Sula Norte para cumplir con los estándares de Danone.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Instalar un dispositivo PLC y sus componentes para control de sistema de limpieza CIP.
- Implementar un sistema de HMI para la interacción y control del proceso.
- Diseñar un sistema para la automatización del sistema de limpieza CIP.

2.5 JUSTIFICACION

En la industria alimenticia, la limpieza de los sistemas de elaboración de producto y transporte de los mismos debe cumplir con los lineamientos establecidos para su manejo correcto y posterior venta para el consumo. En Lácteos de Honduras, el proceso de limpieza de tuberías y equipos se realiza mediante el sistema de limpieza en sitio (CIP) que es de gran importancia para garantizar la inocuidad del área de trabajo. Para la empresa, resulta indispensable que este proceso se lleve a cabo sin ningún error, y garantizando los estándares más altos de limpieza, además de disminuir la presencia de operadores, de esta manera minimizando el error humano. Una mala limpieza puede tener un enorme impacto en el producto final, lo que representa pérdidas en tiempo, además de desperdicio de producto que lleva a una pérdida significativa en ingresos para la empresa.

III. MARCO TEORICO

3.1 Yogurt

El yogurt es un producto que se obtiene mediante la coagulación de la leche entera, total o parcialmente descremada por medio de la fermentación. Esto se da debido a las bacterias de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Las cualidades nutritivas del yogurt no se deben únicamente a los compuestos provenientes de la leche, sino también de la transformación de dichos compuestos como resultado de la fermentación ácido láctica que causan estos microorganismos.

Este producto contiene bacterias activas que forman parte de nuestra flora intestinal, las cuales forman parte de la descomposición de los alimentos en el proceso digestivo. El yogurt es catalogado como un producto de alta digestibilidad, que aumenta el coeficiente de absorción de numerosas sustancias, como la proteína y la grasa.

3.2 Microorganismos

Los seres vivos de muy pequeñas dimensiones, entre los que se encuentran las bacterias, hongos y levaduras. Algunos de estos pueden causar enfermedades, mientras que otros son útiles en la elaboración de diversos alimentos, tales como el queso y el yogurt.

La leche contiene muchos nutrientes y constituye un excelente medio para desarrollar microorganismos. Su uso para el consumo y transformación de productos exige medidas de prevención contra la invasión de patógenos del medio externo.

Con respecto al yogurt, en su elaboración se emplean dos bacterias: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, que se caracterizan porque cada una estimula el desarrollo de la otra.

Lactobacillus bulgaricus fermenta la leche para producir acetaldehído provocando una bajada del pH que coagula la leche mediante la desnaturalización de sus proteínas y creando así el aroma característico de yogur. Estas bacterias crecen mejor en ambientes ácidos. Son utilizadas para producir diferentes tipos de yogur.

Streptococcus thermophilus se encuentran en el aparato gastrointestinal humano y puede soportar altas temperaturas, ésta característica es una ventaja para la producción de yogur puesto que los procesos requieren llevar la leche a altas temperaturas.

3.3 Factores que Influyen

La temperatura de la leche, los utensilios a utilizar para la elaboración de productos y el espacio de trabajo deben encontrarse perfectamente limpios y desinfectados. Es de vital importancia el correcto aseo personal, cumpliendo las buenas prácticas de higiene en la elaboración de productos.

Un mal manejo tanto de las condiciones de elaboración como las de almacenamiento puede tener como consecuencia el desarrollo de microorganismos patógenos y alteradores, que provocan que la leche o producto se contamine o eche a perder.

3.4 Línea de Elaboración de Yogurt

Para el desarrollo del proceso de producción de yogurt a nivel industrial se tienen en cuenta varias etapas para la obtención del producto final listo para su distribución. A continuación, se detalla el proceso de elaboración y sus componentes.

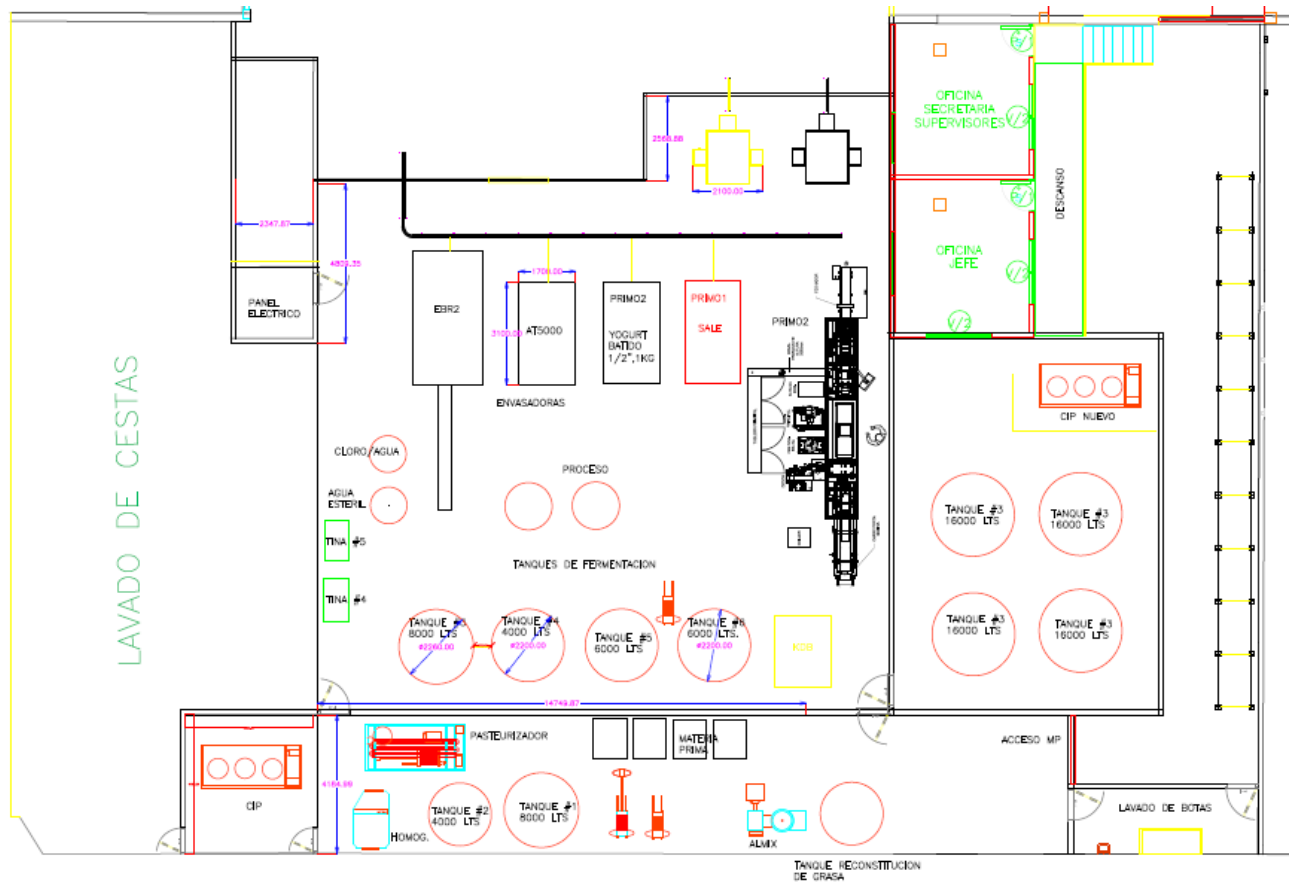


Ilustración 1. Plano de planta de yogurt

3.4.1 Recepción de la Leche

La leche cruda se recibe y controla para conocer su calidad, luego se conserva en refrigeración a temperaturas de 2 a 8°C hasta el momento de su procesamiento.

Esta etapa del proceso está a cargo del departamento de Recibo de Leche, para luego ser distribuida a los diferentes sectores de la planta mediante tuberías de acero inoxidable para alimentos.

Algunos de los controles que pueden realizar en esta etapa son:

- Control visual de impurezas o color anormal
- Control de aroma de olores extraños
- Control de temperatura de entrega (menor a 8°C)
- Evaluación de acidez
- Realizar prueba de alcohol

3.4.2 Estandarización de la Leche

De acuerdo al tipo de yogurt que se desea elaborar, se debe proceder a estandarizar el contenido graso de la leche utilizada ya sea removiendo parte o la totalidad de la grasa o mediante la adición de crema. Este proceso se lleva a cabo en un tanque denominado tanque de grasa. El tipo de yogurt finalmente queda definido cuando se conoce exactamente el porcentaje de materia grasa en el producto final. Es necesario precalentar la leche a aproximadamente 35°C para garantizar una distribución homogénea de la grasa.

3.4.3 Mezcla de Ingredientes

Para la mezcla de ingredientes se recomienda el uso de tanques provistos con agitadores, con el fin de asegurar una distribución adecuada de todos los ingredientes. En la planta Sula Norte, el tanque de mezcla denominado ALMIX mezcla completamente los ingredientes para su distribución a un tanque antes de seguir con la próxima etapa.

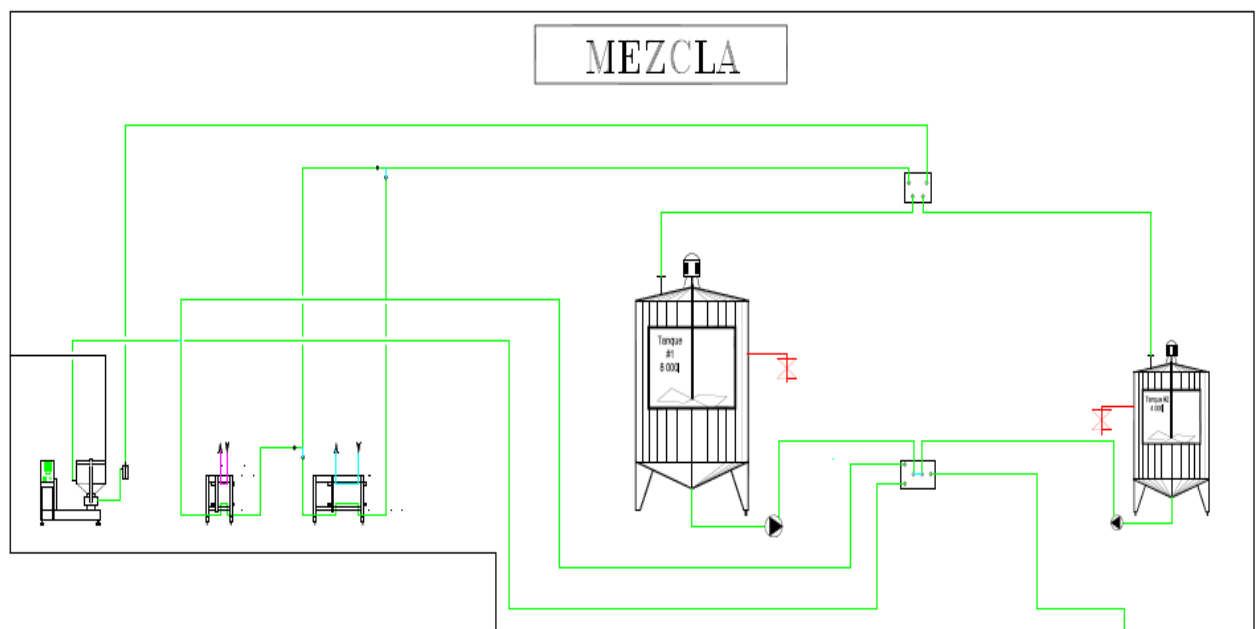


Ilustración 2. Proceso de mezcla

3.4.4 Homogenización

La estabilidad y consistencia del yogurt se ven mejorados por el proceso de homogenización. Los parámetros recomendados son de 66°C a una presión de 100 kg/cm². Además de estabilidad y consistencia, la homogenización da al yogurt más cuerpo evitando que la grasa presente en el producto se separe. La planta de yogurt Sula Norte cuenta con un Homogenizador Cherry Burrel para el proceso.

3.4.5 Pasteurización

La pasteurización permite una mezcla libre de microorganismos patógenos, los cuales se mencionaron previamente como agentes dañinos para el organismo, ayuda a disolver y combinar ingredientes, mejora el sabor y calidad de almacenamiento, a la vez permitiendo al producto ser más uniforme. Utilizando un pasteurizador Alfa Laval, se eleva el producto a una temperatura de 90°C durante 7 minutos. Con este proceso, se busca la coagulación de las proteínas del suero para dar estabilidad al cuerpo del producto. Este tratamiento térmico es algo más intenso que el aplicado a la leche para consumo, se consigue mayor viscosidad y menor tendencia a liberación del suero.

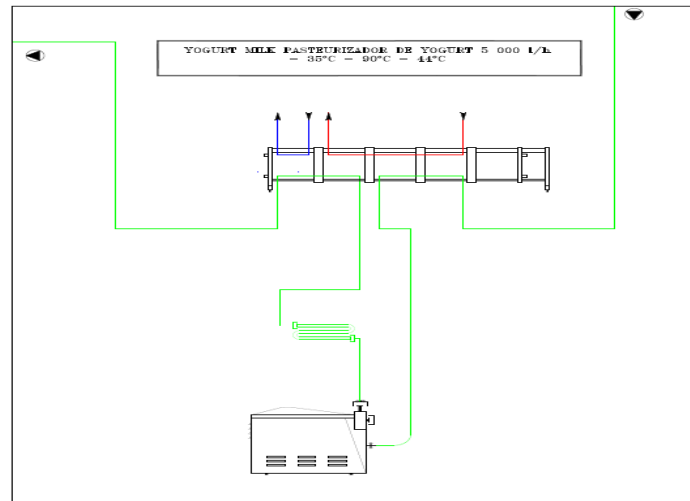


Ilustración 3. Pasteurización y homogenización

3.4.6 Agregado de Cultivos

Con el fin de que el producto tenga una temperatura adecuada al añadirle el cultivo, se debe enfriar hasta los 40-45°C.

Se utiliza para la inoculación de la mezcla, un 2% de cultivo conformado por partes iguales de *Streptococcus thermophilus*. La inoculación se realiza después del tratamiento térmico, bajando la temperatura de la mezcla, y en ese momento se adiciona el fermento lácteo que está conformado por bacterias lácticas. La incubación

se realiza durante un par de horas, manteniendo la temperatura entre los 44°C. A partir de este tiempo, se puede iniciar el proceso de enfriamiento del yogurt. Finalmente, se transportan por placas de enfriamiento, que lleva la mezcla a una temperatura de 15°C, para luego ser enviada a los tanques correspondientes de almacenamiento, esperando ser enviados a las envasadoras.

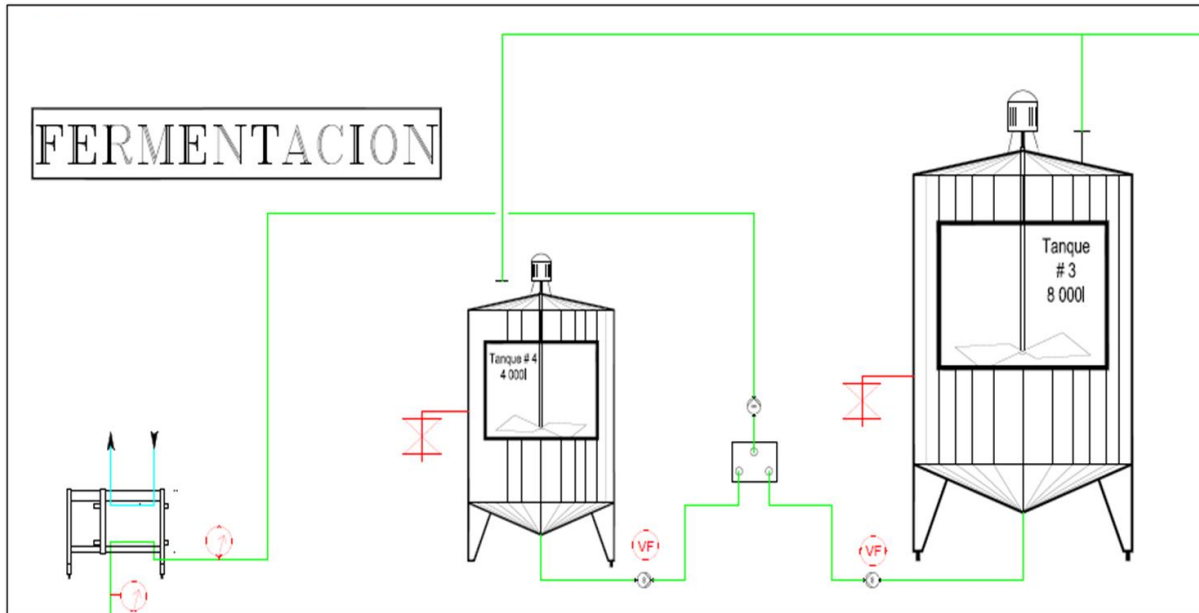


Ilustración 4. Tanques de fermentación

3.5 Proceso de Envasado

La planta de producción de Yogurt cuenta con cuatro máquinas envasadoras de producto, además de una maquina envasadora de cereal para llenado de las sobrecopas.

La máquina Primo 1 tiene una capacidad de producción de 42 unidad/min. La Primo 2 envasa 32 unidad/min. La AT500 y la EBR2 tienen capacidad de 68 unidad/min. Por último, el llenador de sobrecopa Primo 3 tiene capacidad de producción de 42 unidad/min. La mezcla es transportada desde los tanques de almacenamiento hacia unos tanques de las envasadoras mediante bombas positivas. (Blüml, 2006)

Cada envasadora tiene un tanque con su respectiva bomba para alimentación.

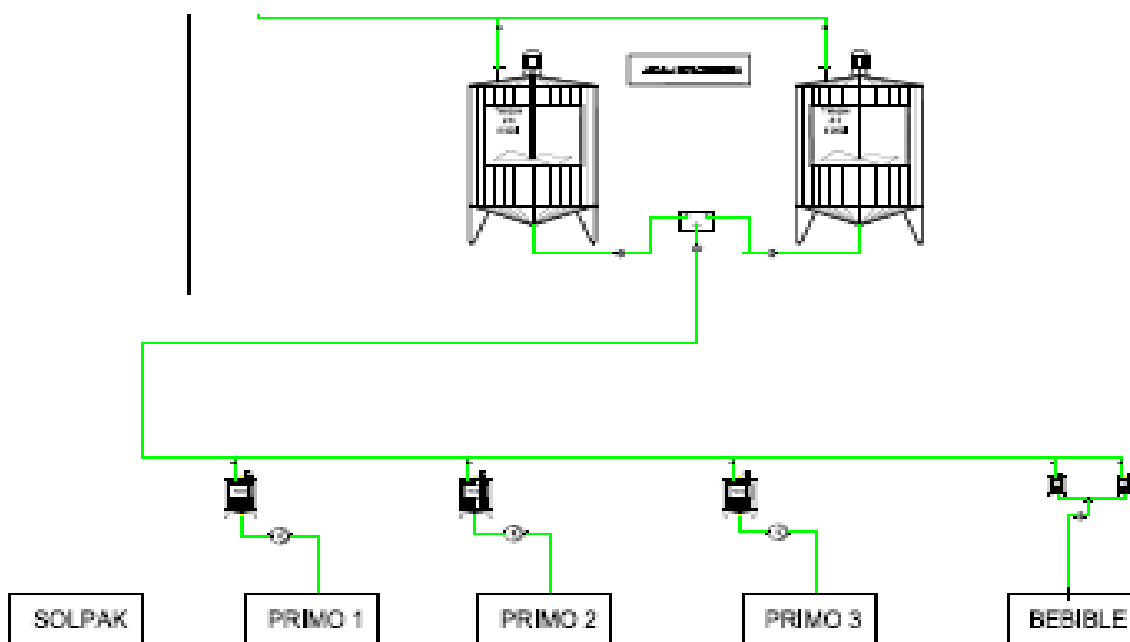


Ilustración 5. Tanques de alimentación para envasadoras

BOMBAS POSITIVAS EN PLANTA DE YOGURT				
Bomba	Descripción	Vueltas/min	Tipo	HP
Bomba 3	Enfriamiento	187	Motoreductor	8
Bomba 4	Enfriamiento	159	Motoreductor	3
Bomba 5	Alimentación tanques de mezcla	165	Motoreductor	3
Bomba 1	Envasadora batido Primo 1	388	Motoreductor	1
Bomba 2	Envasadora batido Primo 2	1166	Poleas	1
Bomba 3	Envasadora batido Primo 3	583	Poleas	1
Bomba EBR2	Envasadora bebida EBR2	291	Motoreductor	3

Tabla 1. Bombas positivas en planta

3.6 Limpieza CIP

El sistema de lavado CIP (Cleaning In Place) consiste básicamente en un conjunto de tanques, bombas y equipos adicionales que hacen circular un fluido a través de los tanques y tuberías utilizados en procesos de producción para su limpieza.

Una vez vaciados los equipos utilizados en el proceso, comienza el lavado utilizando el equipo CIP. Este proceso implica hacer circular una mezcla de fluidos para remover los depósitos de componentes orgánicos propios del proceso, que son la base para crecimiento bacteriológico no deseado y precursores de la biocorrosión.

El sistema de lavado CIP está diseñado para reemplazar el lavado manual, ya que por tratarse de un sistema automático es homogéneo y controla todas las variables del proceso mecánico de lavado, tales como el tiempo, temperatura, velocidad de la bomba y cantidad de químicos. (Imholte, 2000)

Este sistema de lavado CIP, está diseñada para el lavado de todos los tanques de preparación, fermentación y almacenamiento de yogurt en la planta Sula Norte, además de todas las tuberías de transporte de producto.

3.6.1 Partes Principales de Sistema CIP

Un sistema de limpieza CIP cuenta con los siguientes componentes básicos:

a) Tanques:

Para este proyecto se utilizarán 4 tanques independientes, para solución básica de soda, solución acida, tanque de agua y tanque de recuperación de agua.



Ilustración 6. Tanques de quimicos

b) Bombas:

El corazón de todo el sistema, para la conducción de los diferentes fluidos hacia los equipos de lavado se utilizan bombas centrífugas de alta presión.

“Un fluido es un material que fluye libremente y toma la forma de su contenedor.”
(Solé, 2011)

El fluido a circular es agua, y soluciones de ácido y soda. Al regular la velocidad de las bombas por medio de variadores, podemos controlar el flujo a través de las tuberías, y así regular el tiempo de contacto de los agentes de limpieza con la tubería.



Ilustración 7. Bomba de sistema CIP

c) Intercambiador de Calor

Son los dispositivos donde dos corrientes de fluido en movimiento intercambian calor sin mezclarse. Los intercambiadores de calor tienen como principio la conservación de la masa, es decir que la relación de flujo de masa entrante debe ser igual a la del flujo saliente. (Altendorf, 2004)

En este caso, los intercambiadores de calor tienen como finalidad calentar las soluciones de soda y ácido para el lavado CIP.



Ilustración 8. Intercambiador de calor Alfa Laval

3.6.2 Parámetros de Limpieza

a) Químicos

Los químicos que se utilizan en la industria alimenticia por lo general, y en este caso en la industria láctea, suelen ser agentes de limpieza simples o formulados. Cuando se utilizan agentes formulados, se hace según la recomendación de los proveedores. En Lácteos de Honduras S.A, como en la mayoría de las industrias lácteas, se utiliza habitualmente soluciones de soda y ácido (nitrógeno o fosfórico). En el caso de algunos productos con base de leche, se requiere agentes de limpieza formulados para asegurar un resultado aceptable en el proceso de limpieza.

b) Concentración de Químicos

La concentración de sustancias como la soda, depende del tipo de suciedad a remover, o bien de la intensidad del lavado a realizar. Las superficies con mayor temperatura, en el caso de tuberías que transportan producto caliente, requieren concentraciones mayores que las que transportan producto a bajas temperaturas.

En el caso del lavado manual, se suele agregar el agente de limpieza por medio de cubetas a criterio del operador. En equipos como el intercambiador de calor, al darle el tiempo de retención a la solución, el agente de limpieza no se mezcla bien y puede causar corrosión, sobre todo en el lavado con ácido.

c) Tiempo de Contacto

Hay una diferencia entre el tiempo de contacto y el tiempo de circulación. El tiempo de circulación se da por un efectivo tiempo de contacto más el tiempo requerido para que un segmento del circuito sea limpiado. (Munson, 2002)

El tiempo de contacto para la soda es usualmente de 30min, y un tiempo mucho menor para el ácido. Para el tiempo de prelavado y lavado final con agua, 10-20 minutos son usualmente suficientes.

d) Temperatura de Contacto

El proceso de limpieza es principalmente un proceso químico. Todos los procesos químicos son extremadamente dependientes a la temperatura. (Papasseit, 2005)

En el caso de la soda, se debe realizar a muy altas temperaturas, ya que las temperaturas altas hacen que el ciclo de limpieza con soda sea más efectivo.

Al hacer el lavado con ácido, la temperatura no es tan importante. Sin embargo, el ácido a altas temperaturas puede causar corrosión al acero inoxidable. Este proceso debe realizarse a temperaturas de 60-70°C.

3.7 Automatización

Dependiendo el grado de automatización, los sistemas de limpieza son capaces de controlar el proceso de limpieza de manera más eficiente. Es importante considerar y asegurar a que nivel son controladas las diferentes funciones de la operación de limpieza.

3.7.1 Controlador Lógico Programable

Los PLC (Controlador lógico programable) o autómatas programables son dispositivos electrónicos que permiten programar una lógica para controlar todo tipo de máquinas y procesos industriales. (Maloney, 2006)

Los Controladores Lógicos Programables son máquinas secuenciales que ejecutan instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando unas ordenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta (sensores) al detectarse cambios en las señales, el controlador reacciona según el programa hasta obtener las ordenes de salida necesarias. Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso.

Ventajas en la industria:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos debido a que no es necesario dibujar el esquema de contactos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de controlar varias máquinas con el mismo PLC.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

Se utilizó un PLC MicroLogix 1100 de la marca Allen Bradley, con dos entradas analógicas y diez entradas digitales. Este modelo ofrece la ventaja de expansión con hasta cuatro módulos E/S MicroLogix 1762.

La opción de Allen Bradley es debido a recomendaciones de la empresa, ya que se planea estandarizar los equipos de control y que todos sean del mismo proveedor por cuestiones de licencia de software y que la mayoría de los equipos de control son de esta marca.



Ilustración 9. MicroLogix 1100

3.7.2 Lenguaje de Escalera

Existen distintos tipos de lenguaje de programación de un PLC, aunque quizás el más común sea la programación tipo escalera o ladder. Los diagramas de escalera son esquemas de uso común para representar la lógica de control de sistemas industriales. (Tocci, 2003) Se le llama diagrama "escalera" porque se asemejan a una escalera, con dos rieles verticales de alimentación y "escalones" (líneas horizontales), en las que hay circuitos de control que definen la lógica a través de funciones. (Rodríguez, 2011)

Las instrucciones de entrada son las condiciones que tiene el circuito para dejar o no dejar pasar la corriente de una línea a la otra. Estas condiciones se manejan comúnmente con contactos normalmente abierto o normalmente cerrados los cuales interpretan las señales de sensores o interruptores. Si las condiciones son verdaderas la corriente llega a las instrucciones de salida las cuales generan acciones. De esta forma el paso de la corriente a las bobinas de salida está condicionadas por la lógica que manejen las instrucciones de entradas.

Se utiliza el software RsLogix5000, ya que es el software de control para los equipos de la marca Allen Bradley.

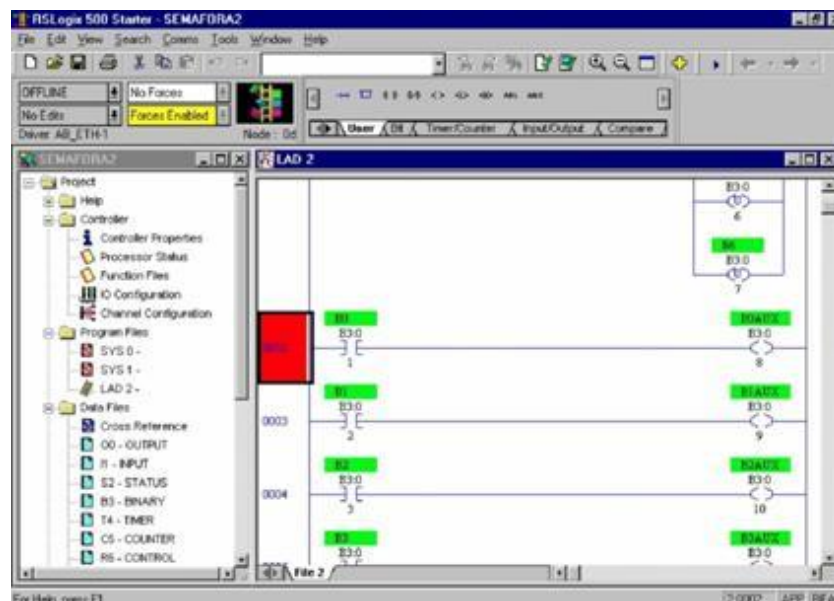


Ilustración 10. Programacion ladder en RsLogix

3.7.3 Human Machine Interface

El Interfaz Hombre-Máquina (HMI) es el interfaz entre el proceso y los operarios; se trata básicamente de un panel de instrumentos del operario. Es la principal herramienta utilizada por operarios y supervisores de línea para coordinar y controlar procesos industriales. “El HMI traduce variables de procesos complejos en información útil y procesable”. (Dorf, 2005)

Se plantea manejar una interfaz HMI para el operador, para así poder controlar o monitorear parámetros como la temperatura, la concentración del químico y los tiempos de circulación. Por decisión de la empresa, se realizó el pedido de una pantalla Beijer X2 Pro 10 para la automatización del sistema CIP. Además, se realizó el pedido por el software iX Developer para el diseño de la pantalla.

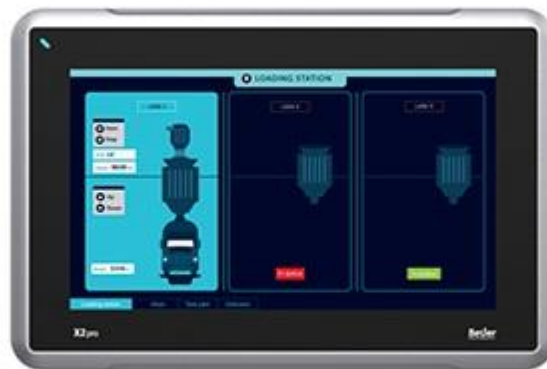


Ilustración 11. Pantalla HMI Beijer

3.7.4 Sensores

“Un sensor o captador, como prefiera llamársele, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular”. (Kirk, 2005)

Se requieren diferentes dispositivos de medición o sensores para adecuar las condiciones en un sistema de lavado CIP eficiente.

Se utiliza un flujometro para el monitoreo del caudal que pasa a través de las tuberías, de esta forma se puede usar el valor como retroalimentación para controlar la potencia de la bomba con un variador de frecuencia. Esto permite regular el tiempo de contacto del fluido con la tubería, y asegura que la limpieza sea más eficaz.

Un RTD se utiliza para determinar la temperatura del fluido, ya que, al manipular químicos, se requiere un manejo del valor de temperatura en caso del ácido y la soda.

IV. METODOLOGIA

4.1 Variables de Investigación

“Las variables pueden definirse como aspectos de los problemas de investigación que expresan un conjunto de propiedades, cualidades y características observables de las unidades de análisis, tales como individuos, grupos sociales, hechos, procesos y fenómenos sociales y naturales” (Carrasco, 2006).

4.1.1 Variable Dependiente

La variable dependiente es el tiempo de elaboración del ciclo de limpieza.

Todos los demás factores afectan directamente el tiempo que lleva realizar la limpieza por parte del operador. La eficiencia del lavado depende de otros factores como la temperatura, concentración de químico y tiempo de circulación.

4.1.2 Variable Independiente

Las variables independientes son los ciclos de circulación de químicos en las tuberías y la concentración de los químicos a circular durante el lavado. Son tiempos definidos que no pueden ser modificados por el operador.

4.2 Enfoque y Métodos

“El enfoque cualitativo busca principalmente la dispersión o expansión de los datos e información, mientras que el enfoque cuantitativo pretende acotar intencionalmente la información.” (Sampieri, 2014)

Dentro de la realización del proyecto se utilizó el método mixto, contando con características de ambos enfoques:

- Enfoque Cuantitativo. Mediante la recopilación y monitoreo de los tiempos de lavado, se determinaron los factores que más influyen en el tiempo total de limpieza de equipos.
- Enfoque Cualitativo. Se involucró como participantes en la investigación a los operadores y supervisores, ya que ellos cuentan con mayor experiencia y conocimiento sobre los efectos de un mal ciclo de limpieza y la disminución de productividad que causa.

Se realizó una visita por la planta de producción de yogurt para estar familiarizado con el proceso y los componentes de este, y así mismo tener una idea clara de los equipos involucrados, que son los equipos por lavar durante el ciclo de limpieza.

Se realizó un chequeo del sistema actual, para considerar los componentes que se deben eliminar o modificar, además de los componentes necesarios para la automatización.

4.3 Población y Muestra

4.3.1 Población

La empresa Lácteos de Honduras S.A cuenta con tres plantas centrales de producción. La planta Sula Centro, se encuentra en Tegucigalpa. La Fortuna, que se encuentra en Colon y la planta de Sula Norte, ubicada en San Pedro Sula.

Durante la ejecución de este proyecto, se trabajó en la planta Sula Norte, por un periodo de tres meses, culminando en abril del presente año.

4.3.2 Muestra

El punto central de este proyecto fue el área de limpieza en la planta de Yogurt, con enfoque en el sistema de limpieza CIP. Para esto se involucraron todos los operadores y personal que participan en este proceso de limpieza.

4.4 Técnicas e Instrumentos Aplicados

Las técnicas constituyen el conjunto de mecanismos, medios o recursos dirigidos a recolectar y analizar los datos de los fenómenos sobre los cuales se investiga.

La observación científica significa observar con un objetivo claro y definido. Fue de manera directa y participante, ya que se estuvo en contacto con el proceso de limpieza en todo momento.

Se utilizaron instrumentos como registros y fichas para documentar el proceso de limpieza, además de entrevistas al personal y supervisores para recolectar información y conocer mejor el proceso por automatizar.

4.5 Unidad de Análisis y Respuesta

Para la ejecución de este proyecto, se hizo un enfoque en el área de limpieza de la planta de Yogurt, específicamente, el sistema de limpieza CIP. Se hizo una evaluación del proceso actual en la planta, para realizar la propuesta de automatización.

4.6 Materiales

Para llevar a cabo la automatización del sistema CIP, se designó un tiempo de cotización para los materiales a implementar.

Se utilizaron los siguientes materiales:

- Sistemas de control: PLC de la marca Allen Bradley y una interfaz HMI
- Sistemas de medición: Termocupla PT100, medidor de flujo y conductivímetro.
- Otros: válvulas y tuberías

4.7 Fuentes de Información

Las fuentes de información que se utilizaron en este proyecto facultaron el sustento teórico y metodológico del trabajo. Asimismo, permitieron acceso y ampliación del conocimiento sobre el tema que se iba a tratar.

Para la elaboración exitosa del proyecto, se emplearon las siguientes fuentes:

- Fuentes documentales: Informes de labores de la empresa, manuales de procedimiento e instrumentos de control.
- Fuentes bibliográficas: libros, manuales, monografías
- Fuentes Electrónicas: sitios web, libros electrónicos, bases de datos de la empresa.
- Fuentes propias: información o conocimiento propio, entrevistas realizadas al personal de planta.

Mucha de la información fue recopilada de manera empírica, además de involucrar al personal capacitado de la planta.

4.8 Cronograma de Actividades

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10										
	L	M	J	V	S	L	M	J	V	S	L	M	J	V	S	L	M	J	V	S
#																				
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				

Tabla 2. Cronograma de actividades

V. ANALISIS & RESULTADOS

Se tuvo participación en la supervisión del proceso de limpieza CIP actual de la planta, considerando los factores que pueden retrasar el proceso y los aspectos a tomar para la automatización del mismo.

Con la colaboración de los operadores, se redactó un plan detallado de la secuencia de lavado a llevar a cabo para la correcta limpieza de los equipos de la planta.

5.1 Secuencia de Lavado

En un proceso de limpieza donde se involucran procesos químicos, hay cinco parámetros que necesitan ser controlados y adecuados. (Bockelmann & Bockelmann, 2001).

- Datos del químicos
- Concentración del químico
- Razón de flujo
- Tiempo de contacto
- Temperatura

Procedimiento: Limpieza CIP con Soda

1. En el maníful #1 hacer conexión de "Salida Principal de CIP" a la tubería correspondiente.
2. Abrir válvula de retorno.
3. Enjuague de circuito con agua ambiente por espacio de 10min.
4. Circulación de soda a 90°C por 30min.
5. Enjuagar circuito con agua ambiente durante 15min, para eliminación de soda.

Procedimiento: Limpieza CIP con Acido

1. En el maniful #1 hacer conexión de "Salida Principal de CIP" a la tubería correspondiente.
2. Abrir válvula de retorno.
3. Enjuague de circuito con agua ambiente por espacio de 10min.
4. Circulación de soda a 90°C por 30min.
5. Enjuagar circuito con agua ambiente durante 15min, para eliminación de soda.
6. Circulación de ácido a 65°C por 20min.
7. Enjuagar circuito con agua ambiente durante 15min para eliminación de residuos químicos finales.

Nota: Al finalizar, se anota en el registro el inicio y final de las operaciones de limpieza.

El proceso de limpieza se efectúa después de cada producción, siendo una variable el tipo de lavado, ya que esto depende del equipo.

Frecuencia de Limpieza		
Equipo	Limpieza con Soda	Limpieza con Acido
Tanques, placas de enfriamiento y tubería de producto	Al finalizar cada producción	Semanal
Tanques de mezcla	Al finalizar cada producción	Mensual
Pasteurizador y Homogenizador	Al finalizar cada producción	Diario
Tubería producto a envasadora	Al finalizar cada producción	Mensual

Tabla 3. Plan de limpieza con quimicos

Se realizó un esquema de todos los parámetros a controlar para habilitar un sistema de control que sea completamente automático, eliminando en su mayoría la interacción humana y garantizando la fiabilidad del proceso.

Parámetro	Automático	Semi-automático	Manual
Químico	+	-	-
Concentración	+	-	-
Flujo de contacto	+	+	-
Tiempo de contacto	+	+	-
Temperatura de contacto	+	+	-
(+ = controlado, - = no controlado)			

Tabla 4. Factores por automatizar

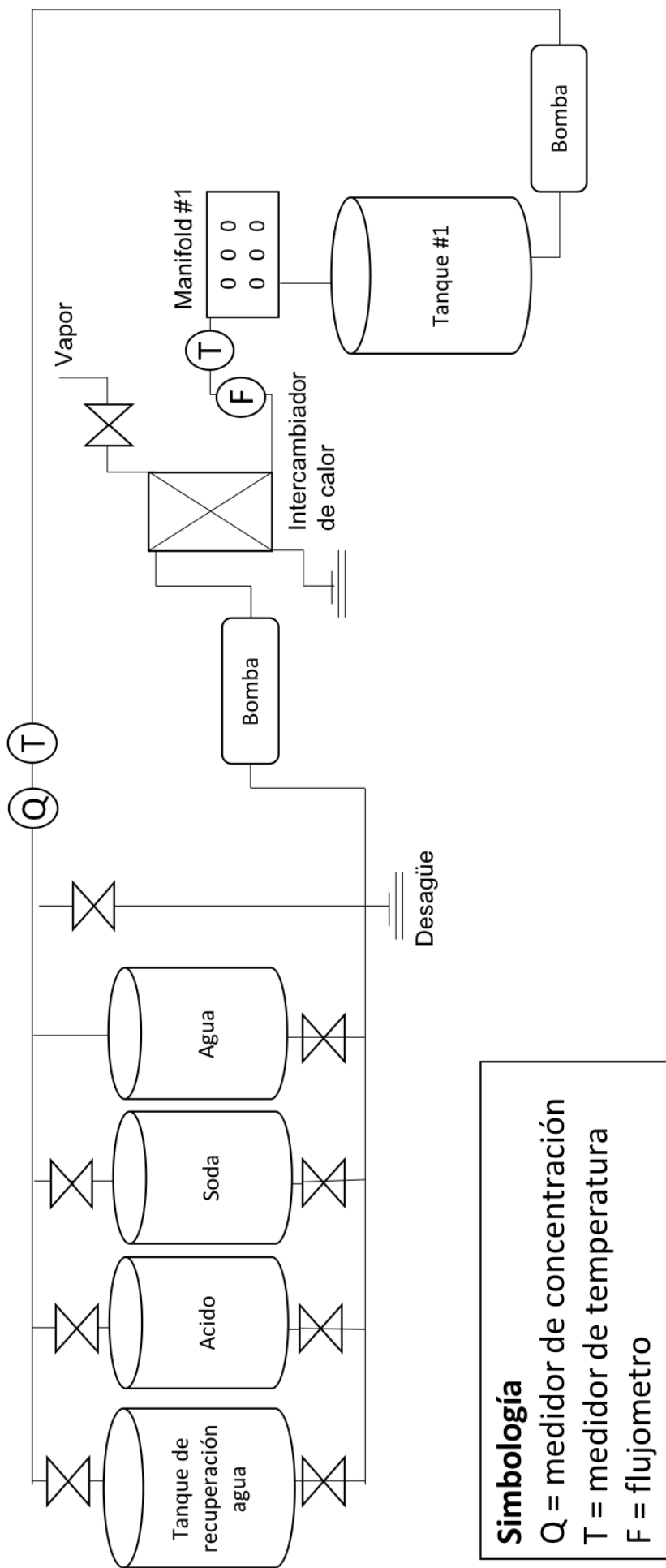
5.2 Diseño de Sistema

Una vez definida la secuencia que conlleva el lavado de los equipos, se realizó un levantamiento de los componentes necesarios para la habilitación del sistema automático. El sistema actual consiste en válvulas manuales para cada tanque, una bomba de circulación y una válvula reguladora para la entrada de vapor.

Al considerar las variables a controlar durante el proceso, se propuso un sistema con los siguientes componentes:

- Sensor de temperatura
- Medidor de concentración
- Medidor de flujo
- PLC
- HMI

Se realizó un esquema del diseño propuesto en espera de aprobación, para luego colocar el pedido de los componentes de control y sensores necesarios.



Simbología
 Q = medidor de concentración
 T = medidor de temperatura
 F = flujometro

Ilustración 12. Esquema del sistema de automatización

5.3 Presupuesto

Una vez aprobado el diseño, se procedió a cotizar los componentes con diferentes proveedores. En la planta de Lacthosa, se mantiene un estándar en equipos de control, siendo Allen Bradley la marca por defecto para todos los proyectos de automatización. Al ser este el caso, no existe problema con el software al contar con la licencia de RsLogix 5000 para la programación.

Se cotizó una pantalla TFT de 10" con la empresa Beijer Electronics, al ser esta la mejor opción en términos financieros, además de adaptarse a las necesidades de la planta.

Presupuesto		
Ítem	Descripción	Precio Total
1.00	PLC MicroLogix 1100	Lps. 17,600
2.00	Pantalla Beijer X2 Pro 10	Lps. 29,000
3.00	Software iX Developer	Lps 11,900
4.00	Modulo E/S Analógicas	Lps. 10,000
5.00	Modulo E/S Digitales	Lps 11,000
6.00	Modulo Entrada Termocupla	Lps. 14,000

Tabla 5. Presupuesto del proyecto

5.4 Desarrollo del Proyecto

Se procedió a coordinar la instalación del medidor de flujo, con el apoyo del departamento de mantenimiento y un técnico para soldar la tubería. La posición definida para la instalación fue la salida del intercambiador de calor, antes de la entrada al manifold. El medidor de flujo da la lectura del caudal del fluido que se está bombeando, para poder ajustar la potencia de la bomba a los parámetros que se necesitan para una correcta limpieza. El tiempo de circulación se ve afectado por el flujo, al ser necesario un mayor tiempo de recirculación si el flujo es menor. Se instaló un variador de frecuencia para controlar la velocidad de la bomba. El flujo de líquido con el agente de limpieza ya sea ácido o soda cáustica, desprende la suciedad o contaminante y la arrastra fuera de la tubería.

Al realizar el lavado con soda y ácido, la temperatura debe variar dependiendo del ciclo. En el caso de la soda, se realiza a una temperatura de 90°C, al ser más efectiva en temperaturas altas.

Se instaló un sensor de temperatura (PT100) para controlar la activación de la válvula que da paso al vapor en el intercambiador de calor.

Cuando se realiza el lavado con ácido, se da paso a menos vapor, al ser necesario una temperatura menor, ya que el ácido a altas temperaturas puede dañar las tuberías.

El controlador lógico programable interpreta todas las señales de los sensores y actúa de acuerdo con los parámetros que se establecieron previamente. Se utiliza para regular los tiempos de circulación, así como la temperatura y flujo como se mencionó anteriormente.

La pantalla funciona como interfaz HMI para el operador, donde puede seleccionar el ciclo de lavado a ejecutar de acuerdo con el equipo que se desea limpiar.

Este proceso elimina el error humano, al contar con valores controlados y monitoreados en todo momento. Por ser un sistema de lazo cerrado, la retroalimentación funciona para que el sistema se mantenga siempre en condiciones óptimas de trabajo.

En la programación de los ciclos de limpieza, se desarrolló un esquema de lógica de acuerdo con el ciclo a ejecutar.

El proceso consiste en tres pasos sencillos:

- 1) Enjuague agua inicial
- 2) Circulación de químico
- 3) Enjuague con agua

Las válvulas manuales fueron sustituidas por válvulas de accionamiento automático. En el primer enjuague, la válvula de salida del tanque de recuperación de agua debe estar abierta, así como la del retorno al tanque de recuperación.

En el segundo paso, solo se acciona la válvula de salida de soda, la válvula de retorno de agua y la de retorno de soda. Por último, se abre la de salida del tanque de agua y la del retorno de agua de recuperación o el desagüe.

Este ciclo se repite en el caso de la circulación de ácido. Usando esta lógica, se realizó un esquema con las variables que controlamos para realizar la programación.

Siguiendo este proceso, se procedió a elaborar un esquema base para realizar la programación.

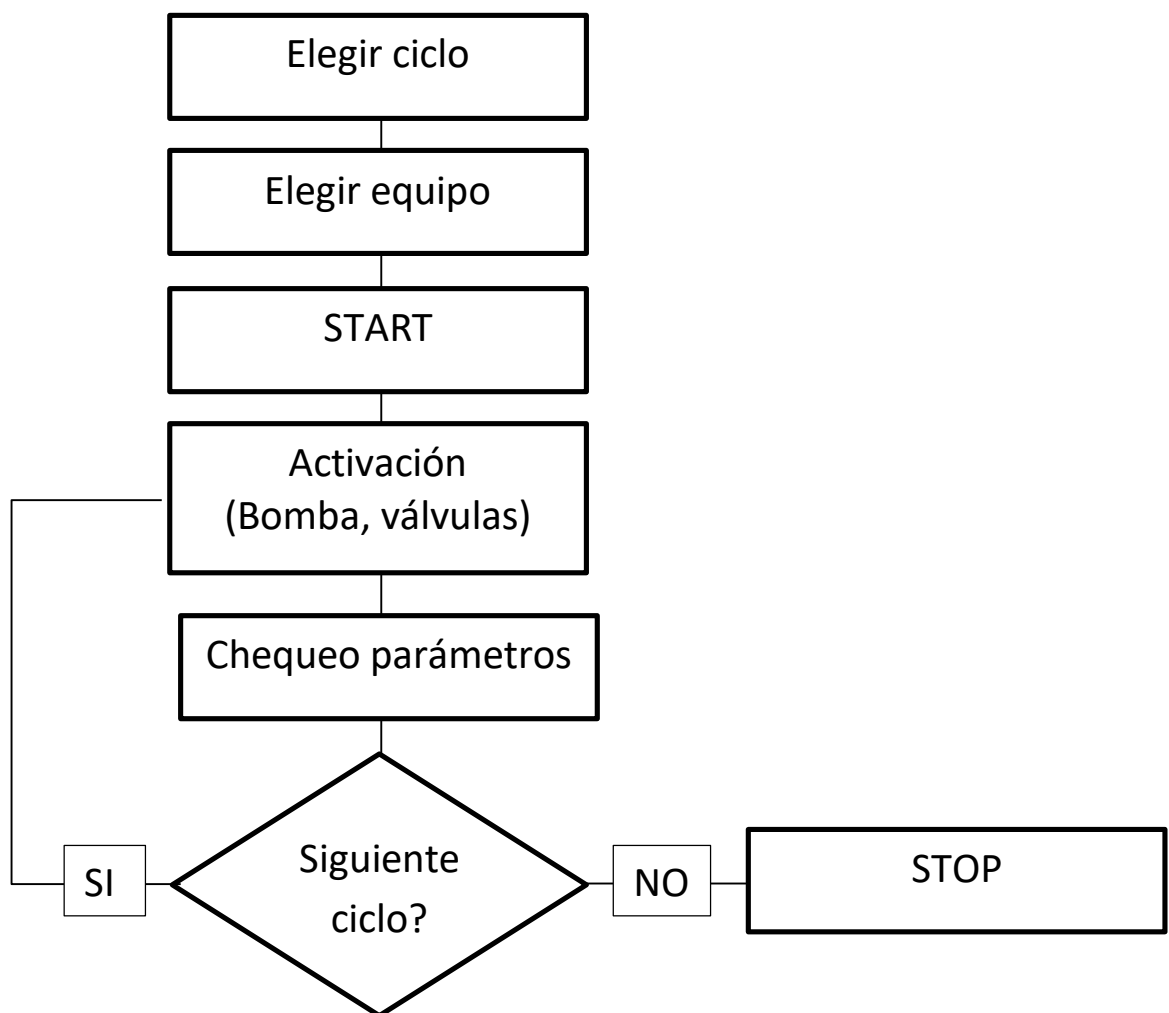


Ilustración 13. Diagrama de pasos para limpieza

Al tener un esquema base, se fue modificando de acuerdo con los parámetros necesarios. Interpretando las señales de los diferentes sensores al PLC, se ajustan los parámetros de temperatura y velocidad de la bomba de acuerdo con el ciclo que se esté realizando.

El pedido por los componentes de control tuvo inconvenientes al tratarse de un nuevo proveedor internacional, en el caso de las pantallas Beijer. Por este motivo, el sistema aún está pendiente de instalación final y puesta en marcha definitiva. Se realizaron pruebas al sistema con el acompañamiento de un técnico del área de mantenimiento posteriormente en un PLC de la empresa para asegurar el correcto funcionamiento. La culminación total del proyecto se dará al recibir los componentes propios del sistema.

Este es el primer caso de automatización de un sistema de limpieza CIP de forma interna para la empresa, lo cual significa un gran ahorro en términos financieros por mano de obra y diseño del sistema. Al tratarse de un sistema en esencia igual para todas las plantas, se planea continuar con este diseño y aplicar en la planta de Lactosa Sula Centro, en Tegucigalpa.

Se tuvo una reunión con representantes de mantenimiento del área de Tegucigalpa, y al verse en la necesidad de ayuda en el área de electromecánica, se coordinó una visita para el levantamiento e implementación del mismo sistema en la planta Sula Centro. Esto como parte de una iniciativa de parte de la empresa para capacitar al personal que tienen para elaborar los proyectos de automatización de forma interna y generar ahorros.

VI. CONCLUSIONES

“La etapa final de un texto en la que se presenta la información más relevante o aquello que se propone como ‘nuevo’ en el texto. En otras palabras, la conclusión es a la que se llega después de considerar una serie de datos o circunstancias” (Santos, 2000)

- Se implementó un PLC y sus componentes para control automático del sistema de limpieza CIP en la planta de yogurt Sula Norte. Esto resulta en un completo control de los parámetros de la limpieza y la eliminación de posibles errores humanos.
- Debido a un atraso con el proveedor, no se instaló la interfaz HMI para interacción del operador. El proyecto se dará por finalizado al hacer entrega de la pantalla para su instalación.
- Se realizó un nuevo diseño de sistema de automatización para el sistema CIP de la planta Sula Norte. Este diseño planea utilizarse como un estándar a nivel de todas las plantas de Lacthosa.

VII. RECOMENDACIONES

A la empresa

- Realizar capacitaciones al personal de planta de manera frecuente, asegurando un completo de entendimiento de parte de ellos, para poder utilizar los equipos de manera correcta y evitar fallos a futuro.
- Realizar proyectos de automatización de manera interna, para ahorrar en costos que involucran contar con servicios del exterior, utilizando personal capacitado con el que cuentan.
- Brindar mayor oportunidad a ingenieros en el área de electromecánica, para realizar más proyectos de automatización y asegurar la calidad del personal que labora en la empresa.

A UNITEC

- Realizar un mayor número de proyectos de vinculación con grandes empresas, para brindar al alumno una experiencia del proceso industrial más a fondo y de esta manera capacitarlos de la mejor manera.
- Contar con laboratorios más completos, y traer personal capacitado para brindar talleres de temas de la carrera en las diferentes ramas, como la automatización y electrónica avanzada.
- Crear alianzas con empresas para que brinden charlas o talleres sobre los conceptos más importantes en la industria y brindar un mayor enfoque a los alumnos.

BIBLIOGRAFIA

- Altendorf, M. (2004). *Flow Handbook* (Vol. 2). Reinach, Switzerland: Endress+Hauser Flowtec AG.
- Blüml, S. (2006). *El mundo de los envases*. Hamburg: Behr's Verlag.
- Bockelmann, D. B., & Bockelmann, D. I. (2001). *Long Life Products: Heat Treated, Aseptically Packed: A Guide to Quality*.
- Carrasco, S. (2006). *Metodologia de la investigacion Cientifica*. Lima: San Marcos.
- Deppert, W. (2001). *Aplicaciones de la Neumatica*. Barcelona: Alfaomega.
- Dorf, R. C. (2005). *Sistemas de Control Moderno*. Madrid : Pearson Education.
- Fischer, D. S. (2005). *Guia tecnica y practica sobre el llenado de productos liquidos*. Germany: Volker Kronseder.
- Imholte, T. J. (2000). *Engineering for Food Safety and Sanitation* (Vol. 2). Massachusetts, United States: Technical Institute of Food Safety.
- Kirk, F. W. (2005). *Instrumentation*. United States: American Technical Publishers.
- Maloney, T. J. (2006). *Electronica Industrial Moderna*. Mexico: Pearson.
- Munson, B. R. (2002). *Fundamentals of Fluid Mechanics*. United States: John Wiley & Sons Inc.
- Papasseit, R. G. (2005). *Calidad*. Barcelona: Altamar.
- Penin, A. R. (2007). *Sistemas SCADA*. Barcelona: Marcombo.
- Rodriguez, A. (2011). *Instalaciones Domoticas*. España : Altamar.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodologia de la Investigacion* (Vol. Sexta Edicion). Mexico: Edamsa Impresiones.
- Sanchez, G. T. (2006). *Fundamentos del Analisis de Falla*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingenieria .
- Santos, F. (2000). *Ingenieria de Proyectos*. España : Line Grafic.

Solé, A. C. (2011). *Hidraulica & Neumatica*. Mexico D.F: Alfaomega.

Tauscher, T. (2000). *A Guide to the Sanitary Design of Food Plants and Food Plant Equipment* (Vol. 2).
Massachusetts, United States.

Tocci, R. J. (2003). *Sistemas Digitales* . Mexico: Pearson Education .

ANEXOS

Sensores PT100 y termopares



Diferencias entre sensores PT100 y Termopares

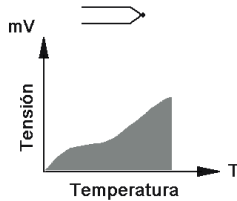
Los sensores de temperatura mas comunes son constituidos por termopares y PT100.

El termopar es un sensor extremadamente simple y fiable que está constituido de dos materiales metálicos de naturaleza diversa unidos por dos uniones llamadas "unión fría" y "unión caliente". El grado de temperatura que detectan estas uniones genera una diferencia de potencial estrechamente dependiente de la naturaleza de los materiales.

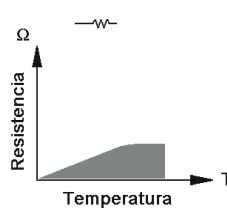
El sensor pt100 es un elemento pasivo constituido de un material metálico cuyo valor resistivo es estrechamente dependiente de la temperatura. Los standar industriales utilizados se fabrican en platino o níquel con un valor resistivo de 100 Ohm a 0°C DIN.

La utilización de estos sensores de temperatura viene valorado en función del uso y del campo de temperatura.

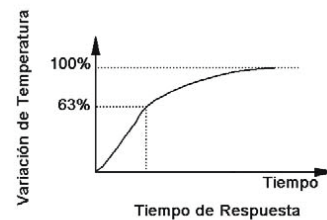
Termopar



PT100



Velocidad de Respuesta



La instalación de estos sensores prevé normalmente la utilización de cables especiales para alta temperatura, vainas de protección, conexiones particulares, etc...

SRC proyecta y produce termopares y sensores PT100 completamente ensamblados a todo tipo de accesorios; siendo estos sensores conformes a las normativas internacionales del sector.

Como Escoger su sensor

Consideraciones	Termopares	PT100
Campo de temperatura	de -200 a 2000°C	de -200 a 850°C
Costo	poco costosa	muy costosa
Sensibilidad	sensible en punta	sens. total
Resist. a la vibración	adaptable (ejec.MgO)	menor adaptación
Estabilidad	poco estable	excelente
Dureza	robusto	poco robusto
Salida	mV	ohm

Los sensores indicados en las anteriores tablas conforman los siguientes estándares

Termopares	IEC 584.1, UNI 7938, DIN IEC 584.1, ANSI 96.1, BS 4937.
PT100	IEC 751, UNI 7937, DIN 43760, BS 1904.



especialistas en
regulación y control
de temperatura

Avda. del Cantábrico 11, Pab. 6 • 01013 Vitoria-Gasteiz (Spain)
Tel. (+34)945 25 94 55 Fax - (+34) 945 25 88 52 • www.srcl.com • info@srcl.com





Desde 1991 a su servicio
[Email: info@intek-ca.com](mailto:info@intek-ca.com)
www.intek-ca.com

26-ene-2018
 11:28:12

Of-Bodegas Premier Warehouse Complex, 100 mts antes del Paseo a La Lima, Edificio PWC-14-B, San Pedro Sula, Honduras, C. A.
 Oficina: +504 2559-4748 al 50 | Fax: +504 2559-4740

Cotización No. 0014719 - V. 3

Fecha de Cotización: 25/ene./2018

COTIZACION MICROLOGICS Y MODULOS



No Cotización:	14719	Fecha Entrega :	23/feb./2018
Cliente:	LACTEOS DE HONDURAS, S.A. DE C.V.	Lugar Entrega:	BOULEVARD DEL NORTE, CARRETERAA PUERTO CORTES, BARRIO BERMEJO, SAN PEDRO SULA, CORTES, HONDURAS
Atención A:	Miguel Vargas	Persona Recibe :	BODEGA
Forma de Pago:	Credito 30 Dias		
Tiempo de Entrega:	DETALLADO POR POSICION		

Cantidad	Código	Descripción	Peso	Lps.	Precio U. sin IVA	Lps.	Total sin IVA
1.00	1782Q6WS	SINKSOURCE DC IN/DC RELAY OUT APROXIMADAMENTE 3 - 4 SEMANAS	0.00		8,525.00000		8,525.00
1.00	1782P20F2	MOD ENTISAL ANALOG ML1200 3AI 2AO APROXIMADAMENTE 3 - 4 SEMANAS	0.00		10,125.00000		10,125.00
1.00	1783MH1	ML1100 MEMORY MODULE APROXIMADAMENTE 3 - 4 SEMANAS	0.00		5,125.00000		5,125.00
2.00	1782R4	MODULO DE EXPANSION 4E RTD MICROLOGIX 1200 INMEDIATA SALVO PREVIA VENTA	0.00		14,100.00000		28,200.00
3.00	1783BA	BATERIA PARA MICROLOGIX 1100 APROXIMADAMENTE 3 - 4 SEMANAS	0.00		1,335.00000		4,005.00
2.00	1782P4	MOD ENTR ANALOG ML1200 4 AI CORRIENTE/VOLTAJE INMEDIATA SALVO PREVIA VENTA	0.00		10,125.00000		20,250.00
3.00	17820F4	MODULO DE SALIDA ANALOGICO 4 CANALES APROXIMADAMENTE 3 - 4 SEMANAS	0.00		9,580.00000		28,660.00
3.00	17820B16	MODULO SALIDA DIGITAL ML1200, 16 DO 24VDC APROXIMADAMENTE 3 - 4 SEMANAS	0.00		7,225.00000		21,675.00
2.00	1782Q16	MODULO ENTRADA DIGITAL ML1200, 16 DI 24VDC, SINKSOURCE APROXIMADAMENTE 3 - 4 SEMANAS	0.00		6,025.00000		12,050.00
2.00	1782T4	MODULO ENTRADA TERMOCUPLA ML1200, 4 AI APROXIMADAMENTE 3 - 4 SEMANAS	0.00		14,100.00000		28,200.00
2.00	1783L185NA	CONTROLADOR ML1100, 1200/40VAC, 10 DI 24VDC / 8 DO RELE APROXIMADAMENTE 3 - 4 SEMANAS	0.00		17,800.00000		35,600.00

Page 1 of 2

www.intek-ca.com

Guatemala
 Tel: (502) 2507-0500
info@intek-ca.com

El Salvador
 Tel: (503) 2290-8888
info@intek-ca.com

Honduras
 Tel: (504) 2559-4748 al 50
info@intek-ca.com

Nicaragua
 Tel: (505) 2222-2451
info@intek-ca.com

Ilustración 14. Cotizacion componentes de control

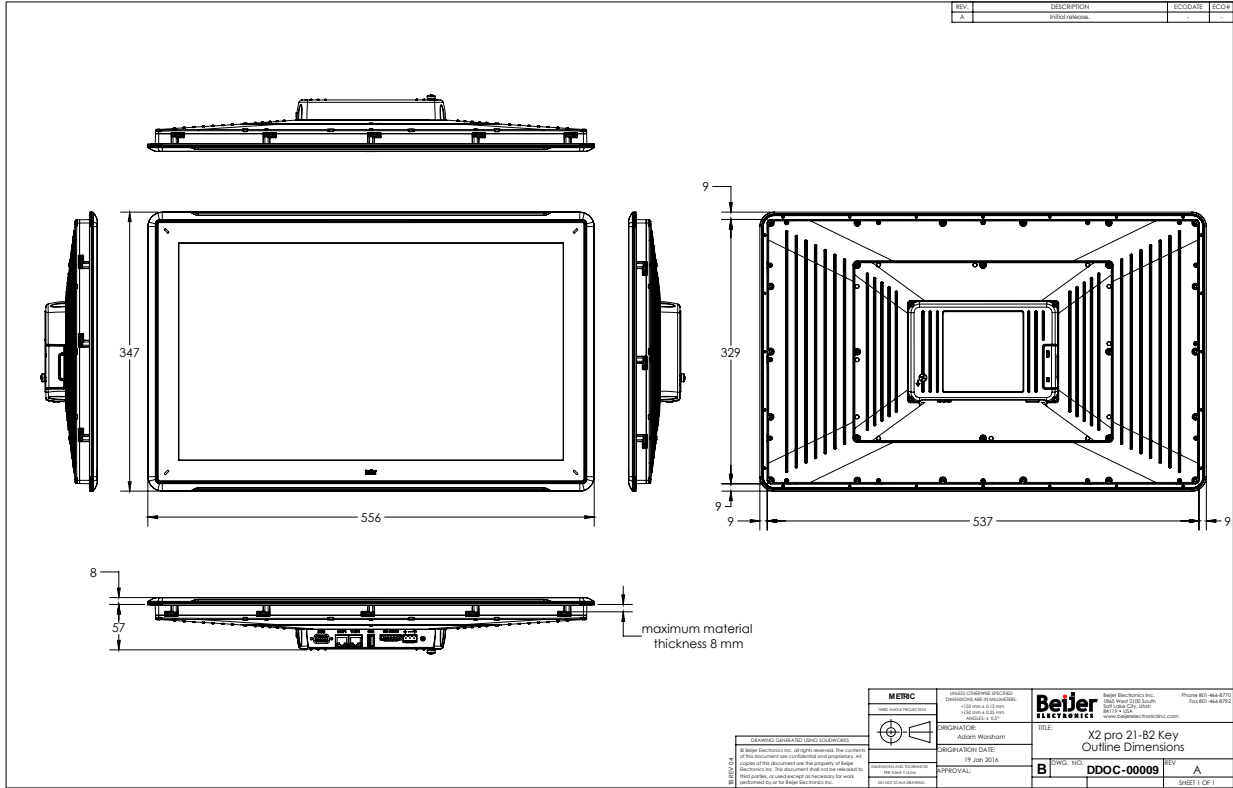


Ilustración 15. Dimensiones pantalla HMI