

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN

**TITULO:**

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESO PARA LA  
MICRO EMPRESA “QUESERA SAN JOSÉ DE CHANCHALO”

**AUTORES:**

Corrales Torres René Daniel  
Suatunce Toaquiza Orlando Geovany

**DIRECTOR:**

Ing. Mauricio Carrillo

**ASESOR:**

Ing. Juan Correa

Tesis de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial  
en procesos de automatización

Ambato – Ecuador

Junio / 2005

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar una etapa más de nuestra vida, queremos dejar constancia de un profundo agradecimiento a todas las personas que nos brindaron su apoyo en estos seis años de estudio, a quienes conforman la Universidad Técnica de Ambato, a la micro empresa Qesera San José de Chanchalo, a los señores docentes y de manera especial al Director de esta Tesis.

A nuestros padres, y familiares quienes con su comprensión y paciencia han sido el soporte fundamental para poder alcanzar esta anhelada meta.

**Los Autores**

## **DEDICATORIA**

A Dios que ha sido mi guía durante toda mi vida y me ha dado fuerza y vida para culminar esta etapa.

De manera especial a mi hermano que me a guiado espiritualmente y fue un ejemplo de vida a seguir, y por quien e podido superar duros obstáculos y lograr ser un hombre de bien.

A mi Mamá quien con amor y lucha me ha enseñado a superar las más duras pruebas y salir adelante, y a mi Papa y familiares quienes supieron ser una guía constante y un apoyo en la senda del estudio. Además supieron apoyarme y alentarme tanto en el desarrollo de mis estudios como en la etapa de culminación con la realización de está tesis fruto de mucho trabajo.

**René**

## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la fuerza y capacidad necesaria para hacer realidad una de las etapas más importantes de mi vida.

A mis padres, hermanas y hermano de manera especial a Jonny, quienes supieron guiarme y alentarme para seguir en adelante con el objetivo propuesto.

A mis abuelos, que desde el más allá me han dado el apoyo espiritual, para ser un hombre de bien.

**Orlando.**

## INTRODUCCIÓN

En el mundo actual se cuenta con avances tecnológicos y científicos muy vertiginosos, dentro de las empresas se debe avanzar en lo posible con igual rapidez, ya que de no hacerlo se puede correr el riesgo de desaparecer o no progresar, por lo tanto realizar la automatización en una línea de producción conlleva una mejor eficiencia en la producción, mejor productividad en menor tiempo, y en si una mejor calidad en la producción final.

Las industrias en la actualidad se están incorporando a las nuevas tecnologías del presente, para poder llegar a ser competitivas y entregar productos de alta calidad a un mercado exigente, procesos que vienen a ser totalmente automatizados; ya sea, con la supervisión y control basados en automatismos electrónicos y mecánicos, que día a día continúan desarrollándose más y más, exigiendo a las empresas innovarse continuamente.

Ideas relevantes que conllevan a plantear el tema de tesis: Automatización del proceso de producción de queso para la micro empresa “Quesera San José de Chanchalo”; con el deseo de aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera y ofrecer a la vez las experiencias obtenidas en la misma. Además este proyecto de investigación se espera sea un aporte de progreso en el aspecto técnico, que pueda ser utilizado por las pequeñas y medianas empresas de la provincia, e incluso del país.

Su contenido, esta desarrollado de la siguiente forma:

Tiene relación con antecedentes, justificativos y objetivos que determinan la realización del presente trabajo.

Indica la situación actual de la Microempresa de productos lácteos “Quesera San José de Chanchalo” con el propósito de conocer, el proceso completo de producción y tener fundamentos necesarios para proponer la automatización de una parte importante del mismo; aplicando, los avances tecnológicos y científicos para su diseño y desarrollo.

Contiene el estudio completo de las condiciones del proceso de producción actual detallado utilizando cursogramas analíticos para procesos de producción y en base a los análisis realizados se presenta una propuesta técnica que contiene reubicación y disposición de equipos, planteamiento de la automatización de una parte del proceso productivo, mejoramiento de las condiciones de trabajo, etc.

Contiene cálculo de selección de tubería para el transporte de la leche y sacado del suero, transporte de la cuajada, en cada proceso se especifica las pérdidas por fricción. Además se detalla la selección de bombas adecuadas para los dos procesos a realizar.

Se presenta una propuesta técnica en la selección del PLC's a utilizar de acuerdo con los requerimientos del sistema, principios de programación, desarrollo del programa y la simulación del mismo.

Se detalla un cálculo referencial de costos actualizados necesarios para que los miembros de la planta de productos lácteos puedan guiarse en la necesidad económica requerida para la implementación del sistema propuesto.

Finalmente se detalla conclusiones y recomendaciones sobre el tema realizado.

## ÍNDICE

Carátula	
Agradecimiento	i
Dedicatoria	ii
Introducción	iv
Índice	vii
Índice de Tablas	xiii
Índice de Figuras	xiv

## CAPITULO I

1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificativos	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos	4
1.4. Situación actual de la empresa San José de Chanchalo	4
1.4.1. Información general	4
1.4.2. Estructura administrativa	5
1.4.3. Productos que procesa	6
1.4.3.1. Características De Los Productos	6
1.4.3.2. Manejo Del Producto	7
1.4.4. Materia prima	8



1.4.5. Maquinaria y equipos	8
1.4.6. Descripción del proceso	9
1.4.7. Capacidad de producción y turnos que opera	11

## **CAPITULO II**

2.1. Definición de leche	12
2.2. Composición de la leche	12
2.3. Densidad específica	13
2.4. Viscosidad	14
2.5. Acidificación de la leche	14
2.6. Aspectos generales sobre el queso	15
2.6.1. Definición	15
2.6.2. Composición	15
2.6.3. El suero	16
2.7. Proceso de fabricación del queso	16
2.7.1. Recepción y análisis	16
2.7.2. Pasteurización	17
2.7.3. Reposo y enfriamiento	18
2.7.4. Adición de sales cálcicas y cuajo	19
2.7.5. Coagulación	20
2.7.6. Corte	21
2.7.7. Desuerado	21

2.7.8. Moldeado	22
2.7.9. Prensado	23
2.7.10. Salado de queso	23
2.8. Producción y procesos	24
2.8.1. Productividad	24
2.9. Estudio del Trabajo	27
2.9.1. Estudio de métodos	29
2.9.2. Procedimientos del estudio de métodos	29
2.9.3. Combinación de operaciones	31
2.9.4. Simplificación de operaciones	32
2.9.5. Ratio de operación	33
2.10. Automatización	33
2.10.1. Definición	33
2.10.2. Los principios de los sistemas automatizados	34
2.10.3. Modelo estructural de un sistema automatizado	35
2.10.4. Sistemas de control	36
2.10.5. Sensores	37
2.10.6. Electroválvulas	37
2.11. Autómatas programables	39
2.11.1. Definición	39
2.11.2. Campos de Aplicación	40
2.11.3. Ventajas e Inconvenientes	42
2.11.4. Funciones de un PLC	43

2.11.5. Estructura externa	45
2.11.6. Estructura interna	47
2.11.6.1. Entradas y salidas	49
2.11.7. Memoria	51
2.12. Bombas	58
2.12.1. Clases de bombas	58
2.12.2. Tipos de bombas centrifugas	60
2.12.3. Bombeo en la industria alimenticia	60
2.12.4. Elementos a considerar en un sistema de bombeo	62
2.12.5. Operación de bombas centrifugas	64
2.12.6. Efecto de viscosidad	66
2.12.7. Tubería y accesorios para instalación de bombas	66
2.12.8. Factores hidráulicos	68
2.12.9. Características de bombas de pasta aguda	69

### **CAPITULO III**

3.1. Registro y análisis del proceso	70
3.1.1. Diagrama de proceso	70
3.1.2. Cursograma sinóptico del proceso de producción del queso	72
3.1.3. Cursograma sinóptico del proceso de elaboración del queso	74
3.2. Cursograma analítico	75
3.2.1. Cursograma analítico del proceso de elaboración de queso método original	76

3.2.2. Cursograma analítico de material del proceso de elaboración del queso	80
3.2.3. Diagrama de recorrido actual	86
3.2.4. Análisis de los detalles	87
3.3. Cursograma analítico planteado	88
3.3.1 Cursograma analítico del proceso de elaboración método propuesto	89
3.3.2. Cursograma analítico de material del proceso de elaboración del queso	92
3.3.3. Diagrama de recorrido propuesto	97
3.3.4. Cambios propuestos	98
3.3.5. Ratio de Operación	100

## **CAPITULO IV**

4. Análisis y selección de bombas	101
4.1. Selección de bomba centrífuga	101
4.2. Cálculo y consideraciones para la selección de bombas	102
4.2.1. Tanque de almacenamiento y recepción	102
4.3. Selección de bomba para leche y suero	103
4.3.1. Calculo del diámetro de la tubería	103
4.3.2. Diagrama de recepción de leche y salida de suero	107
4.3.3. Cálculos	108
4.4. Selección de bomba para transporte de cuajada	111
4.4.1. Calculo del caudal	111
4.4.2. Diagrama de transporte de la cuajada	114

4.4.3. Cálculos de la bomba	115
<b>CAPITULO V</b>	
5. PLC's	118
5.1. Simulación del programa	118
5.1.1. Lista de direcciones	119
5.1.2. Programa	120
5.2. Ubicación de los elementos	128
5.3. Tablero de control	129
<b>CAPITULO VI</b>	
6. Costos	130
6.1. Costo Beneficio	136
6.2. Análisis del proyecto respecto a otro sistema	137
<b>CAPITULO VII</b>	
7. Conclusiones y Recomendaciones	142
7.1. Conclusiones	142
7.2. Recomendaciones	143
Bibliografía	144

Anexos	145
--------	-----

## **TABLAS**

### **CAPITULO II**

Tabla 2.1.Composición de la leche	13
Tabla 2.2.Densidad específica de la leche	14
Tabla 2.3.Composición del queso	16
Tabla 2.4. Etapas del estudio del trabajo	30

### **CAPITULO III**

Tabla 3.1 Simbología de cursogramas	71
Tabla 3.2 Cursograma analítico del proceso de elaboración del queso	79
Tabla 3.3 Cursograma analítico de material del proceso	85
Tabla 3.4. Cursograma analítico propuesto del proceso de elaboración del queso	91
Tabla 3.5. Cursograma analítico de material del proceso método propuesto	96

### **CAPITULO V**

Tabla 5.1. Lista de direcciones	120
---------------------------------	-----

## **CAPITULO VI**

Tabla 6.1. Tabla de Materiales y Equipo	131
Tabla 6.2. Costos de Materiales y Equipo	133
Tabla 6.3. Materiales y Equipo Seleccionado	135
Tabla 6.4. Mano de Obra	135
Tabla 6.5. Materiales y Equipo con el programa LabView	138
Tabla 6.6. Materiales y Equipo con PLC	139

## **FIGURAS**

### **CAPITULO I**

Figura 1.1. Estructura administrativa de San José de Chanchalo	6
Figura 1.2. Proceso de Producción de Queso fresco de San José de Chanchalo	10

### **CAPITULO II**

Figura 2.1. Modelo estructural de un sistema automatizado	35
Figura 2.2. Válvula distribuidora 3/2 de mando electromagnético	38
Figura 2.3. Gráfico de PLC	40
Figura 2.4. Elementos en un sistema de Bombeo	63
Figura 2.5. Instalación de una bomba centrífuga	67

### **CAPITULO III**

Figura 3.1. Cursograma sinóptico de proceso de elaboración del queso	74
Figura 3.2. Diagrama de recorrido del proceso	86
Figura 3.3. Diagrama de recorrido propuesto	97

### **CAPITULO IV**

Figura 4.1. Recepción de leche y salida de suero	107
Figura 4.2. Transporte de la cuajada	114

### **CAPITULO V**

Figura 5.1. Ubicación de los elementos	128
Figura 5.2. Tablero de control	129



## **CAPITULO I**

### **1.1. ANTECEDENTES**

En el Ecuador se vive actualmente una economía cambiante e inestable por la falta de toma de decisiones de los gobernantes, lo que influye directamente en el colapso de varias empresas y microempresas, llevándolas al cierre con consecuencia directa sobre la gente, que al salir de estas queda desempleada; y, el producto interno tanto de la industria como de la agroindustria tienen un precio muy bajo en relación con la carestía de la vida.

Los productos lácteos constituyen un elemento importante de la alimentación humana desde tiempos remotos, cuando los animales comenzaron a domesticarse. En un principio, el trabajo se realizaba en el hogar o en las explotaciones agrarias; e, incluso en la actualidad gran parte de la producción se genera en pequeñas empresas, aunque la existencia de grandes industrias es habitual. Una de estas micro empresas es San José de Chanchalo que se dedica a la producción de lácteos por medio del procesamiento de la leche, entregando productos nutritivos contribuyendo al rendimiento físico e intelectual de la familia.

El producto elaborado por la microempresa tiene una buena aceptación en el mercado llegando a ser distribuido en las principales ciudades del centro del país como en Quito, Latacunga, Ambato, Riobamba, La Mana y Salcedo.

Inicio con una producción baja de 400 quesos, llegando a producir en la actualidad hasta 15000 quesos mensuales. Como se puede observar se nota un crecimiento notable en la producción y una demanda que va en aumento, por lo tanto, la producción actual que se realiza en forma manual requiere mejorar su proceso y aumentar la producción para poder abastecer la creciente demanda y un mercado cada vez más competitivo.

## **1.2. JUSTIFICATIVOS**

El presente proyecto busca dar soluciones eficientes y confiables a las microempresas dedicadas a esta actividad, mediante la utilización de PLC's, sensores, electroválvulas y bombas; los cuales, como un sistema común de producción van a ser una aporte actual y confiable a la empresa.

Es de suma importancia para las pequeñas y medianas empresas; como es el caso de la Quesera "Chanchalo" acceder al uso de nuevas tecnologías y diseños que ayuden a mejorar la calidad de sus productos, debido a que los sistemas de producción artesanales no son de alta calidad, como también significan una pérdida para las empresas en tiempo, rentabilidad y productibilidad. Por lo que se hace necesario considerar la implementación de nuevos elementos para un mejor control como los PLC's y sensores, y a su vez optimizar elementos ya conocidos en el medio como bombas, electroválvulas y sus accesorios.

Por medio de la utilización de bombas se realiza el transporte de leche, suero y cuajada, el control de electroválvulas, sensores de temperatura y tiempos en la producción por medio del PLC; con lo cual disminuye la pérdida de materia prima y gastos operacionales, se mejora la calidad de la producción al no tener un contacto directo del obrero con la materia prima y se estandariza el proceso.

Con la automatización del proceso se eliminará un desperdicio de materia prima, mejorando a la vez la calidad al evitar una manipulación directa de la leche por medio del sistema planteado, este a su vez podrá rebajar los tiempos de producción ya que se estandarizaran los mismos dentro del proceso.

Contando con mejores productos, mejores precios y abarcando un mercado más amplio; beneficiando a la empresa y a la comunidad.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. GENERAL**

Automatizar el proceso de producción de queso para la micro empresa “Quesera San José de Chanchalo”

### 1.3.2. ESPECIFICOS

- Realizar el estudio para la automatización de la recepción y transporte, de leche y cuajada en el proceso de producción de queso en la empresa.
- Estudio para la selección de bombas, electroválvulas, tubería y PLC adecuados para el transporte de la materia prima.
- Analizar el proceso para plantear mejoras en la recepción, transporte y procesamiento de la materia prima.
- Elaborar un programar en el PLC para el control del proceso en la elaboración de queso.

## **1.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA SAN JOSÉ DE CHANCHALO**

### 1.4.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La empresa tuvo su origen en la comunidad San José de Chanchalo de las diferentes necesidades que aquejaban a su comunidad, el presidente del barrio tomo la iniciativa de reunir a un grupo de personas del sector con una idea muy clara para cumplir, se propuso la creación de una asociación de trabajadores los cuales dieron los primeros pasos para la elaboración de productos lácteos, esta asociación fue la que impulso económica y laboralmente esta idea, que sería a futuro la más importante fuente de trabajo de la región; así en marzo de 1992 quedo legalmente constituida la Asociación de Trabajadores Autónomos San José de Chanchalo.

En sus inicios sus labores las realizaban en una casa arrendada del barrio, con esfuerzo y dedicación los artesanos como se los reconoce legalmente adquirieron un terreno propio y edificaron una planta para el proceso de los lácteos; posteriormente, se logro la adquisición de equipos que ayudan hasta hoy a tener un nivel de producción aceptable, para mantener la micro empresa en funcionamiento y con un firme propósito de alcanzar niveles mucho mayores.

La micro empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Salcedo provincia de Cotopaxi en la carretera Salcedo-Tena Km. 7 ½. En la comunidad de San José de Chanchalo.

Su denominación es Asociación de Trabajadores Autónomos San José de Chanchalo, la cual es una micro empresa de tipo comunitario y de reconocimiento legal Artesanal, funciona bajo el R.U.C. 0590059838001, cuenta con activos fijos de \$45.000.00 como con capital social de \$ 15.000.00, el representante legal es el Sr. Gabriel Pumazunta y la actividad principal es la producción de lácteos.

#### 1.4.2. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA

La estructura administrativa de la empresa en la actualidad esta conformada de la siguiente manera:



*Figura 1.1. (Estructura administrativa de San José de Chanchalo)*

### 1.4.3. PRODUCTOS QUE PROCESA

Por medio del procesamiento de la leche ofrece los siguientes productos lácteos:

- Queso fresco
- Queso Mozzarella
- Yogurt

#### 1.4.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS

Queso fresco:

- Redondo de 500 gr. Producción diaria del 53.44%
- Rectangular de 700 gr. Producción diaria del 45%
- Fundas plásticas

#### Queso Mozzarella:

- Redondo de 500 gr. Producción diaria del 1.56%
- Fundas plásticas

#### Yogurt

- Envases plásticos de 2, 1, ½ litros y de 100 y 75cc. Producción de 2.3 % en los días de su elaboración.
- Sabores de fresa, durazno y mora.

#### 1.4.3.2. MANEJO DEL PRODUCTO

##### - REFRIGERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

El producto final que sale de la planta de producción es almacenado en un cuarto frío que se encuentra a una temperatura de 5° C, para conservar los quesos en buen estado hasta el momento de su distribución.

## - CONTROL

Durante el proceso de producción se cuenta con etapas en las que se efectúa controles los cuales sirven para que el producto se realice de acuerdo a las especificaciones propias de la planta y no tenga defectos el producto terminado.

### 1.4.4. MATERIA PRIMA

Las materias primas utilizadas para la elaboración del queso fresco son:

Leche

Calcio

Cuajo

Sal

### 1.4.5. MAQUINARIA Y EQUIPOS

La planta cuenta con la siguiente maquinaria y equipo:

- Tres tinas de acero inoxidable para producción, con una capacidad de: Dos de 1000 litros c/u y una de 640 litros, con calentamiento a base de vapor y agua, y enfriamiento con agua circulante en la tina.
- Tres mesas de acero inoxidable, una de 1,78x2.40 y dos de 2.10x86 metros



- Un calderin de 25 PSI.
- Acidómetro tipo pistola.
- Pesa leche
- Dos prensas.
- Moldes redondos 600 de PVC.
- Moldes rectangulares 250 de acero inoxidable.
- Juego de mallas 600 redondos
- Juego de mallas 250 rectangulares.
- Dos liras de 1.5 cm. y 1 cm.
- Una pala plástica de cuajada.
- Tres palas de madera.
- Una balanza digital.
- Medidor de temperatura digital.
- Tacos de madera redondos 600.
- Tacos de madera rectangulares 250.
- Utensilios varios: Tinas, baldes, materiales de aseo, etc.

#### 1.4.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de producción del queso se indica en la Figura 1.3, todo este proceso se lo realiza de forma manual.

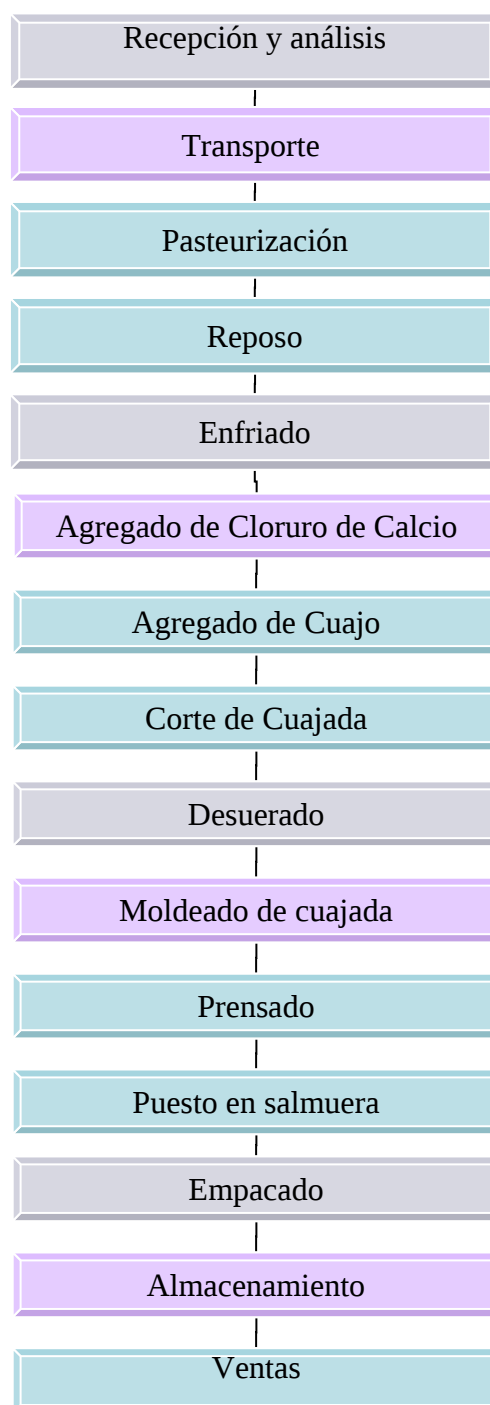


Figura 1.2. (Proceso de Producción de Queso fresco de San José de Chanchalo)

#### 1.4.7. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN Y TURNOS DE OPERACIÓN

En la actualidad tiene una capacidad de producción 69000 litros mensuales es decir 14500 quesos de 500 y 700 grs.

Al estar reconocida como planta productiva artesanal y de volumen relativamente pequeño, se trabaja con jornada de 08:00 a 12:00 horas y de 13:00 a 17:00 horas, ocho horas diarias y siete días a la semana.

## **CAPITULO II**

### **2.1. DEFINICIÓN DE LECHE**

Leche es un líquido opaco, blanquecino o amarillento, segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos para la alimentación de sus crías. La leche está formada por glóbulos de grasa suspendidos en una solución que contiene el azúcar de la leche o lactosa, proteínas que contienen fundamentalmente caseína y sales de calcio, fósforo, cloro, sodio, potasio y azufre. No obstante, es deficiente en hierro y es inadecuada como fuente de vitamina C. La leche entera está compuesta en un 80 a un 90 % de agua. La leche fresca tiene un olor agradable y sabor dulce. El hombre aprovecha la leche de la vaca, para tomarla directamente o para fabricar elaborados.

### **2.2. COMPOSICIÓN DE LA LECHE**

La leche está formada por 7/8 de agua y 1/8 de sólidos, que constituyen su parte nutritiva. La composición de la leche se muestra en la Tabla 2.1.

<b>CONSTITUYE</b>	<b>PORCENTAJE</b>
AGUA	87,0 %
LACTOSA	4,8 %
GRASA	4,0 %
CASEINA	2,8 %
ALBUMINA	0.7 %

SALES MINERALES	0,7 %
TOTAL	100.0%

*Tabla 2.1.(Composición de la leche)*

Esto quiere decir, que en cien kilogramos de leche se encuentra 87 litros o kilogramos de agua pura y 13 kilogramos de sustancias sólidas.

### **2.3. DENSIDAD ESPECIFICA**

La densidad específica del agua es 1, es decir que un centímetro cúbico de agua a 4° C pesa 1 g. La densidad específica media de la leche es 1.032, lo que quiere decir que en un cm<sup>3</sup> de leche a 4° C pesa 1.032 g. En otras palabras la leche es 0.032 veces más pesada que el agua. Ahora bien, la grasa tiene una densidad específica de 0.93; y los sólidos no grasos, una densidad de 1.616. La mayor presencia de sólidos grasos hace que la leche sea más pesada que el agua.

Sustancia	Peso específico:
Leche pura	= 1.028 - 1.033
Leche aguada	= menos de 1.028
Leche descremada	=1.033 - 1.037

*Tabla 2.2. (Densidad específica de la leche)*

## **2.4. VISCOSIDAD**

La leche es más viscosa que el agua a causa de los sólidos en ella contenidos. La leche contiene una viscosidad aproximadamente de 2 veces la del agua, mientras que la leche pasteurizada tiene una viscosidad de 1.3 veces la del agua.

## **2.5. ACIDIFICACIÓN DE LA LECHE**

La acidez se produce cuando la leche permanece caliente, después del ordeño, pues los microbios trabajan más intensamente cuando la leche tiene la temperatura de la vaca, que cuando está más fría. Dejando al producto con poca lactosa y mucho ácido láctico.

Para trabajar en quesería, se requiere leche con poca acidez; la leche con un exceso de ácido láctico da como resultado quesos defectuosos; con grietas, duros y con sabor amargo.

## **2.6 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL QUESO**

### **2.6.1. DEFINICIÓN**

El queso es una conserva obtenida por la coagulación de la leche y por la acidificación y deshidratación de la cuajada. Es una concentración de los sólidos de la leche con la adición de:

- Cuajo para obtener la coagulación de la leche
- Fermentos bacterianos para la acidificación de la cuajada
- Sal de comida al gusto del consumidor
- Cloruro de calcio para mejorar la disposición a la coagulación.

### 2.6.2. COMPOSICIÓN

GRASA	40 gr.	240 gr.	315 gr.
PROTEINA	35 gr.	210gr.	280 gr.
CARBOHIDRATO	48 gr.	20 gr.	10 gr.
SALES	7 gr.	20 gr.	25 gr.
MINERALES			
AGUA	870 gr.	500 gr.	350 gr.
SAL DE COCINA		10gr.	20 gr.
VITAMINAS	A,B,D,E,K	A,B,D,E,K	A,B,D,E,K

*Tabla 2.3.(Composición del queso)*

Estas cifras pueden variar según el tipo de queso.

### 2.6.3. EL SUERO

En la elaboración de cualquier tipo de queso, siempre hay que desuerar, por lo tanto siempre sobrará suero.

El suero, especialmente el que se extrae de la paila al final del primer batido, es rico en grasa y también posee una parte de la proteína de la leche que no ha coagulado por acción del cuajo, llamada albúmina.

## **2.7. PROCESO DE FABRICACIÓN DE QUESO**

### **2.7.1. RECEPCIÓN Y ANALISIS**

Es necesario que se conozca la materia prima con la cual se elabora el producto y en particular la aptitud de la leche para fabricar queso.

La operación de filtración se junta con la pasteurización, adición de sales de calcio y premaduración constituyen la etapa de preelaboración o preparación de la leche para la coagulación.

Hace mucho tiempo; se creía que, la filtración previa de la leche no influía en la calidad del queso, debido al corto tiempo que transcurre entre el ordeño y la coagulación de la leche, posteriormente por la reubicación de las lecherías se extendieron los tiempos de transporte y almacenamiento, situación que aumentó considerablemente la carga microbiana total en la leche ya sea por desintegración de las partículas de suciedad o insectos.



La limpieza se puede controlar con la filtración en la etapa de recepción que permite determinar el grado de succión de la leche, el filtrado evita el incremento de la flora microbiana indeseable existente en las impurezas. A la leche filtrada se realizan análisis de andén, que son pruebas de densidad, alcohol, acidez, Ph y grasa.

En la recepción al realizar el control de acidez se tiene un estimado de aceptación de 16 a 18° Dornic.

#### 2.7.2. PASTEURIZACIÓN POR BACHEO

En primer lugar hay que determinar la incidencia del tratamiento térmico, es decir, fijar la temperatura y el tiempo durante el cual debe aplicarse. Las condiciones del calentamiento tienen que permitir la destrucción del bacilo tuberculoso, y la de los microorganismos patógenos así como la eliminación de una proporción adecuada de gérmenes banales, para que la leche pasteurizada cumpla las normas bacteriológicas debe contener menos de 30.000 gérmenes por  $\text{cm}^3$ .

La temperatura y la duración del calentamiento, dependen de la cantidad inicial de gérmenes banales que contengan la leche cruda con la que se trabaja. La elevación de la temperatura de pasteurización modifica la estructura física y fisicoquímica de la leche, cuanto más elevado sea la temperatura más profundas serán las modificaciones.

La pasteurización “alta” se define como un calentamiento a 72° C durante 10 minutos. El método es rápido y continuo, pero modifica ligeramente las propiedades de la leche, las albúminas y la globulina sufre siempre una coagulación parcial.

Se observa como acotación que los quesos frescos presentan un tipo de pasta blanda por cuanto la leche en la quesera se pasteuriza a temperatura de 68° C y en un tiempo aproximado de 15 minutos.

### 2.7.3. REPOSO Y ENFRIAMIENTO

Concluida la pasteurización se da un tiempo de reposo de 15 min. a la leche; al mismo tiempo comienza la etapa de enfriamiento que se lleva a cabo para estabilizar el contenido de caseína, albúmina y su acidificación, quedando así la leche lista para el agregado de sales cálcicas y del cuajo (líquido que se utiliza para coagular la leche en la quesera).

La etapa de enfriamiento para que no lleve demasiado tiempo puede ser realizada por medio de la circulación de agua en el interior de las tinas con lo cual se agiliza el proceso.

### 2.7.4. ADICIÓN DE SALES CÁLCICAS Y CUAJO

La adición de sales cálcicas a parte de generar una buena cuajada, y elevar el rendimiento, retiene más grasa y facilita el desuerado, la temperatura estimada para su adición es 41° C. Además el agregar cloruro de calcio evita sabor amargo posterior en el queso, y la producción de una cuajada porosa de difícil desuerado.

El cuajo es un líquido utilizado para coagular la leche, la fuerza del cuajo esta determinada por su velocidad de coagulación y se mide de acuerdo a la cantidad de leche en cc., la temperatura adecuada para la adición es 38° C.

Se estima una utilización de cloruro de calcio en un porcentaje de 400 gr. por cada 100 litros de leche y de cuajo en porcentaje de 7 ml. en 100 litros de leche.

#### 2.7.5. COAGULACIÓN

La coagulación se forma mediante el cuajo que regula parcialmente el proceso de desuerado y como consecuencia el contenido de humedad de los quesos.

Normalmente el tiempo necesario para que la cuajada se forme y posea las características adecuadas para el corte depende de factores tales como el Ph, la concentración del calcio, la concentración de caseínas y temperatura. Según las condiciones de elaboración en nuestro país al utilizar una temperatura de 32° C, el

tiempo de coagulación con la dosis recomendada por el fabricante es de 35 a 45 minutos.

“Si las temperaturas son más altas, el corte generalmente resulta mayor en consecuencia el contenido de humedad es más elevado y el queso resulta más blando. Si durante la coagulación, la leche y la cuajada en formación se enfrían, los granos resultan de tamaño irregular”<sup>1</sup>.

En consecuencia la humedad en el queso estará distribuida irregularmente además se producirán pérdidas de caseína en el suero. La aptitud de la leche para la coagulación se ve negativamente afectada por el calentamiento a temperaturas de pasteurización.

La formación de la cuajada es la solidificación de la leche debido a la precipitación de la caseína, formándose en mayor parte de grasa y una cantidad de agua. La cuajada tiene la apariencia de una gelatina de color blanco y se forma al cabo de 30 minutos, después de haber vertido el cuajo. Esta lista para cortar cuando se nota lo siguiente: La cuajada que se encuentra junto a la pared de la paila debe desplegarse al presionarla con la palma de la mano o la pala plástica colocada sobre el cuajo debe quitarse sin que exista alteraciones.

#### 2.7.6. CORTE

---

<sup>1</sup> Dubach José 1990

La finalidad del corte de la cuajada, es facilitar el desuerado de la misma y puede ser cortada con liras especiales para tal fin, la cual se aplica vertical y horizontalmente de manera que los granos queden en forma de cubo luego de cortados, así se consigue un tamaño uniforme.

En el corte se alcanza una dimensión de grano de 1.5 cm. o de 1 cm. de acuerdo a la lira empleada. Para obtener un grano fino es preferible en primer lugar realizar el corte con la lira de 1.5 cm. y luego otro con la de 1 cm.

#### 2.7.7. DESUERADO

Cuando se ha terminado el trabajo de cuajado y ha finalizado el calentamiento, se deja de agitar la tina y con ello el grano se precipita al fondo para dar inicio al desuerado.

Esta fase constituye una de las más delicadas en la elaboración de quesos, dado que si el trabajo no se ha hecho adecuadamente, y no es el momento de desuerar, porque el grano no ha logrado su consistencia, acidez y humedad requerida; se tendrá más tarde un queso con una textura demasiado blanda y con exceso de humedad, o en caso contrario, si se demora mucho, la pasta del queso quedará muy seca y dura.

#### 2.7.8. MOLDEADO

El moldeado tiene como objetivo la masificación de los granos dándoles forma y tamaño. Para llevar al molde la cuajada antes debe revestirse con lienzo preferiblemente

de tela, para facilitar la extracción de cualquier resto de suero que este retenido en la masa, teniendo cuidado de estirarlo bien para evitar rasgaduras en la superficie del queso. El tamaño y la forma son importantes dado que de ello depende la relación entre el volumen y la superficie del queso que tiene una intervención en la calidad final, igualmente guarda vinculación con la pérdida de humedad por evaporación, con velocidad e intensidad de la salazón y con la respiración.

El moldeado de queso se lo realiza en forma cilíndrica y rectangular, en moldes de 500 y 700 grs. cada uno respectivamente y la forma de la superficie esta dada por mallas que cumplen la función de revestimiento.

#### 2.7.9. PRENSADO

El prensado del queso tiene por finalidad desuerar aún más la masa y de esta manera endurecerla. Varía en intensidad y duración. El prensado del queso sólo saca de la masa una pequeña porción del suero, y parcialmente la humedad ya que la proteína no se separa por presión.

El prensado del queso dura aproximadamente de 20 a 30 minutos a temperatura ambiente por lo que debe ser lo más rápido posible para evitar contaminación con un peso aproximado de 64 libras en 180 moldes de 500 gr. c/u.

#### 2.7.10. SALADO DEL QUESO

El objetivo de salar el queso tiene varias finalidades: conservarlo mejor, contrarrestar la evolución de agentes indeseables, seleccionar la flora normal del queso, hacerlo más apetecible, en si juega un papel importante en los procesos que se desarrollan en el interior y corteza del queso.

Este proceso se lo realiza introduciendo el queso en agua de salmuera previamente preparada, en esta mientras mayor sea la concentración de sal, más rápidamente absorberá la sal el queso, sin embargo se debe considerar que una excesiva concentración de sal producirá una corteza muy dura y gruesa.

El agua con salmuera se la prepara con 22° Baumé, con una conservación de acidez de 15 a 20 Dornic y a una temperatura entre 10 y 11.5° C. Controlando así mejor la fermentación del queso hasta que la sal se disperse y alcance una distribución de grasa más uniforme.

Los grados Dornic °D, expresan el contenido de ácido láctico. Puede definirse como el número de décimas de mililitro de “sonda Dornic”, utilizados para valorar 10 mL de leche en presencia de fenolftaleína.

Esto hace que en una valoración de 10 mL de leche, la acidez en °D viene dada por 1°D = 1 mg de ácido láctico en 10 ml de leche. La leche fresca normal de vaca, así como la leche tratada térmicamente no debería superar los 19 °D.

Los grados Baumé °B, corresponden a un valor constante de alcohol potencial que permite determinar, con una precisión de dos décimas, la cantidad de azúcar o sal de una sustancia. Son medidos por un aerómetro.

## **2.8. PRODUCCIÓN Y PROCESOS**

### **2.8.1. PRODUCTIVIDAD**

“Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados”.<sup>2</sup>

Elevar la productividad significa producir más con el mismo consumo de recursos, o bien producir la misma cantidad, pero utilizando menos recursos como materiales, tiempo, maquinaria o mano de obra.

En la actualidad toda industria realiza estudios y aplicaciones para aumentar su productividad, sin embargo frecuentemente se confunden los términos productividad y producción.

Otros términos muy comunes son:

---

<sup>2</sup> Ingeniería de Métodos, Estudio del trabajo; Roberto García Criollo.



Eficiencia, es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.

Efectividad es el grado en que se logran los objetivos.

Es primordial identificar los factores que afectan la productividad, algunos de estos son:

- Métodos y Equipo: Una forma de mejorar la productividad consiste en realizar un cambio constructivo en los métodos, los procedimientos o los equipos, con los cuales se llevan a cabo los resultados. Algunos ejemplos son:
  - Automatización de los procesos manuales
  - Instalación de sistemas de ventilación
  - Disminución del manejo del producto
  - Eliminación de tiempos de espera
  - Proporcionar mantenimiento preventivo como correctivo
  
- Utilización de la capacidad de los recursos: La precisión con la cual la capacidad con que se cuenta para realizar el trabajo se equipara a la cantidad de trabajo que hay que realizar, como pueden ser:
  - Operar una instalación y su maquinaria con dos o tres turnos.

- Mantener en disponibilidad sólo las existencias que se requieran para cumplir con los objetivos de nivel de servicio a los clientes
  - Utilizar camiones propios para recoger las mercancías o materias primas de los proveedores en vez de que regresen vacíos después de haber realizado sus entregas.
  - Instalar estantes o usar tarimas en los almacenes para sacar el máximo provecho del espacio entre el piso y el techo
  - Mantener las condiciones de trabajo en óptimo estado
- Nivele de desempeño: La capacidad para obtener y mantener el mejor esfuerzo por parte de todos los empleados. Entre otros aspectos pueden mencionarse:
    - Obtener el máximo beneficio de los conocimientos y de las experiencias, adquiridos por los empleados de mayor antigüedad.
    - Establecer un espíritu de cooperación y de equipo entre los empleados.
    - Motivar a los empleados para que adopten como propias las metas de organización
    - Proyectar e instrumentar con éxito un programa de capacitación para los empleados
    - Crear programas de incentivos.
- Factor humano: Se considera el recurso más importante, ya que sin éste, todo proceso productivo, organización o sistema en general no podría funcionar

adecuadamente. Por ende se debe considerar indispensablemente conocer su eficiencia productiva, lo cual puede determinarse mediante un concepto mensurable denominado "Productividad del Trabajo".

Productividad no es una medida de producción ni de la cantidad que se ha fabricado, es una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir con los resultados específicos deseables.

## **2.9. ESTUDIO DEL TRABAJO**

En la actualidad el utilizar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos, origina incrementos en la producción, partiendo de la realidad que en todo proceso siempre se puede encontrar mejores soluciones; al efectuar un análisis para determinar en que medida se ajusta cada alternativa a los planteamientos realizados y a las especificaciones originales. En cualquier sistema organizacional se habla de trabajo, por lo que las empresas realizan estudios que tratan de optimizar sus recursos para obtener un bien y/o servicio. Por ello el trabajo representa la dinámica de la empresa, siendo un factor primordial para aumentar su productividad.

Durante cualquier proceso en donde intervenga el hombre, se trata de ser más eficiente, es por ellos que el Estudio del Trabajo presenta varias técnicas. En particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, los cuales se utilizan para examinar el trabajo

humano en todos sus contextos y que investigan todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio de trabajo se divide en dos ramas que son:

- El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados para llevar a cabo un trabajo, como medio eficaz de aplicar métodos más sencillos para reducir costos.
- La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

Con el desarrollo de este método se realiza el estudio del proceso de producción del queso determinando los factores que están influyendo en retrasos o demoras en el proceso productivo y además plantear las alternativas que lleven a mejorar los problemas detectados.

### 2.9.1. ESTUDIO DE METODOS

El objetivo de perfeccionar los procesos de trabajo se dividen en: Mejorar los procesos, procedimientos y la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como el

diseño del equipo e instalaciones. Además busca disminuir el esfuerzo humano para reducir la fatiga, y el ahorro en el uso de materiales, máquinas y mano de obra.

En la actualidad se realiza mucho trabajo que no es necesario. En muchos casos no debiera estudiarse la tarea para su simplificación o mejora, si no eliminar totalmente las tareas que no son necesarias.

Este estudio igualmente busca aumentar la seguridad y crear mejores condiciones de trabajo, a fin de hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el desempeño de las labores.

## 2.9.2. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO DE METODOS

De los medios establecidos para obtener mejoras sin eliminar estos, la simplificación busca las innovaciones deducidas analíticamente por medio de un método sistemático.

Este método consta de los pasos descritos en la Tabla 2.4.

<b>ETAPA</b>	<b>DESARROLLO</b>
SELECCIONAR	El trabajo o proceso a estudiar
REGISTRAR	O recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado las técnicas mas apropiadas y disponiendo los datos en la forma mas cómoda para analizarlos
EXAMINAR	Los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y

	los medios empleados
ESTABLECER	El métodos más económico tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferente técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas cuyos enfoques deben analizarse y discutirse
EVALUAR	Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo
DEFINIR	El nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentarlo ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas interesadas, utilizando demostraciones.
IMPLANTAR	El nuevo método, como práctica general con el tiempo fijado
CONTROLAR	La aplicación de la nueva norma siguiendo resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos

*Tabla 2.4.(Etapas del estudio del trabajo)*

Estas etapas se aplican tanto al estudio de tiempos como al estudio de movimientos, dándole el perfil que requiere su análisis. Cabe hacer mención que las etapas 1, 2 y 3 son inevitables.

Se tiene que en cualquier industria se presenta el problema de determinar un método factible para realizarlo, esto se debe a la propia necesidad de perfeccionamiento de los métodos de trabajo, influidos por la nueva tecnología, la demanda y los procesos económicos; debe emplearse algún procedimiento para diseñar el trabajo y determinar la cantidad de tiempo necesario para realizarlo.

Dentro de la industria San José de Chanchalo, este estudio es una guía enfocada al perfeccionamiento de los procesos productivos en su totalidad, logrando cumplir en menor o mayor proporción su objetivo dependiendo de la profundidad de su análisis.

### 2.9.3. COMBINACIÓN DE OPERACIONES

A veces, un proceso se puede subdividir en tantas operaciones relacionadas con transportes o manipulación de materiales y herramientas. También se puede presentar otros problemas, como la dificultad de coordinar tantas operaciones cuando no existe un programa de trabajo adecuado y las esperas imputables a la inexperiencia de los obreros, o al encontrarse estos fuera del trabajo. Algunas veces es posible hacer más fácil el trabajo simplemente combinando dos o más operaciones, o también introduciendo en el método ciertos cambios que permitan combinar algunas operaciones

### 2.9.4. SIMPLIFICACIÓN DE OPERACIONES

Uno de los mejores caminos para abordar el problema del mejoramiento de los métodos de trabajo es examinar todo lo relacionado con la tarea en cuestión: la forma en que se realiza el trabajo, materiales que se utilizan, herramientas e instalaciones, condiciones de trabajo e incluso el diseño del producto, suponiendo que no hay nada perfecto en la forma de realizarla, y comenzando por preguntar: ¿Qué? ¿Quién? ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Cómo? ¿Por qué?

1. ¿Que se hace?.- En esta pregunta se identifica que se esta realizando y a que objetivo lleva la operación, además se observa por que se debe realizar algo y que sucedería de no realizarlo tomando en cuenta si es necesario cada elemento o detalle de la actividad.
2. ¿Quién hace el trabajo?.- Aquí se pregunta quien es el encargado de realizar una operación y por que la persona fue designada para ejecutarla, se analiza si alguien pudiera realizarla mejor y se determina si se podrían introducirse ciertos cambios en él para lograr que una persona con menos destreza y conocimientos pudiese ejecutarlo.
3. ¿Dónde se hace el trabajo?.- Determinar el lugar que ha sido designado para un determinado trabajo y cual es el motivo de ubicarlo ahí, y si se podría efectuar más económicamente en otro lugar.
4. ¿Cuándo se hace el trabajo?.- Establecer el instante de ejecución de una operación y si es el momento indicado para realizarlo y establecer si sería factible realizarlo en otro momento.
5. ¿Cómo se hace el trabajo?.- Determinar la forma como se esta realizando el trabajo y los motivos que llevaron a que se lo realice así. Esto sugiere un cuidadoso análisis y la aplicación de los principios fundamentales de la economía de movimientos.

Realizando un análisis del conjunto de los proceso se trata de eliminar, combinar o modificar el orden de las operaciones, y en el caso de una simple operación, se tratar de eliminar movimientos, combinarlos o reajustar su orden de sucesión, de manera que los movimientos estrictamente necesarios constituyan una forma fácil de ejecutar el trabajo.



### 2.9.5. RATIO DE OPERACIÓN

Se lo define como la relación entre la sumatoria de actividades productivas y la sumatoria de actividades totales, expresado como porcentaje.

## 2.10. AUTOMATIZACIÓN

### 2.10.1. DEFINICIÓN

El término automatización se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima o sin intervención del ser humano. En los más modernos sistemas de automatización, el control de las máquinas es realizado por ellas mismas gracias a sensores de control que le permiten percibir cambios en sus alrededores de ciertas condiciones tales como temperatura, volumen y fluidez de la corriente eléctrica y otros, los sensores le permiten a la máquina realizar los ajustes necesarios para poder compensar estos cambios.

### 2.10.2. LOS PRINCIPIOS DE LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS

Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: medición, evaluación y control.

a. Medición: Para que un sistema automatizado reaccione ante los cambios en su alrededor debe estar apto para medir aquellos cambios físicos.

b. Evaluación: La información obtenida gracias a la medición es evaluada para así poder determinar si una acción debe ser llevada a cabo o no.

c. Control: El último paso de la automatización es la acción resultante de las operaciones de medición y evaluación.

En muchos sistemas de automatización, estas operaciones debe ser muy difíciles de identificar. Un sistema puede involucrar la interacción de más de una vuelta de control, que es la manera en la que se llama al proceso de obtener la información desde el sistema de salida de una máquina y llevarla al sistema de ingreso de la misma.

### 2.10.3. MODELO ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

La estructura de un sistema automatizado puede clasificarse en dos partes claramente diferenciadas: Por un lado la Parte Operativa, formada por un conjunto de dispositivos máquinas o subprocesos diseñados para la realización de determinadas funciones; y la parte de control o mando, que independientemente de su implementación tecnológica electrónica, neumática, hidráulica, etc., es el encargado de realizar la coordinación de las distintas operaciones encaminadas a mantener a la parte operativa bajo control.

La automatización de un proceso, consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y comportamiento.

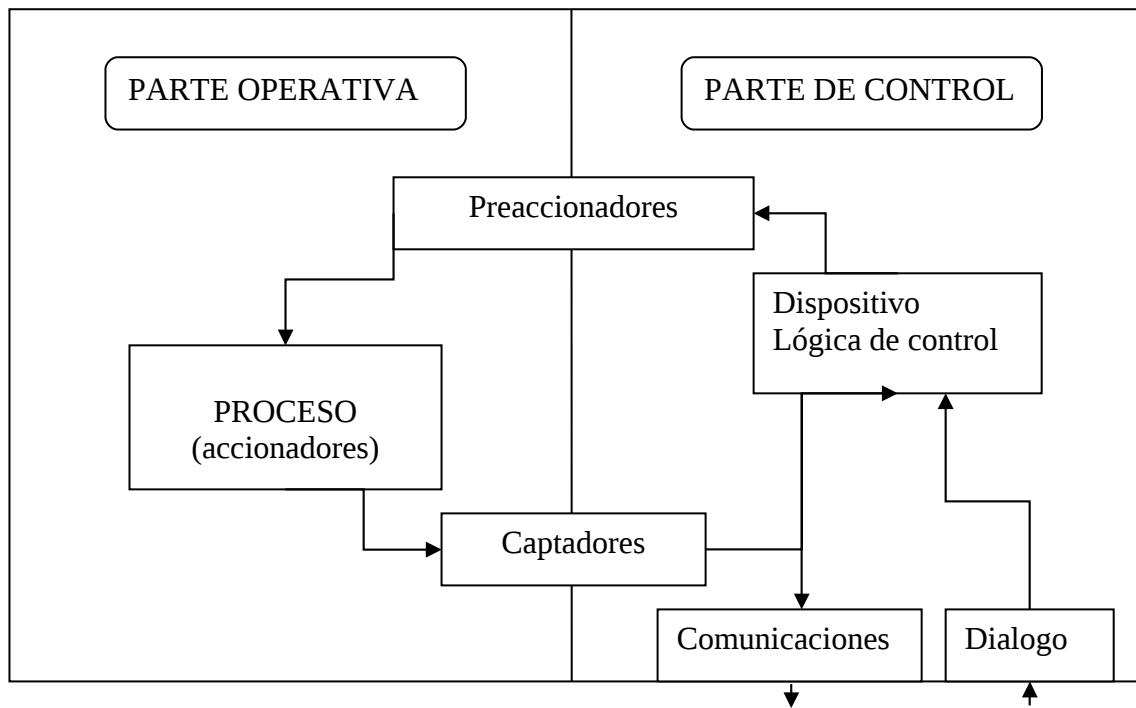


Figura 2.1.(Modelo estructural de un sistema automatizado)

#### 2.10.4. SISTEMAS DE CONTROL

La Automatización Industrial se hace posible mediante los Sistemas de Control, que son organizaciones de equipos e instrumentos, que combinados con procedimientos mentales o algorítmicos trabajan en torno a propósitos previamente establecidos o deseados.

Las funciones principales de un Sistema de Control son la observación del proceso y sus variables a automatizar, el acondicionamiento de las variables y parámetros observados,

el procesamiento de esta información y su comparación con lo deseado y, posteriormente la acción de corrección de los elementos terminales para conseguir lo deseado.

Los sistemas de control se manifiestan desde un sistema muy simple hasta altamente complejo de multiprocesamiento y/o multitarea. Este grado de complejidad se dará según el tipo de instrumentación a usar, el tipo de procesamiento y los alcances que se desea dar a la automatización. Estos alcances dependerán de situaciones como, por ejemplo, Supervisión y Control de la Producción, Control de Procesos Industriales, Sistemas de Seguridad en la Producción con alarmas en el sistema, protección de personas y dispositivos dentro del proceso productivo, Métodos de Producción y finalmente el factor económico.

#### 2.10.5. SENSORES

Los sensores son elementos que producen señales relacionadas con una determinada cantidad que se encuentra midiendo, estos responden a algunas propiedades de tipo eléctrico, mecánico, térmico, magnético, químico etc., generando una señal eléctrica que puede ser susceptible de medición. “Con frecuencia se utiliza el termino transductor en vez de sensor. Los sensores se definen como el elemento que al someterlo a un cambio físico experimenta un cambio relacional. Es decir, los sensores son transductores.”<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> BOLTON W. “Mecatrónica” Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería.

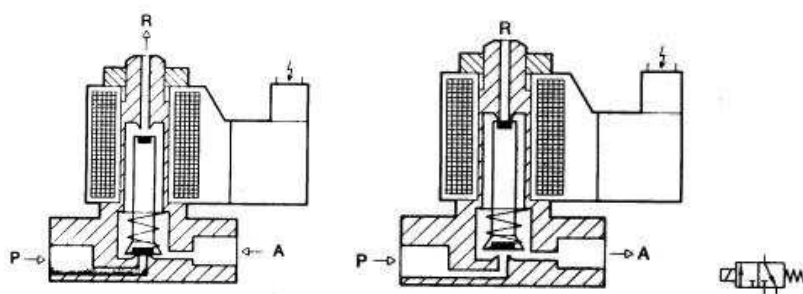
## TIPOS DE SENSORES

- Sensor de Nivel.- Los sensores de nivel se utilizan para indicación y monitoreo de nivel continuo de todo tipo de líquidos.
- Sensor de Temperatura.- Una de las variables de medición más comunes en los procesos industriales es la temperatura.

### 2.10.6. ELECTROVALVULAS

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeña, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.



*Figura 2.2. (Válvula distribuidora 3/2 de mando electromagnético)*

Las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire de un sistema neumático por medio de una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas. Figura 4.5 . Las válvulas eléctricas se clasifican según la cantidad de puertos (entradas o salidas de aire) y la cantidad de posiciones de control que poseen. Por ejemplo, una válvula 3/2 tiene 3 orificios o puertos y permite dos posiciones diferentes.

## **2.11. AUTÓMATAS PROGRAMABLES**

### **2.11.1. DEFINICIÓN**

Se entiende por Autómata Programable, o PLC (Controlador Lógico Programable), toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc.

La función básica de los autómatas programables es reducir el trabajo del usuario a realizar el programa; es decir, la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida.

Los PLC's como tales existen desde hace poco tiempo en comparación con otros campos englobados en la electricidad industrial. Los primeros modelos nacieron de la necesidad de sustituir las maniobras habitualmente realizadas con relés y temporizadores de tipo medio – bajo.

Hoy día se cuenta con equipos capaces de realizar complicadas operaciones, incluso en coma flotante, privilegio este último disponible hasta hace poco a equipos de alto costo o a los ordenadores personales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.



*Figura 2.3. (Gráfico de PLC)*

### 2.11.2. CAMPOS DE APLICACIÓN

Los PLC's por sus especiales características de diseño tienen un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
  - Procesos secuenciales
  - Maquinaria de procesos variables
  - Instalaciones de procesos complejos y amplios
  - Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso



Los PLC's son de aplicaciones generales como por ejemplo:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones de seguridad
- Señalización y control
  - Chequeo de programas
  - Señalización del estado de procesos

### 2.11.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones obligan hacer referencia a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

#### VENTAJAS

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
- No es necesario dibujar el esquema de contactos

- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente se elimina parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

### INCONVENIENTES

- Como inconvenientes se puede mencionar, en primer lugar, hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar un técnico en tal sentido.
- El coste inicial también puede ser un inconveniente.

#### 2.11.4. FUNCIONES DE UN PLC

Detección: Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

Mando: Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

Dialogo hombre máquina: Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

Programación: Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El diálogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la máquina.

Redes de comunicación: Permite establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómetas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

Sistemas de supervisión: También los autómetas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.

Control de procesos continuos: Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

Entradas- Salidas distribuidas: Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

Buses de campo: Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

#### 2.11.5. ESTRUCTURA EXTERNA

El término estructura externa o configuración externa de un autómata programable industrial se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido.

Actualmente son tres las estructuras más significativas que existen en el mercado:

□ Estructura compacta.

□ Estructura semimodular. ( Estructura Americana)

□ Estructura modular. (Estructura Europea)

### ESTRUCTURA COMPACTA

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

Son los autómatas de gama baja o nanoautómatas los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando.

### ESTRUCTURA SEMIMODULAR

Se caracteriza por separar las E/S del resto del autómata, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S.

Son los autómatas de gama media los que suelen tener una estructura semimodular Americana.

### ESTRUCTURA MODULAR

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el autómata como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, etc. La sujeción de los mismos se hace por carril DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

Son los autómatas de gama alta los que suelen tener una estructura modular, que permiten una gran flexibilidad en su constitución.

#### 2.11.6. ESTRUCTURA INTERNA

El autómata está constituido por diferentes elementos, pero tres son los básicos:

- CPU
- Entradas
- Salidas

Con las partes mencionadas se puede decir que tiene un autómata pero para que sea operativo son necesarios otros elementos tales como:

- Fuente de alimentación
- Interfaces
- La unidad o consola de programación
- Los dispositivos periféricos

La CPU es la parte inteligente del sistema. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas.

La CPU está constituida por los siguientes elementos:

- Procesador
- Memoria monitor del sistema
- Circuitos auxiliares

#### Funciones Básicas de la CPU

En la memoria ROM del sistema, el fabricante ha grabado una serie de programas ejecutivos, software del sistema y es a estos programas a los que accederá el micro procesador para realizar las funciones.

El software del sistema de cualquier autómatas consta de una serie de funciones básicas que realiza en determinados tiempos de cada ciclo.

En general cada autómatas contiene y realiza las siguientes funciones:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no exceda de un determinado tiempo máximo. A esta función se le denomina Watchdog.
- Ejecutar el programa usuario.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas, obtenida al final del ciclo de ejecución del programa usuario.
- Chequeo del sistema.

#### 2.11.6.1. ENTRADAS Y SALIDAS

##### ENTRADAS

La sección de entradas mediante el interfaz, adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores.

Hay dos tipos:

##### Entradas Digitales

Los módulos de entrada digitales permiten conectar a los autómatas captadores de tipo todo o nada como finales de carrera pulsadores. Trabajan con señales de tensión, por



ejemplo cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0"

### Entradas Analógicas

Los módulos de entrada analógicas permiten que los autómatas programables trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser la temperatura, la presión o el caudal.

Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del autómata. Lo que realiza es una conversión A/D, puesto que el autómata solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo). Los módulos de entrada analógica pueden leer tensión o intensidad.

### SALIDAS

La sección de salida también mediante interfaz trabaja de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, y las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relés, etc., aquí también existe una interface de adaptación a las salidas de protección de circuitos internos.

Hay dos tipos:

### Salidas Digitales

Un módulo de salida digital permite al autómata programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada. El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómata en el caso de módulos de salidas a relé.

Los módulos de salidas estáticos al suministrar tensión, solo pueden actuar sobre elementos que trabajan todos a la misma tensión, en cambio los módulos de salida electromecánicos, al ser libres de tensión, pueden actuar sobre elementos que trabajen a tensiones distintas.

### Salidas Analógicas

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad.

Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el autómata solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura. permitiendo al autómata realiza funciones de regulación y control de procesos continuos.

#### 2.11.7. MEMORIA

La memoria es el almacén donde el autómata guarda todo cuanto necesita para ejecutar la tarea de control.

Datos del proceso:

- Señales de planta, entradas y salidas.
- Variables internas, de bit y de palabra.
- Datos alfanuméricos y constantes.

Datos de control:

- Instrucciones de usuario (programa)
- Configuración del autómata (modo de funcionamiento, número de e/s conectadas, ...)

Existen varios tipos de memorias:

- RAM. Memoria de lectura y escritura.
- ROM. Memoria de solo lectura, no reprogramable.
- EPROM. Memoria de solo lectura, reprogramables con borrado por ultravioletas.
- EEPROM. Memoria de solo lectura, alterables por medios eléctricos.

La memoria RAM se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.

La memoria ROM se utiliza para almacenar el programa monitor del sistema del CPU.

Las memorias EPROM se utilizan para almacenar el programa de usuario, una vez que ha sido convenientemente depurada.

Las memorias EEPROM se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM + EEPROM, utilizando estas últimas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM. Una vez reanudada la alimentación, el contenido de la EEPROM se vuelca sobre la RAM. Las soluciones de este tipo están sustituyendo a las clásicas RAM + batería puesto que presentan muchos menos problemas.

### MEMORIA INTERNA

En un autómata programable, la memoria interna es aquella que almacena el estado de las variables que maneja el autómata: entradas, salidas, contadores, relés internos, señales de estado, etc. Esta memoria interna se encuentra dividida en varias áreas, cada una de ellas con un cometido y características distintas.

## - DEFINICIÓN DE CANAL

Un canal es un conjunto de 16 bits que puede ser procesado de forma conjunta por ejemplo para realizar operaciones matemáticas o en forma individual como operaciones de bit como: entradas, salidas, SET, RESET, KEEP, DIF, etc.

Cuando se programa y utiliza un canal en forma de bit se indica el número de canal y el número de bit separados por un punto.

La clasificación de la memoria interna no se realiza atendiendo a sus características de lectura y escritura, sino por el tipo de variables que almacena y el número de bits que ocupa la variable. Así, la memoria interna del autómata queda clasificada en las siguientes áreas.

## - CANALES DE ENTRADA (IR)

Los canales de entrada introducen información binaria al PLC procedente de la máquina o la aplicación. Dependiendo de la CPU y la configuración de tarjetas de E/S se tienen más o menos canales.

Los canales de entrada van desde el IR000 hasta el IR015. Estos canales actuarán como entradas siempre que existan las tarjetas de entrada en el PLC. De no existir se pueden utilizar como bits o canales de trabajo.

#### - CANALES DE SALIDA (IR)

Los canales de salida envían el resultado de las operaciones del programa a las tarjetas de salida conectadas al PLC que activarán actuadores como electroválvulas, relés, contactores, etc. Su rango es desde el canal IR100 hasta el canal IR115.

En estas áreas de memoria se encuentran:

- Los canales o registros asociados a los terminales externos: entradas y salidas.
- Los relés (bit) internos no correspondidos con el terminal externo, gestionados como relés de E/S.
- Los relés E/S no usados pueden usarse como IR.
- No retienen estado frente a la falta de alimentación o cambio de modo de operación.

#### - CANALES DE TRABAJO

Los canales de trabajo son “relés internos”. Esto significa que no son ni entradas ni salidas, pero permiten efectuar procesos intermedios en el programa. Los canales disponibles son: IR012 al IR095, IR112 al IR195, IR216 al IR219, IR224 al IR229

Se debe tener en cuenta que los canales de E/S no utilizados (o sea que no tienen tarjeta de E/S asignada) pueden utilizarse como canales de trabajo.

#### - CANALES ESPECIALES

Los canales especiales son aquellos que nos facilitan información o tienen funciones específicas asignadas.

Área especial (SR): Son relés de señalización de funciones particulares como servicio, siempre ON y OFF, temporizaciones, relojes a varias frecuencias, cálculo, comunicaciones, accesible en forma de bit o de canal, no conservan su estado en caso de fallo de alimentación o cambio de modo.

Área auxiliar (AR): Contienen bits de control e información de recursos de PLC como: Puerto RS232C, puertos periféricos, casetes de memoria.

#### - CANALES DE ENLACE (LR)

Los canales de enlace LR son empleados en comunicaciones 1:1 entre dos PLC's. Se dispone de 64 canales. Se utilizan para el intercambio de datos entre dos PLC's unidos en forma PC Linkk, accesible en forma de bit o canal y no conservan su estado en caso de fallo de alimentación o cambio de modo.

#### - CANALES DE RETENCIÓN (HR)

Los canales de retención son canales mantenidos por batería. Si se interrumpe el suministro de alimentación al PLC. Los canales de Retención “recuerdan” su estado, volviendo a éste tras un corte de suministro. Existen 100 canales disponibles para este uso, que van desde el HR00 hasta el HR99, con lo cual se pueden direccionar 1600 bits retentivos (100 canales x 16 bits)

#### - ÁREAS DE TEMPORIZADORES / CONTADORES

Se dispone de 512 bits de temporizadores/contadores, los cuales comparten sus direcciones. Esto significa que en un programa no se puede utilizar el temporizador 8 por ejemplo y el contador 8, ya que se solaparían las direcciones dando errores de funcionamiento. Se dispone de los temporizadores 0 a 511 (o contadores 0 a 511). Los temporizadores se programan en formato BCD siendo su precisión de 1 décima de segundo.

#### - ÁREA DE DATOS (DM)

Son registros de almacenamiento de datos de 16 bits. Estos registros no pueden ser operados directamente como bits individuales y son los más utilizados para las



operaciones aritméticas. Retienen su información en caso de cortes de suministro eléctrico al igual que los HR, esta área suele contener los parámetros de configuración del PLC.

Las variables contenidas en la memoria interna, pueden ser consultadas y modificadas continuamente por el programa, cualquier número de veces. Esta actualización continua de los datos obliga a construir la memoria con dispositivos RAM.

## **2.12. BOMBAS**

Una bomba es una turbo máquina generadora para líquidos. La bomba se usa para transformar la energía mecánica en energía hidráulica.

Las bombas se emplean para bombear toda clase de líquidos: agua, aceites de lubricación, combustibles ácidos, cerveza, leche, etc. También se emplean las bombas para bombear los líquidos espesos con sólidos en suspensión, como pastas de papel, cuajada, melazas, fangos, desperdicios, etc.

Un sistema de bombeo puede definirse como la adición de energía a un fluido para moverse o trasladarse de un punto a otro.

### 2.12.1. CLASES DE BOMBAS

La clasificación de las bombas tomando en cuenta las características de movimiento de los líquidos es la siguiente:

#### - BOMBAS ROTATORIAS

Este tipo de bombas por lo general son unidades de desplazamiento positivo, formada por una caja fija que contiene engranes, aspas, pistones, levas, etc., esta bomba atrapa el líquido y lo empuja contra la caja fija descargando un flujo continuo.

#### - BOMBAS RECIPROCANES

“La bomba recíproca son unidades de desplazamiento positivo, descargan una cantidad definida de líquido durante el movimiento del pistón o émbolo a través de la distancia de carrera”<sup>4</sup>.

#### - BOMBAS CENTRIFUGAS

Una bomba centrífuga es una máquina que consiste en un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una caja y una cubierta o carcasa. Las paletas imparten energía al fluido por la fuerza centrífuga. Convierten la velocidad en presiones.

---

<sup>4</sup> Bombas Selección y aplicación de Tyler G. Hicks

Las bombas en la industria alimenticia, generalmente tienen impulsores con una o dos aletas para evitar dañar la apariencia de los alimentos, y a menudo son construidas con el impulsor de tipo caracol; estas bombas al no tener aletas pueden manejar eficazmente los alimentos tales como manzanas, naranjas, fresas, maíz, huevos, aceitunas, jugos de frutas, etc. En las bombas centrífugas usadas para el bombeo de leche, todas las partes de la bomba en contacto con el líquido deben ser de acero inoxidable.

#### 2.12.2. TIPOS DE BOMBAS CENTRIFUGAS

- Bomba de Tipo Voluta.- El líquido se descarga en una caja que toma la forma de una espiral que se va expandiendo progresivamente, aquí se convierte la energía de velocidad del líquido en presión estática.
- Bomba de Tipo Difusor.- En este tipo de bomba los alabes direccionales estacionarios rodean al rotor o impulsor. Los pasajes que se forman con expansión gradual cambian la dirección del flujo del líquido y convierten la energía de velocidad a columna de presión.
- Bomba de Tipo Turbina.- En este tipo se producen remolinos en el líquido por medio de los alabes a velocidades muy altas, es decir el líquido recibe impulsos de energía.

- Tipos de flujo Mixto y de flujo Axial.- Las bombas de flujo mixto desarrollan su columna parcialmente por fuerza centrífuga y parcialmente por el impulsor de los alabes sobre el líquido. Y las de Flujo axial desarrollan su columna por la acción de impulsos o elevación de las paletas sobre el líquido.

### 2.12.3. BOMBEO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Las bombas para el manejo de alimentos son comúnmente conocidas como Bombas Sanitarias, deben tener algunas características especiales que no son comunes para otros servicios.

Para poder servir en aplicaciones de alimentos una bomba debe reunir las características siguientes:

- Gran resistencia a la corrosión.
- No debe producir espuma o triturar los alimentos.
- Fácil de desarmar para su limpieza interior.
- Poseer un sistema de lubricación totalmente estanco.
- Tener el menor número de partes que se desgasten durante su funcionamiento.
- Sus empaques deben estar totalmente sellados del lado interior de la carcasa.
- Tener pasajes internos en la carcasa que sean tersos y libres de esquinas.

“Las bombas generalmente están hechas de acero inoxidable, monel, aluminio, hierro o cristal, porcelana u otras aleaciones especiales, las tuberías y accesorios son de acero inoxidable, aleaciones de níquel, hule duro, cristal o plástico. Además de resistir el ataque químico del alimento, los materiales de construcción deben resistir los detergentes, jabones y productos germicidas que se emplean en el lavado de la bomba”<sup>5</sup>.

Las bombas son de gran importancia en el transporte de fluidos, debido a su capacidad de producir vacío, con lo cual puede empujar el fluido hacia donde se desee. Existe una infinidad de bombas las cuales tienen distintas funciones, todo depende del tipo de fluido, de la temperatura a la cual se va a transportar y la presión que soportará.

Especificaciones que conllevan a determinar la bomba a utilizar que es de tipo centrífuga, teniendo en cuenta además que este tipo de bomba se encuentra con mayor facilidad en el medio.

#### 2.12.4. ELEMENTOS A CONSIDERAR EN UN SISTEMA DE BOMBEO

En un sistema de bombeo independientemente de la clase o tipo de bomba que se escoja para la instalación en una empresa o industria, debe considerar elementos tales como: Columna, capacidad, naturaleza del líquido, tuberías, motores y economía.

Las presiones a considerar son de tres tipos; absoluta, barométrica, y de columna.

---

<sup>5</sup> Bombas su selección y aplicación de Tyler G. Hicks

*Absoluta.* – Esta presión puede encontrarse arriba o debajo de la presión atmosférica existente en el punto de consideración. Y se encuentra arriba del cero absoluto.

*Barométrica.* – Depende de las condiciones de altitud y clima de la localidad, al ser la presión atmosférica del lugar.

*Columna.* – Cualquier líquido en un tubo vertical desarrolla cierta presión sobre la superficie horizontal en el fondo del tubo

En un sistema de bombeo, la presión en cualquier punto nunca debe bajar más allá de la presión de vapor correspondiente a la temperatura del líquido (leche), debido a que esta formará vapor, haciendo que cese parcial o totalmente el flujo del líquido en la bomba.

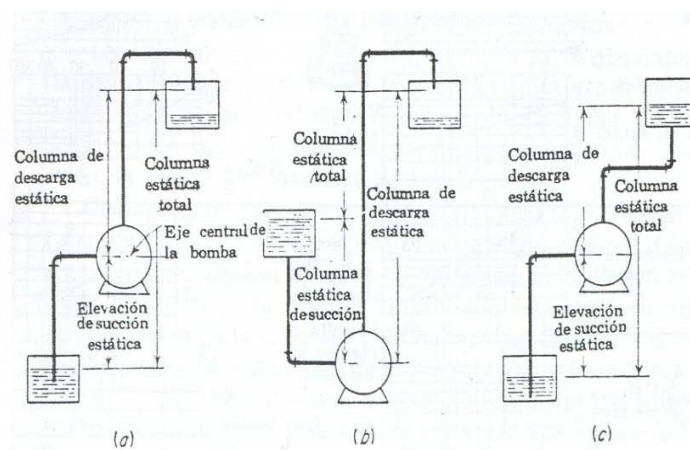


Figura 2.4. (Elementos en un sistema de Bombeo)

Elevación Estática de Succión: Es la distancia vertical, en metros del nivel de suministro líquido al eje central de la bomba, cuando esta arriba del nivel del suministro, figura. 4-1 a.

Columna Estática de Succión: Es la distancia vertical en metros, entre el nivel de suministro del líquido y el eje central de la bomba; cuando se encuentra abajo del nivel de abastecimiento del líquido, figura. 4-1b.

Columna Estática de Descarga: Es la elevación o altura en metros, del eje central de la bomba al punto de entrega libre del líquido, figura. 4-1 c.

Columna Estática Total: Es la distancia vertical en metros entre el nivel de suministro y el nivel de descarga del líquido manejado.

Columna de Fricción: Es la columna equivalente necesaria para vencer la resistencia de las tuberías y accesorios; se mide en metros de líquido.

Perdidas de Admisión y Salida: Son aquellas en el nivel de suministro y en las salidas. En los dos casos reducen la columna de velocidad en el punto que se considera.

Columna de Descarga: Es la suma de la columna de descarga estática, la columna de fricción de descarga y la columna de velocidad de descarga.

#### 2.12.5. OPERACIÓN DE BOMBAS CENTRIFUGAS

Generalmente las bombas centrifugas se seleccionan para una capacidad y carga total determinadas cuando operen a su velocidad especificada. Estas características se conocen como condiciones especificadas de servicio y, con pocas excepciones, representan las condiciones en las que la bomba operará la mayor parte del tiempo. La eficiencia de la bomba deberá ser la máxima para estas condiciones de servicio.

Es muy importante, por lo tanto, que al usar las bombas centrifugas estar familiarizado con los efectos de operar las bombas a capacidades y cargas distintas a las especificadas y con las limitaciones impuestas sobre esa operación por consideraciones hidráulicas, mecánicas o termodinámicas.

#### PUNTO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA

La manera en la que una bomba trabaja depende no sólo de las características de funcionamiento, sino también de las características del sistema en el cual va a trabajar, para el caso de una bomba dada, se muestra las características de funcionamiento de la bomba ( $h$  respecto a  $Q$ ) para una velocidad de operación dada, normalmente cercana a la velocidad que da el rendimiento máximo.

Los valores específicos de  $h$  y  $Q$  determinados por esta intersección pueden ser o no los de máximo rendimiento. Si no lo son, significa que la bomba no es exactamente la adecuada para esas condiciones específicas.



## CEBADO

Las bombas centrífugas casi nunca deben arrancarse sino hasta que están bien cebadas, es decir, hasta que se han llenado con el líquido bombeado y se ha escapado todo el aire. Las excepciones son las bombas autocebantes y algunas instalaciones especiales de gran capacidad, baja carga y baja velocidad en las que no es práctico cebar antes de arrancar y el cebado es casi simultáneo con el arranque.

### 2.12.6. EFECTO DE VISCOSIDAD

Las bombas centrífugas también son utilizadas para bombear líquidos viscosos, al aumentar la viscosidad, la curva altura - caudal se hace más vertical y la potencia requerida aumenta.

Los principales efectos de viscosidad en una bomba centrífuga se dan por fricción con el fluido y fricción con el disco. Estos varían con la viscosidad del líquido de manera que la carga – capacidad de salida aumenta.

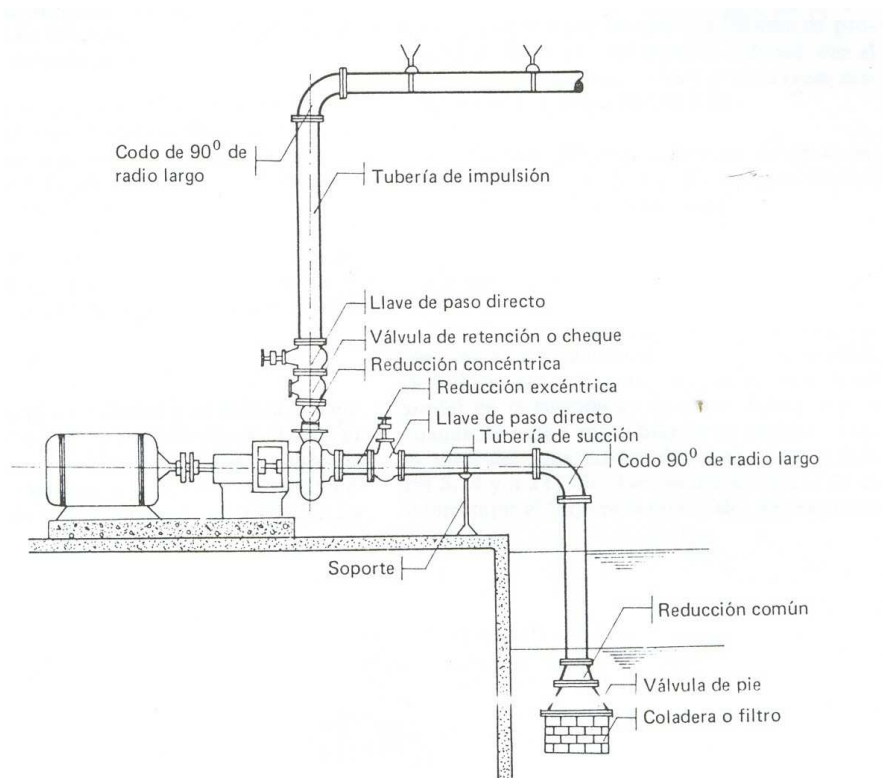
Es necesario conocer las tres unidades diferentes que pueden encontrarse para describir la viscosidad de un líquido en especial:

1. Segundos Saybolt Universal, o SSU

2. Centistokes – que define la viscosidad cinemática.
3. Centiposes – que definen la viscosidad absoluta.

### 2.12.7. TUBERIA Y ACCESORIOS PARA INSTALACIÓN DE BOMBAS

- Tubería de aspiración o succión.
- Tubería de impulsión o descarga.



*Figura 2.5. (Instalación de una bomba centrífuga)*

### TUBERÍA DE ASPIRACIÓN O SUCCIÓN.

Es la tubería que va instalada en la boca de succión de la bomba, la misma que debe ser lo más corta posible y evitar demasiados accesorios. Pero se debe tomar en cuenta los siguientes:

- Filtros o coladeras.
- Válvula de pie (no necesaria en bombas autocebantes).
- Llave de paso directo o compuerta.
- Tanque de succión o cárcamo de bombeo.
- Reducción excéntrica.

#### TUBERIA DE IMPULSIÓN O DESCARGA.

Para la instalación de la tubería se debe considerar: de carga, velocidad y viscosidad del líquido, así como también el diámetro de la tubería debe ser siempre mayor que de la boca de la bomba y menor que de la tubería de aspiración. Los accesorios a tomar en cuenta son:

- Reducción concéntrica.
- Válvula de retención.
- Llave de paso directo.

#### 2.12.8. FACTORES HIDRAULICOS

Entre los factores hidráulicos en la selección de una bomba se debe considerar los siguientes:

- Cabeza de succión estática sea igual o mayor que la requerida.
- Un adecuado diseño para que no ingrese aire en la succión y evitar la cavitación.
- El factor de espacio que simplifique el diseño en el montaje y desmontaje del sistema de bombeo, debe tener una secuencia simple y sencilla.
- El factor eléctrico cuando la bomba es centrífuga, se puede conectar a 110 V o a una corriente alterna y/o directa.
- Factor económico en cuanto a los diámetros de tuberías y accesorios.
- En la línea de succión se debe utilizar la menor cantidad de accesorios.

#### 2.12.9. CARACTERISITICAS DE BOMBAS DE PASTA AGUDA

- El interior de la bomba es completamente diferente a las bombas normales.
- El espesor de las pinzas del extremo para líquidos es mayor que en las centrífugas.
- Los conductos de circulación en la carcasa y el impulsor son grandes para dejar pasar los sólidos sin que obstruya la bomba.

#### CARACTERISITICA ESTATICA DE PASTA AGUDA

El análisis del perfil estático de la pasta aguda permitirá determinar la capacidad para el paso de los sólidos; y entre los elementos más importantes se encuentran:

- El tamaño de la cuajada a manejar por la bomba es aleatorio.
- La naturaleza de la cuajada después del corte y el batido es irregular y abrasivo.
- La naturaleza del suero es corrosivo el mismo puede lubricar a la cuajada lo que reducirá la abrasión.
- La relación entre la cuajada y el suero determina la característica de la pasta aguda.

La geometría de la bomba y los materiales de construcción influyen en su duración. También son importantes otras variables del sistema, características de la pasta (tamaño y forma de la partícula, viscosidad aparente, etc.).

## **CAPITULO III**

### **3.1. REGISTRO Y ANALISIS DEL PROCESO**

Al realizar el análisis de los procesos se trata de eliminar las principales deficiencias en ellos y además obtener la mejor distribución de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta. Para lograr esto, la simplificación del trabajo se ayuda de dos diagramas, que son: de proceso o cursograma sinóptico del proceso y de flujo o cursograma analítico.






#### **3.1.1. DIAGRAMA DE PROCESO**


Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades o el punto donde los materiales se integran al proceso o procedimiento identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza. También incluye toda

la información conveniente para su análisis como el tiempo requerido, la distancia recorrida y la cantidad considerada.

Para efectos de análisis y para ayudar a detectar y a suprimir las ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones de un proceso en cinco categorías, las cuales se conocen como: operación, transporte, inspección, retraso o demora y almacenaje.

La tabla 3.1 incluye el significado que se le da a esta clasificación en la mayoría de las situaciones que se pueden encontrar en la tarea de graficar los procesos.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>SIMBOLO</b>
Operación	Cuando un objeto esta siendo modificado en sus características físicas o químicas, se esta creando o agregando algo o se esta preparando para otra operación, trasporte, inspección o almacenaje. La operación también ocurre cuando se entrega o se recibe información o se esta planeando algo.	
Transporte	Al mover un objeto o grupo de ellos de un lugar a otro, excepto cuando tal movimiento es parte de la operación o es provocado por el operador de la estación durante la inspección.	
Inspección	Al examina un objeto o grupo de ellos para su identificación o para verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características.	
Demora	Un objeto tiene demora o esta rezagado cuando las condiciones, no permiten o requieren que se realice de inmediato el siguiente paso según el plan	
Almacenaje	Cuando un objeto se mantiene protegido contra	

	movilización o uso no autorizado.	
Actividad combinada	Siempre que se necesite indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo.	

*Tabla 3.1. (Simbología de cursogramas)*

En la industria láctea se puede realizar el estudio para determinar en que parte del proceso es factible plantear alternativas que lleven a una utilización adecuada de todos los recursos de dicha industria y su posibilidad de implementación.

En la microempresa Quesera San José de Chanchalo se busca determinar los puntos en que sea factible una implementación y se realizará su respectivo análisis por medio del estudio de métodos.

Partiendo de un análisis general del proceso de producción de queso fresco, y tomando en cuenta tan solo las principales operaciones e inspecciones se logra obtener una visión general del proceso en estudio, la cual es una guía para el planteamiento de las mejoras posibles. Esta guía inicial es dada por el cursograma sinóptico del proceso, el mismo que indica el tiempo fijado por proceso en horas, y no se asigna un tiempo para cada inspección.

Se debe tener en cuenta que todos los valores de tiempo que se han detallado no son los tiempos estándares del proceso de producción sino únicamente tiempos observados en el proceso para ser tomados como referencia para el estudio.



### 3.1.2. CURSOGRAMA SINOPTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Inspección 1: Control de acidez y peso de la leche (No se fija tiempo).

Operación 1: Llenado de la leche en las tinas (0.75 horas).

Operación 2: Calentamiento de la leche (1 horas).

Inspección 2: Control de temperatura a 68° C. (No se fija tiempo).

Operación 3: Mantener la temperatura (0.25 horas).

Operación 4: Reposo y enfriamiento de la leche (0.01 horas).

Operación 5: Preparado y agregado de sales cálcicas (0.08 horas).

Operación 6: Preparado y agregado del cuajo (0.08 horas).

Operación 7: Coagulación de la leche (0.42 horas).

Inspección 3: Verificar que tan blanda se encuentra la pasta (No se fija tiempo).

Operación 8: Corte de la cuajada con lira (0.09 horas).

Operación 9: Precipitación del grano al fondo de la tina (0.09 horas).

Operación 10: Extracción del suero (0.09 horas).

El trabajo pasa al área de moldeado.

Operación 11: Paso del grano a los moldes (0.25 horas)

El trabajo pasa entonces al área de prensado.

Operación 12: Prensado del queso (0.25 horas).

El queso prensado pasa a las salmueras.

Operación 13: salado del queso en salmuera (1 horas).

Regresa al área de moldeado.

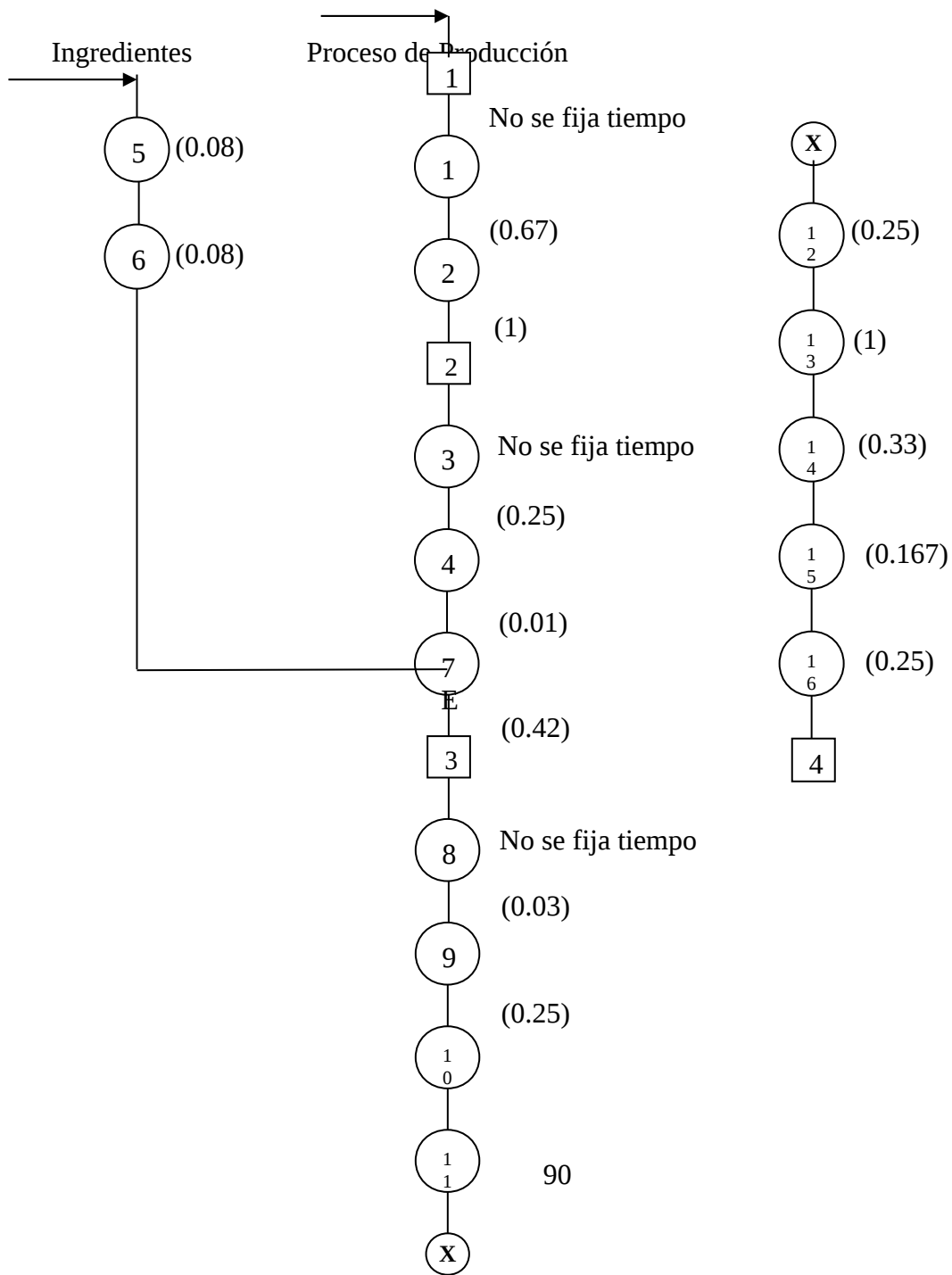
Operación 14: Verificación y corte de los filos salientes (0.33 horas).

Operación 15: Almacenamiento de los quesos en las mesas (0.167 horas).

Operación 16: Enfundado del queso (0.25 horas).

Inspección 4: Verificar el queso terminado (No se fija tiempo).

### 3.1.3. CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN



(0.09)

(0.25)

*Figura 3.1 (Cursograma sinóptico de proceso de elaboración del queso)*

En la Figura 3.1. se observa las operaciones e inspecciones del proceso de producción del queso fresco, a la derecha se tiene una descripción general del proceso el cual es la base de la producción y como se observa describe una secuencia casi total, a la izquierda se tiene los procesos de preparación de ingredientes los mismos que son añadidos en el proceso después de la operación numero cuatro que consiste en el reposo y enfriamiento de la leche.

### **3.2. CURSOGRAMA ANALÍTICO**

Un cursograma de flujo de proceso es la representación grafica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que se efectúan en un proceso o procedimiento. Este tipo de diagrama incluye la información que se considera deseable para el análisis, como el tipo de categoría requerida y la distancia recorrida.

El diagrama de los materiales es útil para dar un vistazo general a las operaciones de producción. Los datos se reúnen siguiendo el componente principal, siendo el objeto

que se desea graficar hasta llegar a la transformación de la misma en el producto final del proceso.

### 3.2.1. CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN METODO ORIGINAL

CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso			
Diagrama # 1		Método : Original	
Hoja # 1		Operarios: 4 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por : Aprobado por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004			
Distancia	Número	Resumen de las actividades	Tipo de Actividad
	1 BB	Control de acidez y peso de la leche	No-Productiva
0.5 m	1 →	Paso de leche con balde a recipiente plástico	No-productiva
4	2 →	Llevado de recipiente plástico	No-Productiva
	1 D	Ubicación de manguera en tina vacía	No-Productiva
1	3 →	Paso con balde a tina con conducto	No-Productiva
	2 D	Limpieza de tela de filtrado	No-Productiva
	1 O	Calentado de la leche	Productiva
	2 BB	Control de temperatura a 68° C	No-Productiva
	2 O	Mantener temperatura constante	Productiva
	3 O	Reposo y enfriamiento de la leche	Productiva
	4 O	Preparación de sales cálcicas	Productiva
	3 BB	Verificación de cantidad de sales cálcicas	No-Productiva
4	4 →	Llevado de sales cálcicas a las tinas	No-Productiva
CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso			
Diagrama # 1		Método : Original	
Hoja # 2		Operarios: 4 obreros	

Producto : Queso			Lugar : Planta de producción
Proceso: Fabricación de queso fresco			Compuesto por :
Fecha : 18 – 08 – 2004			Aprobado por :
Distancia	Número	Resumen de las actividades	Tipo de Actividad
	5 O	Agregado de sales cálcicas	Productiva
	6 O	Preparación de cuajo	Productiva
	4 <input type="checkbox"/>	Verificación de la cantidad de cuajo	No-Productiva
4	5 →	Llevado de cuajo a las tinas	No-Productiva
	7 O	Agregado de cuajo	Productiva
	8 O	Coagulación de la leche	Productiva
	5 <input type="checkbox"/>	Inspección del estado de la pasta	No-Productiva
4	6 →	Llevado de liras a las tinas	No-Productiva
	9 O	Corte de la cuajada con la lira	Productiva
	10 O	Precipitación del grano al fondo de la tina	Productiva
	11 O	Sacado del suero en baldes plásticos	Productiva
6	7 →	Llevado de suero en balde a tina con conducto	No-Productiva
4.5	8 →	Llevado de tanques con moldes a la mesa	No-productiva
	12 O	Ubicación de moldes en la mesa	Productiva
4.5	9 →	Llevado de tanque con mallas a la mesa	No-Productiva
	13 O	Sacado de cuajada con baldes plásticos	Productiva
<b>CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso</b>			
Diagrama # 1			Método : Original
Hoja # 3			Operarios: 4 obreros
Producto : Queso			Lugar : Planta de producción
Proceso: Fabricación de queso fresco			Compuesto por :
Fecha : 18 – 08 – 2004			Aprobado por :
3	10 →	Llevado de cuajada en baldes a los moldes	No-Productiva
	14 O	Moldeado	Productiva
	15 O	Moldeado de grano con mallas	Productiva
4	11 →	Llevado de planchas MDF a la mesa	No-Productiva
	16 O	Ubicación de moldes en planchas MDF	Productiva
3.5	12 →	Transportar las planchas a las prensas	No-Productiva
1.5	13 →	Transportar tacos a la prensa	No-Productiva
	17 O	Colocar tacos en moldes	Productiva
	18 O	Prensado de los moldes	Productiva
	19 O	Sacar moldes de la prensa	Productiva
4.5	14 →	Llevado de moldes a la mesa	No-Productiva
	20 O	Desmoldado de los quesos	Productiva
5	15 →	Llevado de los quesos a salmuera	No-Productiva

	21 O	Salado de quesos en salmuera	Productiva
	22 O	Sacar los quesos de la salmera	Productiva
3.2	16 →	Llevado de los quesos a la mesa	No-Productiva
	23 O	Corte de fillos salientes	Productiva
<b>CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso</b>			
Diagrama # 1		Método : Original	
Hoja # 4		Operarios: 4 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
<b>Distancia</b>	<b>Número</b>	<b>Resumen de las actividades</b>	<b>Tipo de Actividad</b>
	3 D	Ubicación de quesos en la mesa	No-Productiva
	24 O	Enfundado del queso	Productiva
	6 □	Verificación del queso terminado	No-Productiva
20	17 →	Traslado de los quesos a cuarto frío	No-Productiva
	1 ∇	Almacenamiento de quesos	No-productiva

Tabla 3.2. (Cursograma analítico del proceso de elaboración del queso)

### 3.2.2. CURSOGRAMA ANALÍTICO DE MATERIAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN METODO ORIGINAL

<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO</b>				
Diagrama N° 1 Hoja N° 1		<b>RESUMEN</b>		
Producto:	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP	ECON
Queso fresco	OPERACIÓN O	0		

Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	<input type="checkbox"/>	3						
	ESPERA	D	2						
	INSPECCIÓN	<input type="checkbox"/>	1						
	ALAMACENAMIENTO	▽	0						
Método Actual	Distancia metros		M						
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre								
Obreros: 4 Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>	▽	
Control de acidez y peso de leche			5						
Paso con balde a recipiente		0.5	15						
Llevado de recipiente plástico		4	5						
Ubicación de manguera en tina vacía que corresponda									
Paso con balde a tina con conducto		1	15						
Limpieza de tela de filtrado									

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO									
Diagrama N° 1 Hoja N° 2	RESUMEN								
Producto:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP	ECON				
Queso fresco	OPERACIÓN	O	6						
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	<input type="checkbox"/>	2						
	ESPERA	D	0						
	INSPECCIÓN	<input type="checkbox"/>	3						
	ALAMACENAMIENTO	▽	0						
Método Actual	Distancia metros		M						
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre								
Obreros: 4 Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>	▽	

Calentado de la leche			60							
Control de temperatura a 68° C										
Mantener temperatura constante			15							
Reposo y enfriamiento de la leche			1							
Preparación de sales cálcicas			5							
Verificación de de sales cálcicas										
Llevado de sales cálcicas a tinas		4	1							
Agregado de sales cálcicas			0.5							
Preparación de cuajo			5							
Verificación de cantidad de cuajo										
Llevado de cuajo a las tinas		4	1							
<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO</b>										
Diagrama N° 1 Hoja N° 3	<b>R E S U M E N</b>									
Producto:	<b>ACTIVIDAD</b>			<b>ACTUAL</b>	<b>PROP</b>	<b>ECON</b>				
Queso fresco	OPERACIÓN <input type="radio"/>			6						
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE <input type="checkbox"/> ESPERA			3						
	D			0						
	INSPECCIÓN <input type="checkbox"/>			1						
	ALAMACENAMIENTO <input type="checkbox"/>			0						
Método Actual	Distancia metros			M						
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre									
Obreros: 4 Ficha:	Costo									
Compuesto por:	Mano de Obra:									
Aprobado por:	Material:									
Fecha: 18-08-2004	Total									
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist	Tiem.	<b>SÍMBOLO</b>					OBSERVACIONES	
		(m)	(min)	O	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>	▽		
Agregado de cuajo			0.5							
Coagulación de la leche			25							
Inspección del estado de la pasta										
Llevar lira a la tina		4	1							
Corte de la cuajada con la lira			2							
Precipitación del grano al fondo de la tina			15							
Sacado de suero en balde plásticos			1							
Llevado de suero en balde a tina		6	6							
Llevado de moldes a la mesa		4.5	1							
Ubicación de moldes en la mesa			5							
<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO</b>										
Diagrama N° 1 Hoja N° 4	<b>R E S U M E N</b>									



Producto:	ACTIVIDAD			ACTUAL	PROP	ECON			
Queso fresco	OPERACIÓN	O		4					
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	□		5					
	ESPERA	D		0					
	INSPECCIÓN	□		0					
	ALAMACENAMIENTO	▽		0					
	Método Actual								
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre								
Obreros: 4 Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Llevado de mallas a la mesa			1						
Sacado de cuajada con baldes			5						
Llevado de cuajada en baldes a los moldes		3	8						
Moldeado			10						
Moldeado de grano con mallas			25						
Llevado de planchas MDF a mesa		4	1						
Ubicación de moldes en planchas			4						
Llevar las planchas a las prensas		3.5	10						
Llevar tacos a la prensa		1.5	1						
<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO</b>									
Diagrama N° 1 Hoja N° 5	<b>R E S U M E N</b>								
Producto:	ACTIVIDAD			ACTUAL	PROP	ECON			
Queso fresco	OPERACIÓN	O		7					
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	□		3					
	ESPERA	D		0					
	INSPECCIÓN	□		0					
	ALAMACENAMIENTO	▽		0					
	Método Actual								
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre								
Obreros: 4 Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								

Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Colocar tacos en moldes			10						
Prensado de los moldes			15						
Sacar moldes de la prensa			10						
Llevado de moldes a la mesa		4.5	4						
Desmoldado de los quesos			10						
Llevado de los quesos a salmuera		5	4						
Salado de quesos en salmuera			60						
Sacar los quesos de la salmuera			5						
Llevado de los quesos a la mesa		3.2	4						
Corte de filos salientes			20						

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO									
Diagrama N° 1 Hoja N° 6	RESUMEN								
Producto:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP	ECON				
Queso fresco	OPERACIÓN	O	1						
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	□	1						
	ESPERA	D	1						
	INSPECCIÓN	□	1						
	ALMACENAMIENTO	▽	1						
	Distancia metros		M						
Método Actual									
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre								
Obreros: 4 Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Ubicación de quesos en la mesa			5						
Enfundado del queso			15						
Verificación del queso terminado									
Traslado de los quesos a cuarto frío		20	20						
Almacenamiento de quesos			15						

TOTAL			447	24	17	3	6	1	
-------	--	--	-----	----	----	---	---	---	--

*Tabla 3.3. (Cursograma analítico de material del proceso)*

3.2.3. DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL.

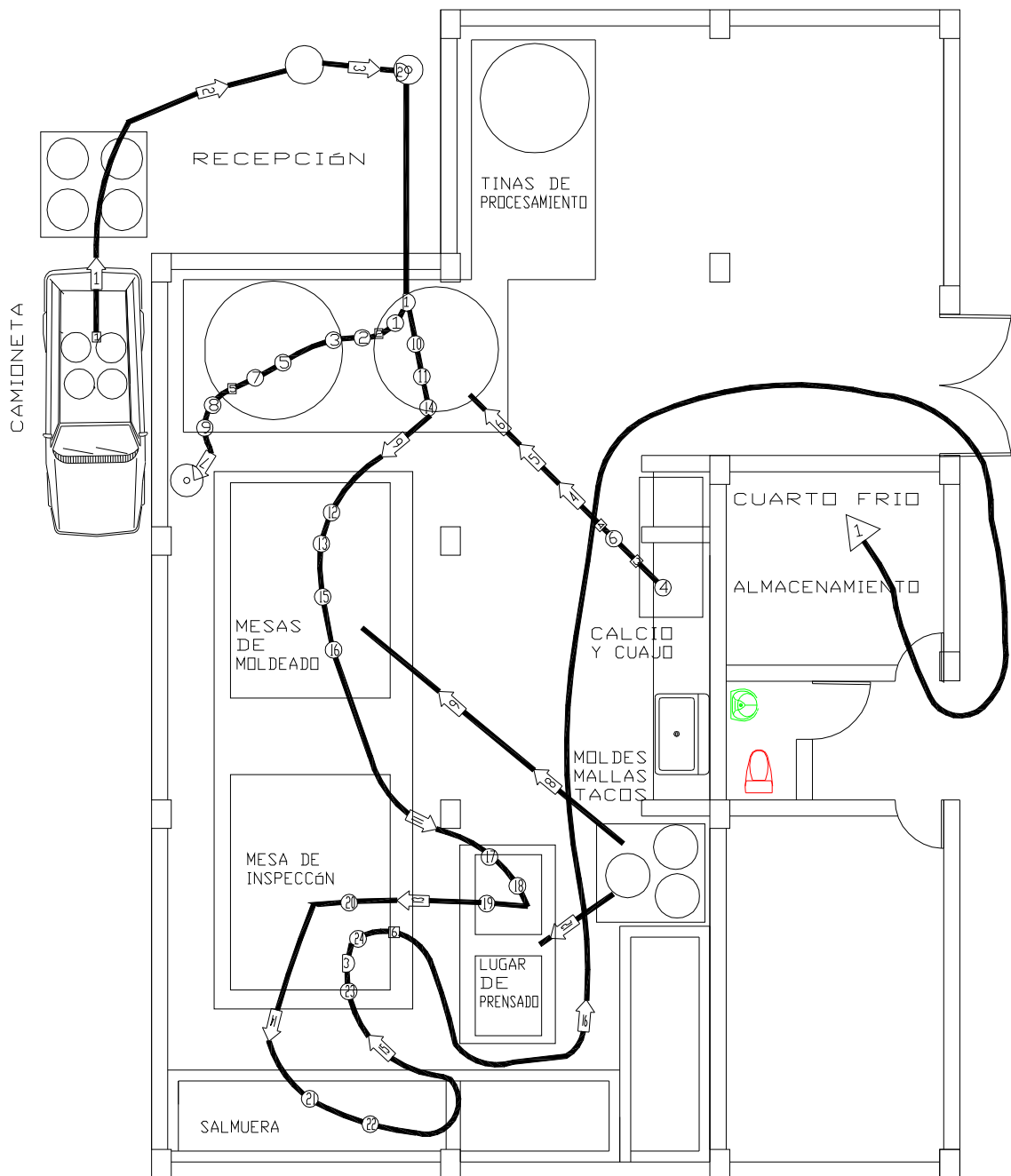


Figura 3.2 (Diagrama de recorrido del proceso)

### 3.2.4. ANALISIS DE LOS DETALLES.

Una vez registrado todos los pasos necesarios para la elaboración del producto, se procede a efectuar un análisis de los mismos, y realizar los cambios pertinentes.

Haciendo referencia a la simplificación de operaciones estipulado en el apartado 3.1.2. En el proceso de producción del queso detallado en la Tabla 3.3., se observa que en la secuencia de producción existen algunos puntos en los cuales es conveniente plantear alternativas que llevaran a mejorar dicho proceso. Como por ejemplo: La recepción y transporte de la leche, extracción del suero y cuajada en las tinas.

1.- En la recepción y transporte de la leche, en primer lugar se traslada de un tanque plástico a otro del mismo tipo, luego se pasa la leche por medio de baldes a una tina con conducto que la lleva leche a las tinas de producción y en las cuales el conducto debe ser previamente ubicado.

Al momento del arribo de los vehículos que traen la leche, estos únicamente pueden llegar hasta un punto que queda a cuatro metros de la tina con conducto, razón por la cual se realiza un doble transporte de la leche y durante este proceso existe desperdicio de la materia prima entre paso y paso.

2.- Para la extracción del suero y la cuajada de las tinas cuando a terminado el asentado de la cuajada, se procede en primer lugar a extraer el suero por medio de baldes los

cuales se los lleva hasta un conducto en donde son vaciados y desechados, terminado esto se procede a trasladar la cuajada con ayuda de los baldes a los moldes ubicados en la mesa.

La extracción del suero se la debe realizar para dejar libre la cuajada para su fácil manipulación y el paso de la cuajada con baldes es la forma de llevarla hasta los moldes, dichos pasos conllevan mucho esfuerzo por parte de los obreros que únicamente utilizan su fuerza para realizar esta labor.

### **3.3. CURSOGRAMA ANALÍTICO PLANTEADO**

Después del análisis de operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento efectuados en el proceso de producción del queso se cuenta con suficiente información para buscar alternativas que lleven a mejorar el proceso, por medio de la eliminación o cambio y reorganización de las actividades planteadas.

A continuación se plantearan propuestas que ayudaran a realizar un proceso mucho más eficiente para buscar obtener un mayor rendimiento.

#### **3.3.1 CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN METODO PROPUESTO**

CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso			
Diagrama # 2		Método : Perfeccionado	
Hoja # 1		Operarios: 2 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
Distancia	Número	Resumen de las actividades	Tipo de Actividad
	1 <input type="checkbox"/>	Control de acidez y paso de la leche	No-Productiva
0.5 m	1 →	Leche transportada a tanque	No-productiva
	2 →	Leche transportada a tinas por bomba	No-Productiva
	1 O	Calentado de la leche	Productiva
	2 O	Mantener temperatura constante	Productiva
	3 O	Reposo y enfriamiento de la leche	Productiva
	4 O	Preparación de sales cálcicas	Productiva
	2 <input type="checkbox"/>	Verificación de cantidad de sales cálcicas	No-Productiva
4	3 →	Llevado de sales cálcicas a las tinas	No-Productiva
	5 O	Agregado de sales cálcicas	Productiva
	6 O	Preparación de cuajo	Productiva
	3 <input type="checkbox"/>	Verificación de la cantidad de cuajo	No-Productiva
4	4 →	Llevado de cuajo a las tinas	No-Productiva
CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso			
Diagrama # 2		Método : Perfeccionado	
Hoja # 2		Operarios: 2 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
Distancia	Número	Resumen de las actividades	Tipo de Actividad
	7 O	Agregado de cuajo	Productiva
	8 O	Coagulación de la leche	Productiva
	9 O	Toma lira y cortar la cuajada	Productiva
	5 →	Llevado de suero con bomba	Productiva
	10 O	Ubicación de moldes en la mesa	Productiva
	6 →	Llevado de cuajada a los moldes con bomba	No-Productiva
	11 O	Moldeado	Productiva
	12 O	Moldeado de grano con mallas	Productiva
4	7 →	Llevado de planchas MDF a la mesa	No-Productiva
	13 O	Ubicación de moldes en planchas MDF	Productiva
3.5	8 →	Transportar las planchas a las prensas	No-Productiva
1.5	9 →	Transportar tacos a la prensa	No-Productiva

	14 O	Colocar tacos en moldes	Productiva
	15 O	Prensado de los moldes	Productiva
	16 O	Sacar moldes de la prensa	Productiva

CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso			
Diagrama # 2		Método : Perfeccionado	
Hoja # 3		Operarios: 2 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
Distancia	Número	Resumen de las actividades	Tipo de Actividad
4.5	10 →	Llevado de moldes a la mesa	No-Productiva
	17 O	Desmoldado de los quesos	Productiva
	18 O	Corte de filos salientes	Productiva
5	11 →	Llevado de los quesos a salmuera	No-Productiva
	19 O	Salado de quesos en salmuera	Productiva
	20 O	Sacar los quesos de la salmera	Productiva
3.2	12 →	Llevado de los quesos a la mesa	No-Productiva
	21 O	Enfundado del queso	Productiva
7	4 □	Verificación del queso terminado	No-Productiva
	13 →	Traslado de los quesos a cuarto frío	No-Productiva
	1 ▽	Almacenamiento de quesos	No-productiva

Tabla 3.4. (Cursograma analítico propuesto del proceso de elaboración del queso)

### 3.3.2. CURSOGRAMA ANALÍTICO DE MATERIAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN METODO PROPUESTO

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO				
Diagrama N° 2 Hoja N° 1	RESUMEN			
Producto:	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP	ECON



Queso fresco	OPERACIÓN	O			4					
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	□			2					
	ESPERA	D			0					
	INSPECCIÓN	□			1					
	ALAMACENAMIENTO	▽			0					
Método Propuesto	Distancia metros		M							
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre									
Obreros: 2 Ficha:	Costo									
Compuesto por:	Mano de Obra:									
Aprobado por:	Material:									
Fecha: 18-08-2004	Total									
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
				O	□	D	□	▽		
Control de acidez y peso de leche			5							
Leche transportada a tanque		0.5	8							
Llevar leche a tinas por bomba			9							
Calentado de la leche			60							
Mantener temperatura constante			15							
Reposo y enfriamiento de la leche			1							
Preparación de sales cálcicas			5							
<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO</b>										
Diagrama N° 2 Hoja N° 2	<b>R E S U M E N</b>									
Producto:	ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP	ECON			
Queso fresco	OPERACIÓN			O		5				
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE			□		3				
	ESPERA			D		0				
	INSPECCIÓN			□		2				
	ALAMACENAMIENTO			▽		0				
Método Propuesto	Distancia metros				M					
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre									
Obreros: 2 Ficha:	Costo									
Compuesto por:	Mano de Obra:									
Aprobado por:	Material:									
Fecha: 18-08-2004	Total									
	Cant.	Dist	Tiem.	SÍMBOLO						

DESCRIPCIÓN	(m)	(min)	O	□	D	□	▽	OBSERVACIONES	
Verificación de sales cálcicas									
Llevado de sales cálcicas a tinas	4	1							
Agregado de sales cálcicas		0.5							
Preparación de cuajo		5							
Verificación de cantidad de cuajo									
Llevado de cuajo a las tinas	4	1							
Agregado de cuajo		0.5							
Coagulación de la leche		25							
Toma lira y cortar la cuajada		2							
Llevado de suero con bomba		7							
<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO</b>									
Diagrama N° 2 Hoja N° 3			<b>RESUMEN</b>						
Producto:	ACTIVIDAD			ACTUAL	PROP	ECON			
Queso fresco	OPERACIÓN		O		5				
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE		□		4				
	ESPERA		D		0				
	INSPECCIÓN		□		0				
	ALAMACENAMIENTO		▽		0				
	Distancia metros				M				
Método Propuesto	TIEMPO minutos hombre								
Lugar: Planta de producción	Costo								
Obreros: 2 Ficha:	Mano de Obra:								
Compuesto por:	Material:								
Aprobado por:	Total								
Fecha: 18-08-2004									
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Ubicación de moldes en la mesa			5						
Llevado de cuajada a los moldes con bomba			2						
Moldeado			10						
Moldeado de grano con mallas			25						
Llevado de planchas a la mesa		4	1						
Ubicación de moldes en planchas			4						
Llevar las planchas a las prensas		3.5	10						
Transportar tacos a la prensa		1.5	1						
Colocar tacos en moldes			10						

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO									
Diagrama N° 2 Hoja N° 4	RESUMEN								
Producto:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP	ECON				
Queso fresco	OPERACIÓN	O		6					
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	□		3					
	ESPERA	D		0					
	INSPECCIÓN	□		0					
	ALAMACENAMIENTO	▽		0					
	Distancia metros		M						
Método Propuesto									
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre								
Obreros: 2 Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Prensado de los moldes			15						
Sacar moldes de la prensa			10						
Llevado de moldes a la mesa		4.5	4						
Desmoldado de los quesos			10						
Llevado de los quesos a salmuera		5	4						
Salado de quesos en salmuera			60						
Sacar los quesos de la salmuera			5						
Llevado de los quesos a la mesa		3.2	4						
Corte de filos salientes			20						

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO					
Diagrama N° 2 Hoja N° 5	RESUMEN				
Producto:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP	ECON
Queso fresco	OPERACIÓN	O		1	
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	□		1	
	ESPERA	D		0	
	INSPECCIÓN	□		1	
	ALAMACENAMIENTO	▽		1	
	Distancia metros		M		
Método Propuesto					
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre				

Obreros: 2    Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Enfundado del queso			15						
Verificación del queso terminado									
Llevado de los quesos a cuarto frío		7	10						
Almacenamiento de quesos			15						
<b>TOTAL</b>			385	21	13	0	4	1	

Tabla 3.5. (Cursograma analítico de material del proceso método propuesto)

### 3.3.3. DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO

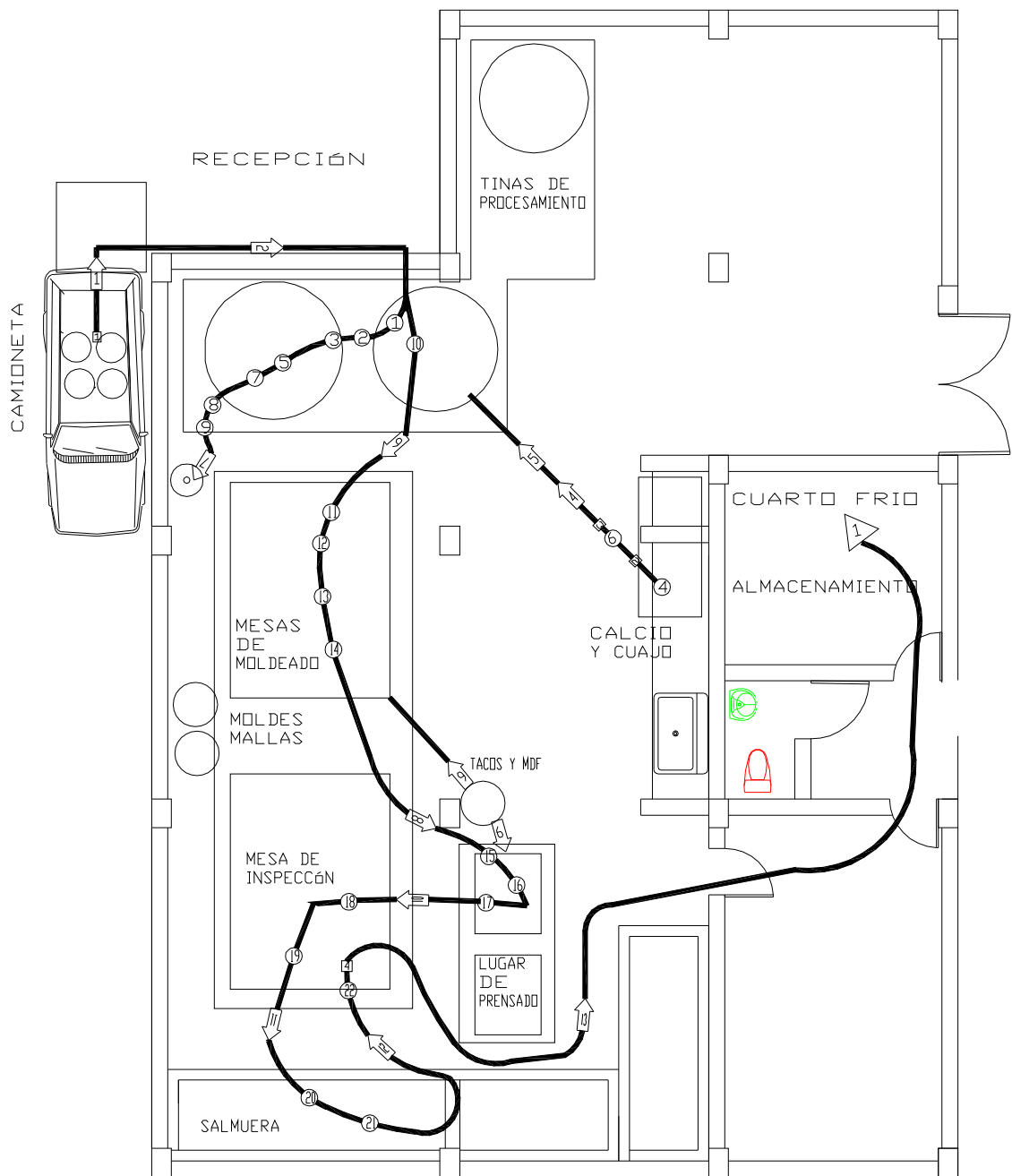


Figura 3.3 (Diagrama propuesto de recorrido del proceso)

### 3.3.4. CAMBIOS PROPUESTOS

Para plantear mejoras es necesario considerar las respuestas obtenidas en el estudio, las cuales conducen a la toma de decisiones en el proceso productivo.

En primer lugar se ha tomado la opción de remplazar una recepción manual que no cuenta con el suficiente tratamiento técnico para su transporte y está realizada en si por el esfuerzo físico de los obreros, por un sistema que se encarga por si solo de transportar la leche desde el lugar que llega hasta el sitio en donde va a ser procesada no teniendo ninguna etapa intermedia de la materia prima con lo que se logra eliminar la manipulación de esta, así como también se eliminaría el desperdicio.

Con el sistema planteado se logra eliminar transportes innecesarios, también se eliminan esperas que dejan de ser necesarias ya que el sistema se encarga automáticamente de verificar el sitio de destino de la materia prima y de su filtración reduciendo operaciones o disminuyendo el número de obreros a intervenir en dichas operaciones.

Luego se plantea eliminar el sacado del suero de las tinas por medio de baldes ya que este proceso implica la intervención de dos o tres obreros que proceden a sacar el suero y a llevarlo a una tina por donde saldrá del proceso y será eliminado, aquí como ya se cuenta con el sistema que ayuda al ingreso de la leche a las tinas la alternativa es sacar el suero por este mismo sistema, con la adición de tubería y electro válvulas el sistema se encarga de sacar y eliminar el suero, esto se realizara sin intervención de obreros y en forma más rápida.

Aquí se logra la eliminación de transportes que realizan los obreros para sacar balde a balde el suero y aun más esta operación deja completamente de ser realizada por los obreros.

Para la cuajada que es llevada hasta los moldes con la utilización de baldes por tres obreros y distribuida en la mesa poco a poco, se plantea un sistema que por si solo lleve la cuajada hasta la mesa en donde se encuentran los moldes y un obrero se encargara de ir colocando la manguera en el molde correspondiente conforme sea expulsada la cuajada por la bomba.

En este paso también se elimina un transporte que es más pesada y por ende que lleva más tiempo realizarlo para los obreros, siendo realizado por el sistema el cual solo necesitara de un obrero que vaya ubicando la salida de la cuajada en los moldes operación que será realizada en forma más rápida y precisa.

Al realizar el análisis del diagrama propuesto y compararlo con el actual se puede observar una considerable disminución de actividades así tenemos: De 24 operaciones se disminuye a 21 operaciones, de 17 transportes a 13 transportes, de 3 demoras se eliminaron todas, de 6 inspecciones se redujo a 4 y se conserva el almacenamiento.

Todas estas alternativas de cambio realizadas ayudan a un mejor proceso integro para la producción del queso, pero también el sistema que se encuentra controlado por medio de un PLC va indicando durante el proceso el momento que cada operación controlada

se cumple, y el inicio de una nueva operación, convirtiéndose el sistema en la guía para los obreros en el proceso y estos no deben estar controlando tiempos o estado del proceso que realizan, ya que es indicado y controlado por el PLC que funciona por medio de la estandarización de las operaciones que se están ejecutando en el proceso productivo.

### 3.3.5. RATIO DE OPERACIÓN

Se lo define como la relación entre la sumatoria de actividades productivas y la sumatoria de actividades totales, expresado como porcentaje.

#### PROCESO ACTUAL

$$RO = \frac{24}{51} = 0.4706 = 47.06\%$$

#### PROCESO PROPUESTO

$$RO = \frac{21}{39} = 0.5385 = 53.85\%$$

## CAPITULO IV

### 4. ANALISIS Y SELECCIÓN DE BOMBAS



#### **4.1. SELECCIÓN DE BOMBA CENTRIFUGA.**

Al seleccionar una bomba para una aplicación dada, se debe considerar varios aspectos para seleccionar una bomba que opere con rendimiento relativamente alto para las condiciones de funcionamiento dadas.

Los parámetros que se deben investigar incluyen la velocidad específica, el tamaño (D) del impulsor y la velocidad de operación (n). Incluso, bajo ciertas condiciones, limitar el flujo en el sistema puede producir ahorros de energía.

El objetivo es seleccionar una bomba y su velocidad, de modo que las características de funcionamiento de la bomba en relación al sistema en el cual opera sean tales que el punto de funcionamiento esté cerca del punto de máximo rendimiento (PMR). Esto tiende a optimizar el rendimiento de la bomba, minimizando el consumo de energía.

Para seleccionar una bomba existe básicamente cinco pasos que son:

1. Realizar un diagrama de la disposición de la bomba, tubería y accesorios.
2. Estudiar las condiciones del líquido.
3. Elegir la clase y el tipo
4. Calcular la columna total.
5. Determinar la potencia de la bomba.

## **4.2. CÁLCULO Y CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE BOMBAS**

Luego de haber revisado las consideraciones necesarias y básicas para la selección de una bomba, y por tratarse de un líquido viscoso, se considera utilizar una bomba sanitaria centrífuga de acero inoxidable fácil de instalar y accesible para su inspección y mantenimiento.

### **4.2.1. TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y RECEPCIÓN**

De acuerdo a consideraciones de la fábrica y el dimensionado de la planta y sus equipos, se plantea el uso de un tanque de acero inoxidable con soportes en la parte inferior; las dimensiones del tanque son:

Altura de 60cm, ancho de 110cm, largo de 125cm; con capacidad de almacenamiento de 825 litros para luego ser transportados a las tinas donde se realizan los procesos de producción.

## **4.3. SELECCIÓN DE BOMBA PARA LECHE Y SUERO**

### **4.3.1. CALCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERIA.**

De acuerdo a las necesidades de la empresa y requerimientos del proceso se desea transportar leche con un caudal de 65 litros/min. ( $1.08 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg.}$ ).

Teniendo en cuenta que la leche es más viscosa que el agua, se desea que el flujo de transporte de la leche sea turbulento, teniendo en cuenta también que la misma debe conservar sus características principales, por lo que se considera que el número de Reynolds debe ser mayor a 2300.

La viscosidad dinámica de la leche es dos veces que la del agua y su densidad media es de 1.032 más pesada que el agua a 4° C de temperatura.

La viscosidad dinámica del agua según la temperatura en tabla se puede apreciar en el anexo 1.

Se tiene:

$$\Re_e = \frac{V}{\nu} * D$$

Donde:

$\Re_e$  : Numero de Reynolds.

$V$  : Velocidad

$\vartheta$  : Viscosidad cinemática.

$$\vartheta = \frac{\nu}{\rho}$$

$\nu$  : Viscosidad dinámica.

$\rho$  : Densidad

$\Re_e = 25000$  (Asumido)

$$\nu_L = 2\nu_{H_2O}$$

$$\nu_L = 2(1.15 * 10^{-3}) \frac{Kg}{m.s}$$

$$\nu_L = 2.3 * 10^{-3} \frac{Kg}{m.s}$$

$$\rho = 1.032 * 10^3 \frac{Kg}{m^3}$$

$$\vartheta = \frac{2.3 * 10^{-3} \frac{kg}{m.s}}{1.032 * 10^3 \frac{kg}{m^3}}$$

$$\vartheta = 2.23 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

Cálculo de diámetro de tubería:

$$D = \frac{4Q}{\Re_e * \Pi * \vartheta}$$

$$D = \frac{(4 * 1.08 * 10^{-3} \frac{m^3}{s})}{(\pi * 25000 * 2.23 * 10^{-6} \frac{m^2}{s})}$$

$$D = 0.02466m$$

$$D = 24.66mm$$

Con los cálculos realizados la tubería de impulsión o descarga a instalar en la recepción de la leche es de 25mm; teniendo en cuenta que el tubo de succión para cualquier clase de bomba nunca debe ser de un diámetro menor que la conexión de entrada de la bomba, esta debe ser en lo posible el doble del tamaño que la conexión de entrada de la misma. Por lo tanto la tubería debe ser mayor o igual a 40 milímetros.

Cálculo de pérdidas por fricción en la succión se tiene:

$$hf = f \left( \sum \frac{L}{D} \right) \frac{v^2}{2 * g} ; \text{ de energía en tuberías (Dancy Weisbach)}$$

f : Valor adimensional o constante de corrección

L: Longitud del tanque reservorio a la ubicación de la bomba figura 4-3.

D: Diámetro

V: Velocidad media

g: Valor de gravedad (9.81m/s<sup>2</sup>)

$$f = \frac{0.32}{64} ; \text{ Para flujo turbulento (Blasius)}$$

$$f = \frac{0.32}{(\Re_e)^{1/4}}$$

Calculo de la velocidad media:

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{4(1.08 * 10^{-3}) \frac{m^3}{s}}{(\pi * 0.025^2) m^2}$$

$$v = 2.2 \frac{m}{s}$$

$$f = \frac{0.32}{64}$$

$$f = \frac{0.32}{(25000)^{1/4}}$$

$$f = 3.78 * 10^{-4}$$

$$hf = 3.78 * 10^{-4} \left( \frac{0.5}{0.025} \right) \left( \frac{2.2^2}{2 * 9.81} \right)$$

$$hf = 1.86 * 10^{-3} m$$

Al calcular las pérdidas por fricción de succión se observa que estas no son muy significativas debido a que se tiene 1.8 milímetros, por lo que no se ve afectada la columna de succión estática disponible.

### 4.3.2. DIAGRAMA DE RECEPCIÓN DE LECHE Y SALIDA DE SUERO

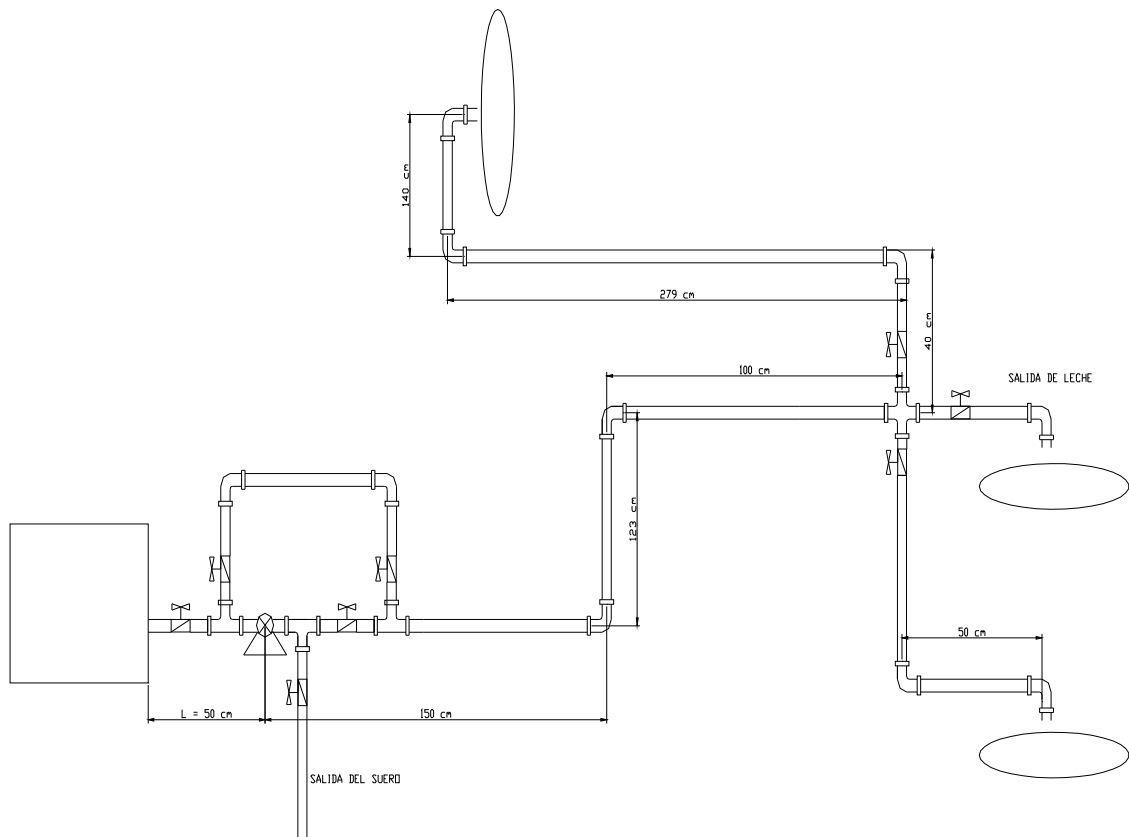


Figura 4.1. (Recepción de leche y salida de suero)

### 4.3.3. CALCULOS

Para la selección de la bomba adecuada; se lo hace en base, a la combinación de dos consideraciones tales como:

- Recomendaciones de ofertantes que provean unidades de características semejantes a las requeridas.
- Realizando un cálculo del sistema de bombeo para luego elegir la unidad adecuada de acuerdo a gráficas y catálogos.

Con el cálculo del diámetro de la tubería de descarga (25mm), además de saber que la leche va a ser transportada a temperatura ambiente, es decir a 20° C, la altura a elevar el líquido es de 120 centímetros que es relativamente pequeña, se requiere que la bomba tenga una eficiencia de 75% en tanto que sus revoluciones sea de 3450 rpm.

Se procede a los siguientes cálculos:

$$Q_s = 1.08 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$\gamma$ : Peso específico.

$$\gamma = \rho * g$$

Donde g es la gravedad.

$$\gamma = (1.032 \cdot 10^3) * 9.81$$

$$\gamma = 10.123 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



Para calcular los factores de corrección  $C_E$ ,  $C_Q$  y  $C_H$  se realiza en base al anexo 2. Con 65 lpm. En la grafico se traza verticalmente hasta la intersección con la curva de 1.20 m; de este punto se proyecta horizontalmente a la viscosidad correcta en la curva para luego proyectar hacia arriba a la correspondiente curva de factor de corrección; que para el caso se tiene:

$$C_Q = 1$$

$$C_H = 1$$

$$C_E = 0.99$$

Las cantidades  $C_E$ ,  $C_H$  y  $C_Q$  son factores de corrección que se aplican para la eficiencia, columna y capacidad respectivamente.

La capacidad de leche requerida ( $Q_w$ ) =  $Q_v/C_Q$ ; donde  $Q_v$  es la capacidad en litros. Para esta bomba se tiene:

$Q_v = 65$  lpm; capacidad de la bomba a transportar leche en recepción.

$$Q_w = 65/1$$

$$Q_w = 65 \text{ lpm}$$

De igual manera se tendrá para la columna la leche =  $H_w = H_v/C_H$ ; donde  $H_v$  es la columna viscosa y se tendrá:

$$H_w = 1.20/1$$

$$H_w = 1.20$$

Hay que elegir por consiguiente una bomba que entregue 65 litros por minuto de leche a 1.20 m de columna con lo cual se obtiene la columna viscosa requerida así como la capacidad.

Con relación a los cálculos realizados la bomba elegida deberá operar a su eficiencia máxima en leche. Esta debe ser de 75 por ciento a 65 litros por minuto. Donde la eficiencia con líquido viscoso;  $E_v = E_w * C_w$ ;  $E_w$  = Eficiencia de la bomba y para este cálculo se tiene:

$E_w$ : Eficiencia de la bomba a operar.

$$E_w = 0.75 \text{ (0.99)}$$

$$E_w = 0.7425$$

Es decir a una eficiencia de 74.25 por ciento.

El cálculo de la demanda de potencia de una bomba cuando se manejan líquidos viscosos esta dado por:

$$P_{OT} = \frac{\rho * Q_{VIS} * H_{VIS}}{\eta_{VIS}}$$

$$P_{OT} = \frac{(1.032 * 10^3)(1.08 * 10^{-3})1.60}{(76.2 * 0.74)}$$

$$P_{OT} = 0.032hp$$

La potencia mínima es de 0.032 hp debido a que la altura total a elevar no es grande, normalizando a bombas existentes en el mercado la potencia de la bomba es 1/4 hp. Es útil revisar los factores importantes para seleccionar los materiales que manejan determinados líquidos, en el Anexo 3 Tabla 1, se especifica algunas reglas generales para una adecuada selección de bombas centrifugas para líquidos diferentes, con pH variables de 0 a 14 se puede apreciar en el anexo 3 tabla 2, la leche se encuentra en el grupo de alimentos con un valor de pH de 6.3-6.6, en el Anexo 2 Tabla 1 indica que la bomba seleccionada puede contener accesorios normales.

#### **4.4. SELECCIÓN DE BOMBA PARA TRANSPORTE DE CUAJADA**

##### **4.4.1. CALCULO DEL CAUDAL**

El transporte de descarga de la cuajada desde las tinas a las mesas de moldeo se propone realizar con una tubería de acero inoxidable o PVC y manguera para transporte de alimentos flexible de 50 mm de diámetro, debido a que en la parte inferior de las tinas se tiene tubería para la salida de la misma de 60 mm. de diámetro; la densidad de esta pasta blanda obtenida experimentalmente es de  $1.04 * 10^3 \text{ kg/m}^3$  valor obtenido en base a varias repeticiones realizadas y el cálculo de su media aritmética para reducir errores.

La viscosidad dinámica es de  $1.24 \cdot 10^{-1} \text{ kg.m/s}$ , por condiciones de seguridad y para conservar la forma de la cuajada se requiere que el flujo sea laminar.

$$\Re_e = 2000 \text{ (Asumido)}$$

$$v = 1.24 \cdot 10^{-1} \frac{\text{kg}}{\text{m.s}}$$

$$\rho = 1.04 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\vartheta = \frac{1.24 \cdot 10^{-1} \frac{\text{kg}}{\text{m.s}}}{1.04 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\vartheta = 1.19 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$Q = \frac{\Pi \cdot \Re_e \cdot D \cdot \vartheta}{4}$$

$$Q = \frac{(\Pi \cdot 2000 \cdot 0.05 \cdot 1.19 \cdot 10^{-4})}{4}$$

$$Q = 9.35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

El caudal a fluir por la tubería es de  $9.35 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ , (9.35 litros/segundo) el cual es adecuado para el transporte de la misma y acorde con las necesidades de la empresa y su proceso de producción. La longitud de transporte de la bomba es de 7.12 m, al calcular la de carga se tendrá.

$$f = \frac{64}{\Re_e} ; \text{ Para flujo laminar (Pause Ville)}$$

$$\Re_e = \frac{64}{2000}$$

$$f = 0.032$$

Cálculo de la velocidad media.

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{4 * (7 * 10^{-3})}{(\pi * 0.05)}$$

$$v = 0.178 \frac{m}{s}$$

Cálculo de pérdidas por fricción en la succión:

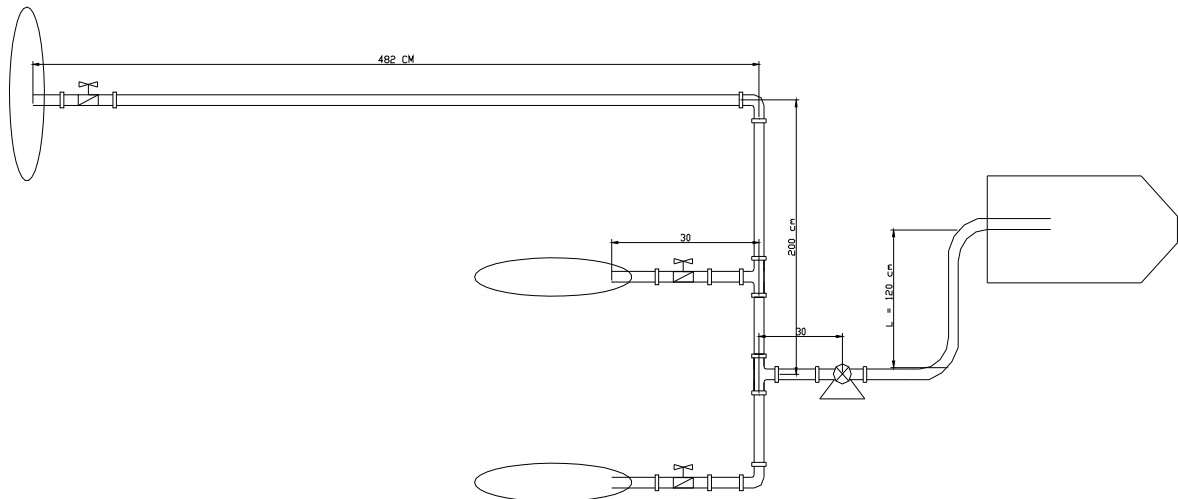
$$hf = f \left( \sum \frac{L}{D} \right) \frac{v^2}{2 * g}$$

$$hf = 0.032 \left( \frac{7.12}{0.05} \right) \left( \frac{0.178^2}{2 * 9.81} \right)$$

$$hf = 7.3 * 10^{-3} m$$

Con lo que se tiene una pérdida de carga en succión por fricción de 7.3 milímetros en todo el paso de la cuajada, la tubería para el transporte adecuada es de 50 milímetros, para la adaptación a esta se debe poner una reducción de 60 mm. a 50 mm. en el tramo de succión con lo que se demuestra que los cálculos realizados justifican su utilización.

#### 4.4.2. DIAGRAMA DE TRANSPORTE DE LA CUAJADA



*Figura 4.2. (Transporte de la cuajada)*

#### 4.4.3. CALCULOS DE LA BOMBA

Considerando a la cuajada de la leche como una pasta aguda blanda en su etapa inicial, la selección de la bomba se puede resolver con una regla empírica teniendo en cuenta siempre que la cuajada contiene más sólidos que suero, se debe pensar en elegir una bomba para pasta blanda.

Las bombas centrífugas para pastas blandas agudas se utilizan para manipular sólidos definidos en una gran variedad de aplicaciones. En consecuencia, están sometidas a

desgastes por erosión a causa del contacto entre las superficies húmedas de la bomba y las partículas de la pasta que se bombea.

Con el caudal de (9.3 lit/seg), y la tubería de 50 mm., esta pasta va a ser transportada a temperatura ambiente es decir entre 15° y 20° C; la altitud a elevar es de 1.15 m, se necesita que la bomba tenga una eficiencia del 80 % y el número de revoluciones de 1600 rpm.

Cálculo del peso específico de la cuajada:

$$\gamma = \rho * g$$

$$\gamma = (1.04 * 10^{-3})(9.81)$$

$$\gamma = 10.202 * 10^3 \frac{Kg}{m^3}$$

Al calcular los factores de corrección  $C_E$ ,  $C_Q$  y  $C_H$  se realiza en base al anexo 4. Con 9.3 lps. Se proyecta verticalmente hasta la intersección con la curva de 1.15m; de este punto se proyecta horizontalmente a la viscosidad correcta en la curva para luego proyectar hacia arriba a la correspondiente curva de factor de corrección; que para el caso se tiene:

$$C_Q = 1$$

$$C_H = 0.99$$

$$C_E = 0.96$$

Las cantidades  $C_E$ ,  $C_H$  y  $C_Q$  son factores de corrección que se aplican para la eficiencia, columna y capacidad respectivamente.

La capacidad de leche requerida ( $Q_w$ ) =  $Q_v/C_Q$ ; donde  $Q_v$  es la capacidad en litros. Para esta bomba se tiene:

$$Q_w = 9.3/1$$

$$Q_w = 9.3 \text{ lps}$$

De igual manera se tendrá para la columna la leche =  $H_w = H_v/C_H$ ; donde  $H_v$  es la columna viscosa:

$$H_w = 1.15/0.99$$

$$H_w = 1.16$$

Hay que elegir por consiguiente una bomba que entregue 9.3 litros por segundos de cuajada a 1.16 m de columna con lo cual se obtiene la columna viscosa requerida así como la capacidad.

Con relación a los cálculos realizados la bomba elegida deberá operar a su eficiencia máxima en cuajada. Esta debe ser del 80 por ciento a 9.3 litros por seg. La eficiencia con la pasta blanda;  $E_v = E_w * C_E$ ;  $E_w$  = Eficiencia de la bomba, se tiene:

$E_w$  = Eficiencia de la bomba a operar.



$$E_w = 0.80 \text{ (0.96)}$$

$$E_w = 0.768$$

Es decir una eficiencia del 76.8 por ciento.

El cálculo de la demanda de potencia de una bomba cuando se manejan líquidos viscosos esta dado por:

$$P_{OT} = \frac{\rho * Q_{VIS} * H_{VIS}}{\eta_{VIS}}$$

$$P_{OT} = \frac{(1.04 * 10^3)(9.3 * 10^{-3})1.45}{(76.2 * 0.80)}$$

$$P_{OT} = 0.23hp$$

La potencia mínima es de 0.23 hp debido a que la altura total a elevar no es grande, normalizando a bombas existentes en el mercado la potencia de la bomba es 1/4 hp.

## CAPITULO V

### 5. PLC' s

#### 5.1. SIMULACIÓN DEL PROGRAMA

Básicamente un programa lee las entradas del PLC si están a cero o a uno, procesa el programa almacenado, y en función de los resultados obtenidos activa o no unas salidas que a su vez accionarán actuadores como pueden ser: Electroválvulas, relés, señales, etc.

Un factor importante a considerar al ejecutar un programa es el Tiempo de SCAN principalmente en aplicaciones de gran capacidad.

Si se tiene un programa que lee el estado de una entrada y en función de su valor escribe un resultado en su salida, el PLC ejecuta el programa cíclicamente. Esto significa representado gráficamente lo siguiente:

1. Lee el estado de todas las entradas.
2. Ejecuta el programa de usuario.
3. Escribe el resultado en las salidas del PLC

El tiempo de Scan es el tiempo que tarda el PLC desde que inicia la lectura de las entradas hasta que escribe los resultados del programa de usuario en las salidas.

En aplicaciones no críticas en tiempo, esto carece de importancia pues se habla de unos pocos milisegundos en la mayoría de los casos, pero en aplicaciones rápidas, de funcionamiento crítico, o en programas muy extensos es un factor muy importante que

puede desbaratar un proyecto en principio bien concebido. En este proyecto este tiempo no influirá en gran medida para su ejecución ya que este es poco extenso.

En el programa se utilizan 12 entrada que serán dadas por los sensores de nivel y pulsadores, y 13 salidas a bombas y electroválvulas, con lo que se tiene control de todo el proceso planteado en el proyecto.

#### 5.1.1. LISTA DE DIRECCIONES

<b>ELEMENTO</b>	<b>ABREVIATURA</b>	<b>DIRECCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
Arranque del programa	Encendido	000.15	Entrada
Finalización del programa	Apagado	000.14	Entrada
Pare de emergencia	Pare	000.00	Entrada
Extraer suero	ES	000.08	Entrada
Paso de cuajada	PC	000.09	Entrada
Sensor ingreso leche	SI	000.01	Entrada
Sensor máximo uno	SM1	000.02	Entrada
Sensor mínimo uno	SC1	000.03	Entrada
Sensor máximo dos	SM2	000.04	Entrada
Sensor mínimo dos	SC2	000.05	Entrada
Sensor máximo tres	SM3	000.06	Entrada
Sensor mínimo tres	SC3	000.07	Entrada
Bomba leche	B1	100.00	Salida
Bomba cuajada	B2	100.13	Salida
Válvula leche uno	V1	100.02	Salida
Válvula leche dos	V2	100.03	Salida
Válvula leche tanque uno	V3	100.04	Salida
Válvula leche tanque dos	V4	100.05	Salida
Válvula leche tanque tres	V5	100.06	Salida
Válvula suero uno	V6	100.07	Salida
Válvula suero dos	V7	100.08	Salida
Válvula suero tres	V8	100.09	Salida
Válvula cuajada tanque uno	V9	100.10	Salida
Válvula cuajada tanque dos	V10	100.11	Salida
Válvula cuajada tanque tres	V11	100.12	Salida

*Tabla 5.1 (Lista de direcciones)*

### 5.1.2. PROGRAMA

Para la simulación de este proyecto se ha optado por realizarlo en lenguaje Syswin con el modelo CQM1.















## **5.2. UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS**

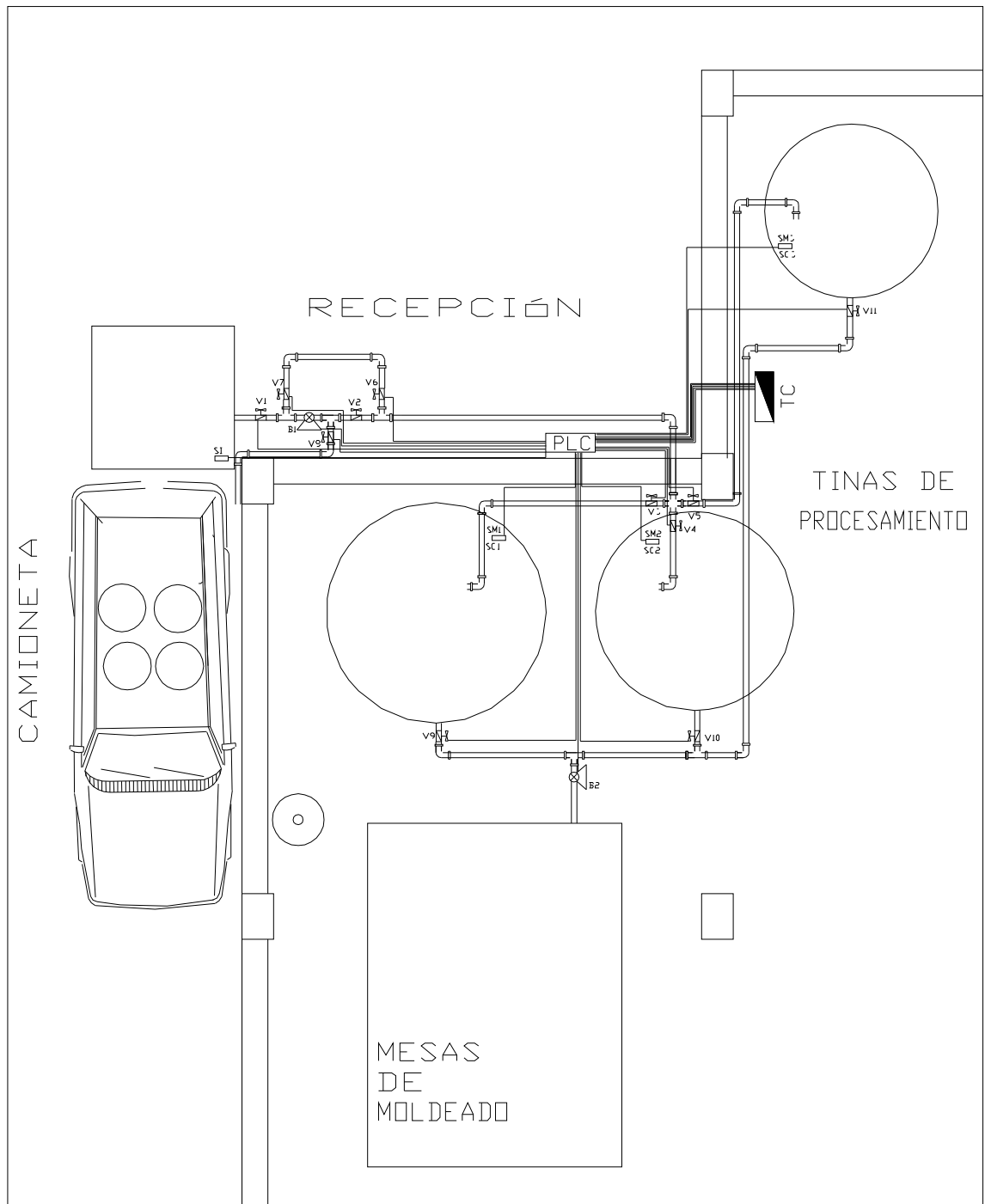


Figura 5.1. (Ubicación de los elementos)

### 5.3. TABLERO DE CONTROL

Para la operación del sistema en la planta se plantea un tablero de control, el cual cuenta con funciones básicas para las diferentes operaciones y sencillas con lo cual se tendrá un fácil ajuste de los obreros a su manejo, como son:

- Encendido : Arranque del programa.
- Apagado : Finalización del programa.
- Pare de emergencia : Suspensión de las operaciones que se realizan.
- Extraer suero : Extracción del suero en forma secuencial.
- Paso de cuajada : Llevado de la cuajada a la operación siguiente.



Figura 5.2. (Tablero de control)

## CAPITULO VI

### 6. COSTOS

Uno de los factores importantes a considerar al concebir un proyecto es el real alcance económico que este pueda llegar a tener y por ende la factibilidad de su implementación en la empresa, razón por la cual al realizar el análisis económico del proyecto se cuenta con una visión clara de cuanto se debe invertir para su construcción.

Tomando en cuenta que cualquier mejora que se implemente en la empresa debe ser con el objetivo de crecer y mejorar en todos sus ámbitos, la empresa debe considerar todos estos gastos como una inversión que lleve a alcanzar la recuperación de lo invertido.

Para la implementación del proyecto en la empresa se necesitan los equipos y materiales que se detallan en la Tabla 6.1.

<b>TABLA DE MATERIALES Y EQUIPO</b>	
<b>N°</b>	<b>NOMBRE</b>
1	PLC
2	Bombas
3	Sensores de nivel
4	Pulsadores
5	Electrodos
6	Codos
7	Tubería
8	T's
9	Cable
10	Cruz
11	Tina de acero
12	Electroválvulas
13	Filtro
14	Universales
15	Reducciones
16	Bobinas

Tabla 6.1 (Tabla de Materiales y Equipo)

Los costos de los materiales y equipo que se detallan en la Tabla 6.2., están tomados observando tanto la existencia en el mercado como los valores ofrecidos al público y las características que brindan.

<b>COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				
Nº	DESCRIPCIÓN	CANT.	V/. UNIT.	V/. TOTAL
1	PLC 18E-12S LG	1	322.96	322.96
2	PLC 36E-24S LG	1	660.08	660.08
3	PLC SIMATIC S7-200 14DI/10DO	1	380.00	380.00
4	Tarjeta de 8E/8S 24v CD	1	180.00	180.00
5	Control de nivel	4	50.82	203.28
6	Sensor de nivel para tres sondas	4	54.00	216.00
7	Electrodos	12	7.50	90.00
8	Pulsadores	5	3.60	18.00
9	Cable para PLC	2	34.55	69.10
10	Bomba 1 Hp, Acero inoxidable	1	585.00	585.00
11	Bomba ½ Hp, Acero inoxidable	2	460.00	920.00
12	Filtro 1 ½ Disco	1	139.00	139.00
13	Electroválvulas 25 mm.	7	430.00	3010.00
14	Electroválvulas 40 mm.	1	612.00	612.00
15	Electroválvulas 50 mm.	3	755.00	2265.00
16	Bobinas aprueba de chorro de agua	11	20.50	225.50
17	Codos RCP 25 mm.	10	0.25	2.50
18	Te RCP 25 mm.	2	0.30	0.60
19	Cruz RCP 25 mm.	1	4.50	4.50
20	Tubo RCP 25 mm.	3	2.79	8.37
21	Universales RCP ¾	2	2.00	4.00
22	Adaptadores RCP 25 mm.	4	0.14	0.56
23	Tubo RCP 50 mm.	2	8.00	16.00
24	Codo s RCP 50 mm.	3	1.20	3.60
25	Te RCP 50 mm.	2	1.10	2.20
25	Universal RCP 1 ½	1	2.15	2.15

27	Adaptadores RCP 50 mm.	2	2.15	4.30
28	Reducción 60x50	3	4.70	14.10
29	Manguera 1 ½ CA mts.	4	0.82	3.28
30	Reducciones 1 ½ x 1 ¼	2	1.04	2.08
31	Tina de acero inoxidable	1	1000.00	1000.00

*Tabla 6.2. (Costos de Materiales y Equipo)*

Considerando las características necesarias de los materiales y equipos para el proyecto y los costos obtenidos de los mismos, se obtiene la Tabla 6.3. que indica la inversión a realizar que es de \$9180.12 para adquirir todo lo necesario para la implementación del sistema.

<b>COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO</b>					
Nº	DESCRIPCIÓN	CANT.	V/. UNIT.	V/. TOTAL	
1	PLC SIMATIC S7-200 14DI/10DO	1	380.00	380.00	
2	Tarjeta de 8E/8S 24v CD	1	180.00	180.00	
3	Control de nivel	4	50.82	203.28	
4	Electrodos	12	7.50	90.00	
5	Pulsadores	5	3.60	18.00	
6	Cable para PLC	2	34.55	69.10	
7	Bomba ½ Hp, Acero inoxidable	2	460.00	920.00	
8	Filtro 1 ½ Disco	1	139.00	139.00	
9	Electroválvulas 25 mm.	7	430.00	3010.00	
10	Electroválvulas 40 mm.	1	612.00	612.00	
11	Electroválvulas 50 mm.	3	755.00	2265.00	
12	Bobinas aprueba de chorro de agua	11	20.50	225.50	
13	Codos RCP 25 mm.	10	0.25	2.50	
14	Te RCP 25 mm.	2	0.30	0.60	
15	Cruz RCP 25 mm.	1	4.50	4.50	
16	Tubo RCP 25 mm.	3	2.79	8.37	
17	Universales RCP ¾	2	2.00	4.00	
18	Adaptadores RCP 25 mm.	4	0.14	0.56	
19	Tubo RCP 50 mm.	2	8.00	16.00	
20	Codo s RCP 50 mm.	3	1.20	3.60	
21	Te RCP 50 mm.	2	1.10	2.20	



22	Universal RCP 1 ½	1	2.15	2.15
23	Adaptadores RCP 50 mm.	2	2.15	4.30
24	Reducción 60x50	3	4.70	14.10
25	Manguera 1 ½ CA mts.	4	0.82	3.28
25	Reducciones 1 ½ x 1 ¼	2	1.04	2.08
27	Tina de acero inoxidable	1	1000.00	1000.00
		<b>TOTAL</b>		9180.12

*Tabla 6.3. (Materiales y Equipo Seleccionado)*

Para la selección del PLC se toma en cuenta el número de entradas que son de 12 y de salidas que son 13, y el tipo de PLC existente en el mercado como los costos que estos presentan. Analizando todos los puntos a considerara se elige el PLC SIMATIC S7-200 14DI/10DO con una Tarjeta de 8E/8S 24v CD con lo cual se cubre la capacidad de E/S requeridas para el sistema que se plantea en el proceso productivo.

También se debe considerar el costo que tendrá la mano de obra que se requiere para la instalación del sistema, los cuales están considerados en la Tabla 6.4

<b>MANO DE OBRA</b>		
Nº	PROFESIONAL	VALOR
1	Plomero	70.00
2	Ing. Electrónico	450.00
3	Ing. Industrial	450.00
	<b>TOTAL</b>	<b>970.00</b>

*Tabla 6.4. (Mano de Obra)*

Para el gasto de instalación de los equipos se considera el 15% del costo de los equipos incluye. Montaje, puesta en marcha, instrucción del personal y supervisión de la planta durante el periodo de normalización de las operaciones productivas.

El equipo adquirido tiene un valor de \$8900.00 y el 15% de este valor es \$1335.00 los que serán destinados a los costos de instalación.

**El costo total de la inversión que se debe realizar para la implementación del proyecto es de \$10515.00**

#### **6.1. COSTO BENEFICIO**

Al realizar la implementación del proyecto se estima un aumento de la producción de 2300 litros diarios a 3640 litros diarios, debido a un mejor funcionamiento del proceso, mejora en el manejo de la materia prima y la reducción del tiempo. Alcanzando una producción mensual de 109200 litros es decir 22 940 quesos.

El margen de utilidad por queso es del 15%, y el costo del queso es de \$1.50; de donde se obtiene una ganancia de \$0.225.

La producción esperada es de 22940 en relación a la actual que es de 14500 por lo tanto se obtiene un aumento de 8440 quesos mensuales.

Con un incremento de 8440 quesos, con una utilidad de \$0.225 por queso se obtiene una utilidad de \$ 1900.00 mensuales.

También se debe considerar que la disminución de las actividades implica la reducción de 2 obreros, que su labor es remplazada en gran medida por el sistema planteado. Considerando que el sueldo actual de cada obrero es de \$150.00, se consigue una disminución de \$300.00 mensuales por concepto de sueldos.

Considerando el costo total de la implementación del proyecto la cual es \$10515.00 y tomando en cuenta las utilidades obtenidas más el ahorro logrado con la reducción de sueldos que dan \$2200.00 mensuales, se puede lograr la recuperación del capital invertido en un tiempo de cinco meses a partir de la puesta en marcha del sistema y a partir de ese plazo en adelante dando ganancias netas para la micro empresa.

## **6.2. ANÁLISIS DEL PROYECTO RESPECTO A OTRO SISTEMA**

Para el análisis del proyecto tomando en cuenta otro sistema alternativos se toma la opción de realizarlo con el programa LabView, como punto principal en el estudio se toma en cuenta el aspecto económico que debe realizar para la implementación del sistema con el programa y el equipo necesario para su instalación y funcionamiento.

Los valores que se presentan en la Tabla 6.5, incluyen únicamente el programa y materiales que se necesitan para el sistema, los cuales están reemplazando al PLC y sus

elementos, los valores del resto de los materiales y equipos como bombas, tuberías, accesorios, etc., son los mismos en los procesos por lo tanto conservan los valores para ambos sistemas.

<b>COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO CON LABVIEW</b>					
Nº	Código	DESCRIPCIÓN	CANT	V/. UNIT.	V/. TOTAL
1	776675-01	LabVIEW Application Builder for Windows 2000/NT/XP	1	2,395.00	2,395.00
2	777459-34	SCC-RLY01, 1-Channel SPDT Relay Module	4	55.00	220.00
3	777609-02	Din Rail Mounting Kit for Fieldpoint Bus Extender Cable	2	45.00	90.00
4	777833-01	FP-3000 Foundation Fieldbus H1 Module	1	1,095.00	1,095.00
5	777087-01	DAQCard-1200 Multi. I/O PC Card and NI-DAQ for Win 2000/NT/9x/MAC	1	765.00	765.00
			<b>TOTAL</b>		<b>\$4565.00</b>

*Tabla 6.5. (Materiales y Equipo con el programa LabView)*

<b>COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO CON PLC</b>				
Nº	DESCRIPCIÓN	CANT	V/. UNIT.	V/. TOTAL
1	PLC SIMATIC S7-200 14DI/10DO	1	380.00	380.00
2	Tarjeta de 8E/8S 24v CD	1	180.00	180.00
3	Control de nivel	4	50.82	203.28
4	Electrodos	12	7.50	90.00
5	Cable para PLC	2	34.55	69.10
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 922.38</b>

*Tabla 6.6. (Materiales y Equipo con PLC)*

Tomando en cuenta los valores obtenidos con el proceso empleando PLC que es de \$922.38 de la Tabla 6.6. y los valores obtenidos con LabView que alcanza los \$4565.00 de la Tabla 6.5., se observa una considerable diferencia de \$3642.62 entre uno y otro razón por la cual si se toma en cuenta el punto económico se determina que es más factible la implementación del proyecto con el PLC y sus elementos con los cuales ha sido planteado el proyecto.

Otro punto a evaluar entre los dos sistemas es la capacidad y alcance que se tendrá con su empleo, tomando en cuenta la necesidad que se tiene para el proyecto y el alcance de automatización que se a planteado lograr.

El PLC presenta características como menos tiempo empleado en la elaboración de proyectos ya que omite el esquema de contactos, gran capacidad de memoria, no requiere gran cantidad de materiales, mínimo espacio de ocupación, flexible, economía de mantenimiento y cuenta con la posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómatas o cambiar a otra que lo requiera.

El programa LabView es un sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos, es un programa de mucho poder donde se cuentan con librerías especializadas para manejos de DAQ, Redes, Comunicaciones, Análisis Estadístico, Comunicación con Bases de Datos útil para una automatización de una empresa a nivel total, esta basado en un nuevo sistema de programación gráfica, llamada lenguaje G se programa creando subrutinas en

módulos de bloques razón por la que necesita emplear más tiempo en su programación pero llega a ser confiable y requiere de elementos adicionales como tarjetas de adquisición de datos, Fieldpoints, etc.

Considerando las características que ofrecen los dos métodos posibles para la implementación del proyecto, se determina que cualquiera de ellos puede ser empleado proporcionando confiabilidad al proceso productivo y por lo tanto acoplándose perfectamente al sistema en general, pero al observar la capacidad y complejidad entre ellos es notorio que LabView supera al alcance que puede llegar a tener un PLC ya que este programa puede controlar un proceso productivo completo y brindar muchas funciones adicionales a dicho control, algo que con un solo PLC no se puede alcanzar. Pero este proyecto no está enfocado a una automatización completa de la planta la cual no es de gran capacidad en su función, sino se controla partes importantes del proceso a las que se ha enfocado tanto el estudio como la automatización.

Por los motivos expuestos entre los dos métodos y observando que el alcance del proyecto es limitado no total, se toma como opción el uso del PLC en el proyecto y es con este que se desarrolla y analiza el proyecto en su totalidad.

## **CAPITULO VII**

### **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. CONCLUSIONES**

- Al finalizar el estudio para la automatización de parte del proceso de producción del queso, se concluye que si es factible la implementación, ya que el proceso planteado a ser automatizado puede ser simulado.
- Con la puesta en práctica del proyecto se consigue la reducción de personal en operaciones que fueron simplificadas.
- Luego de realizar un análisis económico de las alternativas para la automatización del proceso se ha determinado que la opción del PLC es la adecuada.
- Con el proyecto se logra alcanzar un beneficio mensual de \$2.200,00 fruto del incremento en la producción.
- Con la utilización de nuevos y modernos materiales en el proceso, se logra la disminución de operaciones y actividades no productivas.
- El estudio para la implementación del proceso de automatización tiene como efecto una inversión económica inicial considerable a realizar para la adquisición de materiales y equipo, que es de \$10.515,00 dólares, de realizar la implementación inmediatamente.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la empresa la implementación inmediata del proyecto, ya que se logra modernizarla y así alcanzar mejor competitividad.
- Seleccionar al personal mejor capacitado de la empresa para designar los puestos idóneos de acuerdo a sus conocimientos y capacidades.



- Para el PLC tener en cuenta la capacidad ya determinada en el momento de su adquisición.
- Con los beneficios obtenidos desde la puesta en marcha del proyecto se puede ir cancelando paulatinamente la inversión realizada.
- Con la inclusión de nuevos materiales y equipo la empresa debe capacitar a los obreros en técnicas de control y manejo de los nuevos procesos.
- Tomando en cuenta la inversión a realizar se aconseja la adquisición total de materiales para la implementación completa del proyecto, para lo cual la empresa cuenta con la alternativa de realizar un préstamo a la institución del Feep con la cual trabaja de esta forma.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- BOLTON W. “Mecatronica” Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecanica y Electrica. Segunda Edición.
- CRANE. “Flujo de Fluidos” en Valvulas accesorios y Tubeias. Editorial McGraw-Hill.

- DUBACH José. Tecnología en producción de Quesos.
- GARCÍA CRIOLLO Roberto. Ingeniería de Métodos, Estudio del trabajo. Editorial McGraw-Hill.
- GUZMAN Pérez José Eduardo. Elaboración de Quesos. Editorial Espasande. S.R.L.
- MARTINES Sánchez victoriano Ángel. “Automatización Industrial moderna”. Editorial Alfaomega.
- MANRIQUE Ruth clemencia. Instalaciones Hidráulicas. Editorial Universidad Santo Tomas.
- MCNAUGHTON Kenneth. Bombas Selección Uso y Mantenimiento. Editorial McGraw-Hill.
- PORTER. J. W. G. Leche y Productos Lácteos. Editorial Acribia.

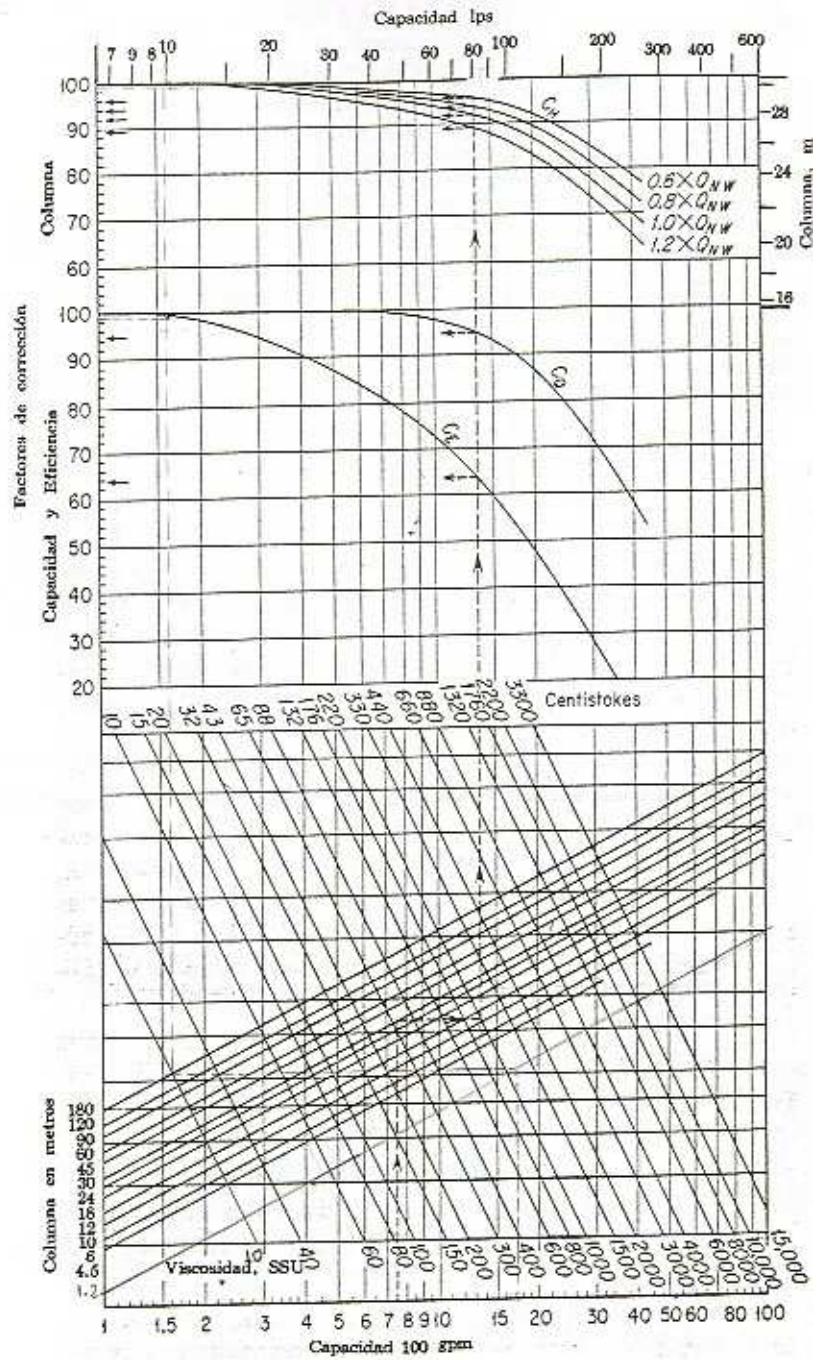
Temperatura (°C)	Peso específico $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosidad dinámica $\mu$ (Pa · s) o (N · s/m <sup>2</sup> )	Viscosidad cinemática $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)
0	9.81	1000	$1.75 \times 10^{-3}$	$1.75 \times 10^{-6}$
5	9.81	1000	$1.52 \times 10^{-3}$	$1.52 \times 10^{-6}$
10	9.81	1000	$1.30 \times 10^{-3}$	$1.30 \times 10^{-6}$
15	9.81	1000	$1.15 \times 10^{-3}$	$1.15 \times 10^{-6}$
20	9.79	998	$1.02 \times 10^{-3}$	$1.02 \times 10^{-6}$
25	9.78	997	$8.91 \times 10^{-4}$	$8.94 \times 10^{-7}$
30	9.77	996	$8.00 \times 10^{-4}$	$8.03 \times 10^{-7}$
35	9.75	994	$7.18 \times 10^{-4}$	$7.22 \times 10^{-7}$
40	9.73	992	$6.51 \times 10^{-4}$	$6.56 \times 10^{-7}$
45	9.71	990	$5.94 \times 10^{-4}$	$6.00 \times 10^{-7}$
50	9.69	988	$5.41 \times 10^{-4}$	$5.48 \times 10^{-7}$
55	9.67	986	$4.98 \times 10^{-4}$	$5.05 \times 10^{-7}$
60	9.65	984	$4.60 \times 10^{-4}$	$4.67 \times 10^{-7}$
65	9.62	981	$4.31 \times 10^{-4}$	$4.39 \times 10^{-7}$
70	9.59	978	$4.02 \times 10^{-4}$	$4.11 \times 10^{-7}$
75	9.56	975	$3.73 \times 10^{-4}$	$3.83 \times 10^{-7}$
80	9.53	971	$3.50 \times 10^{-4}$	$3.60 \times 10^{-7}$
85	9.50	968	$3.30 \times 10^{-4}$	$3.41 \times 10^{-7}$
90	9.47	965	$3.11 \times 10^{-4}$	$3.22 \times 10^{-7}$
95	9.44	962	$2.92 \times 10^{-4}$	$3.04 \times 10^{-7}$
100	9.40	958	$2.82 \times 10^{-4}$	$2.94 \times 10^{-7}$

ición 2002.

a.

inental S.A.

orial Limusa

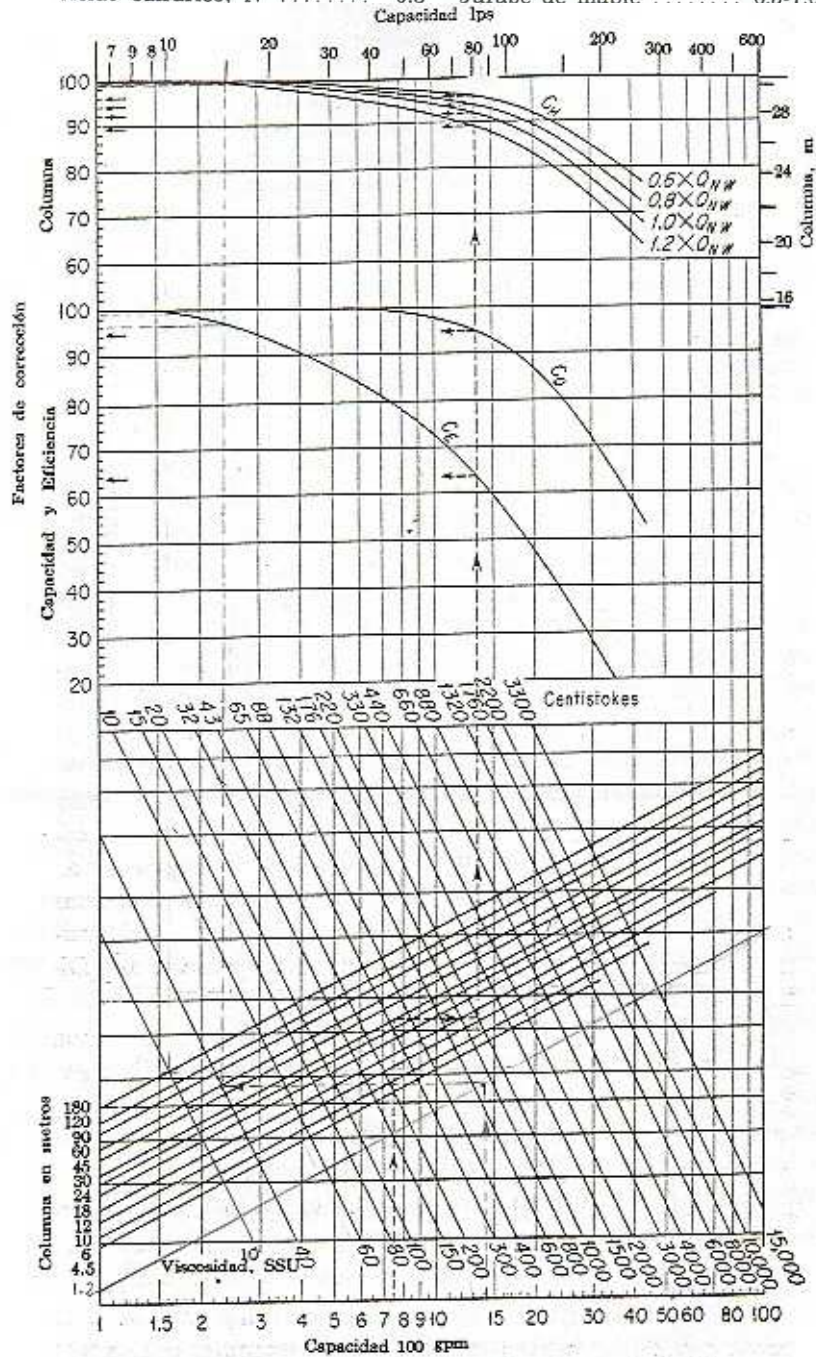


*Figura (Factores de corrección para líquidos viscosos de bombas centrifugas)*  
*(Cortesía de Hidraulic Institute)*  
**ANEXO 3**

<i>pH líquido</i>	<i>Tipo de bomba elegido frecuentemente</i>
0-4	Acero inoxidable
4-6	Toda de bronce
6-9	Accesorios normales /
9-14	Toda de hierro

Tabla (Materiales para bombas elegidas por varios líquidos)

Ácidos		Alimentos	
Ácido, acético N	2.4	Cerveza	4.0-5.0
Ácido arsenioso (saturado)	5.0	Sidra	2.9-3.3
Ácido cítrico, 0.1N	2.2	Bebidas, suaves	2.0-4.0
Ácido fórmico, 0.1N	2.3	Huevos, clara fresca	7.6-8.0
Ácido clorhídrico	0.1	Toronja	3.0-3.3
Ácido cianhídrico 0.1N	5.1	Uvas	3.5-4.5
Ácido láctico 0.1N	2.4	Limonas	2.2-2.4
Ácido sulfúrico, N	0.3	Jarabe de manle	6.5-7.0



*Figura (Factores de corrección para líquidos viscosos de bombas centrifugas)*  
*(Cortesía de Hidraulic Institute)*  
**ANEXO 5**

#### LISTA DE ACRONIMOS

PLC : Controlador Lógico Programable.

CPU : Unidad Central de Proceso.

- E/S : Entradas / Salidas
- API : Autómata Programable Industrial
- D/A : Digital a Analógico.
- A/D : Analógico a Digital.
- RAM : Memoria de lectura y escritura.
- ROM : Memoria de solo lectura, no reprogramable.
- EPRON : Memoria de solo lectura, reprogramables.
- EEPRON : Memoria de solo lectura, alterables.

## **ANEXO 6**



Calentamiento de la Leche



Corte de la cuajada





Sacado de suero



Desechado de suero



Transporte de la cuajada



Llenado de moldeado con la cuajada



Moldeado de la cuajada



Puesta de mallas



Puesta de tacos y prensado



Puesta de queso en salmuera



Corte de fillos salientes



Almacenamiento de los quesos

## **CAPITULO I**

### **1.1. ANTECEDENTES**

En el Ecuador se vive actualmente una economía cambiante e inestable por la falta de toma de decisiones de los gobernantes, lo que influye directamente en el colapso de varias empresas y microempresas, llevándolas al cierre con consecuencia directa sobre la gente, que al salir de estas queda desempleada; y, el producto interno tanto de la industria como de la agroindustria tienen un precio muy bajo en relación con la carestía de la vida.

Los productos lácteos constituyen un elemento importante de la alimentación humana desde tiempos remotos, cuando los animales comenzaron a domesticarse. En un principio, el trabajo se realizaba en el hogar o en las explotaciones agrarias; e, incluso en la actualidad gran parte de la producción se genera en pequeñas empresas, aunque la existencia de grandes industrias es habitual. Una de estas micro empresas es San José de Chanchalo que se dedica a la producción de lácteos por medio del procesamiento de la leche, entregando productos nutritivos contribuyendo al rendimiento físico e intelectual de la familia.

El producto elaborado por la microempresa tiene una buena aceptación en el mercado llegando a ser distribuido en las principales ciudades del centro del país como en Quito, Latacunga, Ambato, Riobamba, La Mana y Salcedo.

Inicio con una producción baja de 400 quesos, llegando a producir en la actualidad hasta 15000 quesos mensuales. Como se puede observar se nota un crecimiento notable en la producción y una demanda que va en aumento, por lo tanto, la producción actual que se realiza en forma manual requiere mejorar su proceso y aumentar la producción para poder abastecer la creciente demanda y un mercado cada vez más competitivo.

## **1.2. JUSTIFICATIVOS**

El presente proyecto busca dar soluciones eficientes y confiables a las microempresas dedicadas a esta actividad, mediante la utilización de PLC's, sensores, electroválvulas y bombas; los cuales, como un sistema común de producción van a ser una aporte actual y confiable a la empresa.

Es de suma importancia para las pequeñas y medianas empresas; como es el caso de la Quesera "Chanchalo" acceder al uso de nuevas tecnologías y diseños que ayuden a mejorar la calidad de sus productos, debido a que los sistemas de producción artesanales no son de alta calidad, como también significan una pérdida para las empresas en tiempo, rentabilidad y productibilidad. Por lo que se hace necesario considerar la implementación de nuevos elementos para un mejor control como los PLC's y sensores, y a su vez optimizar elementos ya conocidos en el medio como bombas, electroválvulas y sus accesorios.

Por medio de la utilización de bombas se realiza el transporte de leche, suero y cuajada, el control de electroválvulas, sensores de temperatura y tiempos en la producción por medio del PLC; con lo cual disminuye la pérdida de materia prima y gastos operacionales, se mejora la calidad de la producción al no tener un contacto directo del obrero con la materia prima y se estandariza el proceso.

Con la automatización del proceso se eliminará un desperdicio de materia prima, mejorando a la vez la calidad al evitar una manipulación directa de la leche por medio del sistema planteado, este a su vez podrá rebajar los tiempos de producción ya que se estandarizaran los mismos dentro del proceso.

Contando con mejores productos, mejores precios y abarcando un mercado más amplio; beneficiando a la empresa y a la comunidad.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. GENERAL**

Automatizar el proceso de producción de queso para la micro empresa “Quesera San José de Chanchalo”



### 1.3.2. ESPECIFICOS

- Realizar el estudio para la automatización de la recepción y transporte, de leche y cuajada en el proceso de producción de queso en la empresa.
- Estudio para la selección de bombas, electroválvulas, tubería y PLC adecuados para el transporte de la materia prima.
- Analizar el proceso para plantear mejoras en la recepción, transporte y procesamiento de la materia prima.
- Elaborar un programar en el PLC para el control del proceso en la elaboración de queso.

## **1.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA SAN JOSÉ DE CHANCHALO**

### 1.4.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La empresa tuvo su origen en la comunidad San José de Chanchalo de las diferentes necesidades que aquejaban a su comunidad, el presidente del barrio tomo la iniciativa de reunir a un grupo de personas del sector con una idea muy clara para cumplir, se propuso la creación de una asociación de trabajadores los cuales dieron los primeros pasos para la elaboración de productos lácteos, esta asociación fue la que impulso económica y laboralmente esta idea, que sería a futuro la más importante fuente de trabajo de la región; así en marzo de 1992 quedo legalmente constituida la Asociación de Trabajadores Autónomos San José de Chanchalo.

En sus inicios sus labores las realizaban en una casa arrendada del barrio, con esfuerzo y dedicación los artesanos como se los reconoce legalmente adquirieron un terreno propio y edificaron una planta para el proceso de los lácteos; posteriormente, se logro la adquisición de equipos que ayudan hasta hoy a tener un nivel de producción aceptable, para mantener la micro empresa en funcionamiento y con un firme propósito de alcanzar niveles mucho mayores.

La micro empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Salcedo provincia de Cotopaxi en la carretera Salcedo-Tena Km. 7 ½. En la comunidad de San José de Chanchalo.

Su denominación es Asociación de Trabajadores Autónomos San José de Chanchalo, la cual es una micro empresa de tipo comunitario y de reconocimiento legal Artesanal, funciona bajo el R.U.C. 0590059838001, cuenta con activos fijos de \$45.000.00 como con capital social de \$ 15.000.00, el representante legal es el Sr. Gabriel Pumazunta y la actividad principal es la producción de lácteos.

#### 1.4.2. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA

La estructura administrativa de la empresa en la actualidad esta conformada de la siguiente manera:



*Figura 1.1. (Estructura administrativa de San José de Chanchalo)*

### 1.4.3. PRODUCTOS QUE PROCESA

Por medio del procesamiento de la leche ofrece los siguientes productos lácteos:

- Queso fresco
- Queso Mozzarella
- Yogurt

#### 1.4.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS

Queso fresco:

- Redondo de 500 gr. Producción diaria del 53.44%
- Rectangular de 700 gr. Producción diaria del 45%
- Fundas plásticas

#### Queso Mozzarella:

- Redondo de 500 gr. Producción diaria del 1.56%
- Fundas plásticas

#### Yogurt

- Envases plásticos de 2, 1, ½ litros y de 100 y 75cc. Producción de 2.3 % en los días de su elaboración.
- Sabores de fresa, durazno y mora.

#### 1.4.3.2. MANEJO DEL PRODUCTO

##### - REFRIGERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

El producto final que sale de la planta de producción es almacenado en un cuarto frío que se encuentra a una temperatura de 5° C, para conservar los quesos en buen estado hasta el momento de su distribución.

## - CONTROL

Durante el proceso de producción se cuenta con etapas en las que se efectúa controles los cuales sirven para que el producto se realice de acuerdo a las especificaciones propias de la planta y no tenga defectos el producto terminado.

### 1.4.4. MATERIA PRIMA

Las materias primas utilizadas para la elaboración del queso fresco son:

Leche

Calcio

Cuajo

Sal

### 1.4.5. MAQUINARIA Y EQUIPOS

La planta cuenta con la siguiente maquinaria y equipo:

- Tres tinas de acero inoxidable para producción, con una capacidad de: Dos de 1000 litros c/u y una de 640 litros, con calentamiento a base de vapor y agua, y enfriamiento con agua circulante en la tina.
- Tres mesas de acero inoxidable, una de 1,78x2.40 y dos de 2.10x86 metros

- Un calderin de 25 PSI.
- Acidómetro tipo pistola.
- Pesa leche
- Dos prensas.
- Moldes redondos 600 de PVC.
- Moldes rectangulares 250 de acero inoxidable.
- Juego de mallas 600 redondos
- Juego de mallas 250 rectangulares.
- Dos liras de 1.5 cm. y 1 cm.
- Una pala plástica de cuajada.
- Tres palas de madera.
- Una balanza digital.
- Medidor de temperatura digital.
- Tacos de madera redondos 600.
- Tacos de madera rectangulares 250.
- Utensilios varios: Tinas, baldes, materiales de aseo, etc.

#### 1.4.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de producción del queso se indica en la Figura 1.3, todo este proceso se lo realiza de forma manual.

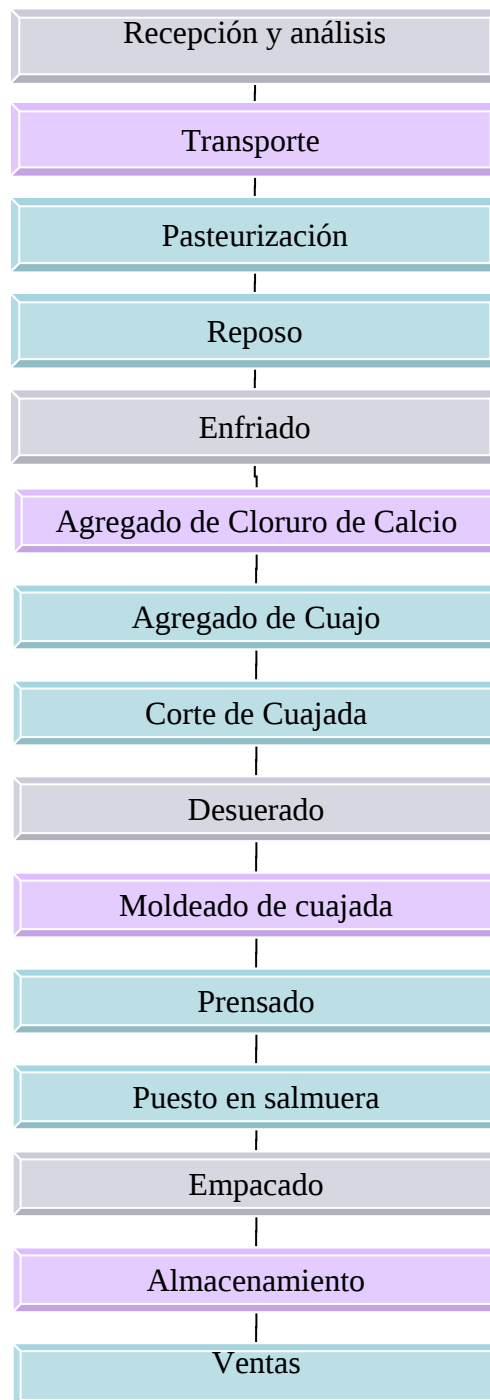


Figura 1.2. (Proceso de Producción de Queso fresco de San José de Chanchalo)

#### 1.4.7. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN Y TURNOS DE OPERACIÓN

En la actualidad tiene una capacidad de producción 69000 litros mensuales es decir 14500 quesos de 500 y 700 grs.

Al estar reconocida como planta productiva artesanal y de volumen relativamente pequeño, se trabaja con jornada de 08:00 a 12:00 horas y de 13:00 a 17:00 horas, ocho horas diarias y siete días a la semana.





## **CAPITULO II**

### **2.1. DEFINICIÓN DE LECHE**

Leche es un líquido opaco, blanquecino o amarillento, segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos para la alimentación de sus crías. La leche está formada por glóbulos de grasa suspendidos en una solución que contiene el azúcar de la leche o lactosa, proteínas que contienen fundamentalmente caseína y sales de calcio, fósforo, cloro, sodio, potasio y azufre. No obstante, es deficiente en hierro y es inadecuada como fuente de vitamina C. La leche entera está compuesta en un 80 a un 90 % de agua. La leche fresca tiene un olor agradable y sabor dulce. El hombre aprovecha la leche de la vaca, para tomarla directamente o para fabricar elaborados.

### **2.2. COMPOSICIÓN DE LA LECHE**

La leche está formada por 7/8 de agua y 1/8 de sólidos, que constituyen su parte nutritiva. La composición de la leche se muestra en la Tabla 2.1.

<b>CONSTITUYE</b>	<b>PORCENTAJE</b>
AGUA	87,0 %
LACTOSA	4,8 %
GRASA	4,0 %
CASEINA	2,8 %
ALBUMINA	0.7 %

SALES MINERALES	0,7 %
TOTAL	100.0%

*Tabla 2.1.(Composición de la leche)*

Esto quiere decir, que en cien kilogramos de leche se encuentra 87 litros o kilogramos de agua pura y 13 kilogramos de sustancias sólidas.

### **2.3. DENSIDAD ESPECIFICA**

La densidad específica del agua es 1, es decir que un centímetro cúbico de agua a 4° C pesa 1 g. La densidad específica media de la leche es 1.032, lo que quiere decir que en un cm<sup>3</sup> de leche a 4° C pesa 1.032 g. En otras palabras la leche es 0.032 veces más pesada que el agua. Ahora bien, la grasa tiene una densidad específica de 0.93; y los sólidos no grasos, una densidad de 1.616. La mayor presencia de sólidos grasos hace que la leche sea más pesada que el agua.

Sustancia	Peso específico:
Leche pura	= 1.028 - 1.033
Leche aguada	= menos de 1.028
Leche descremada	=1.033 - 1.037

*Tabla 2.2. (Densidad específica de la leche)*

## **2.4. VISCOSIDAD**

La leche es más viscosa que el agua a causa de los sólidos en ella contenidos. La leche contiene una viscosidad aproximadamente de 2 veces la del agua, mientras que la leche pasteurizada tiene una viscosidad de 1.3 veces la del agua.

## **2.5. ACIDIFICACIÓN DE LA LECHE**

La acidez se produce cuando la leche permanece caliente, después del ordeño, pues los microbios trabajan más intensamente cuando la leche tiene la temperatura de la vaca, que cuando está más fría. Dejando al producto con poca lactosa y mucho ácido láctico.

Para trabajar en quesería, se requiere leche con poca acidez; la leche con un exceso de ácido láctico da como resultado quesos defectuosos; con grietas, duros y con sabor amargo.

## **2.6 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL QUESO**

### **2.6.1. DEFINICIÓN**

El queso es una conserva obtenida por la coagulación de la leche y por la acidificación y deshidratación de la cuajada. Es una concentración de los sólidos de la leche con la adición de:

- Cuajo para obtener la coagulación de la leche
- Fermentos bacterianos para la acidificación de la cuajada
- Sal de comida al gusto del consumidor
- Cloruro de calcio para mejorar la disposición a la coagulación.

### 2.6.2. COMPOSICIÓN

GRASA	40 gr.	240 gr.	315 gr.
PROTEINA	35 gr.	210gr.	280 gr.
CARBOHIDRATO	48 gr.	20 gr.	10 gr.
SALES	7 gr.	20 gr.	25 gr.
MINERALES			
AGUA	870 gr.	500 gr.	350 gr.
SAL DE COCINA		10gr.	20 gr.
VITAMINAS	A,B,D,E,K	A,B,D,E,K	A,B,D,E,K

*Tabla 2.3.(Composición del queso)*

Estas cifras pueden variar según el tipo de queso.

### 2.6.3. EL SUERO

En la elaboración de cualquier tipo de queso, siempre hay que desuerar, por lo tanto siempre sobrará suero.

El suero, especialmente el que se extrae de la paila al final del primer batido, es rico en grasa y también posee una parte de la proteína de la leche que no ha coagulado por acción del cuajo, llamada albúmina.

## **2.7. PROCESO DE FABRICACIÓN DE QUESO**

### **2.7.1. RECEPCIÓN Y ANALISIS**

Es necesario que se conozca la materia prima con la cual se elabora el producto y en particular la aptitud de la leche para fabricar queso.

La operación de filtración se junta con la pasteurización, adición de sales de calcio y premaduración constituyen la etapa de preelaboración o preparación de la leche para la coagulación.

Hace mucho tiempo; se creía que, la filtración previa de la leche no influía en la calidad del queso, debido al corto tiempo que transcurre entre el ordeño y la coagulación de la leche, posteriormente por la reubicación de las lecherías se extendieron los tiempos de transporte y almacenamiento, situación que aumentó considerablemente la carga microbiana total en la leche ya sea por desintegración de las partículas de suciedad o insectos.

La limpieza se puede controlar con la filtración en la etapa de recepción que permite determinar el grado de succión de la leche, el filtrado evita el incremento de la flora microbiana indeseable existente en las impurezas. A la leche filtrada se realizan análisis de andén, que son pruebas de densidad, alcohol, acidez, Ph y grasa.

En la recepción al realizar el control de acidez se tiene un estimado de aceptación de 16 a 18° Dornic.

#### 2.7.2. PASTEURIZACIÓN POR BACHEO

En primer lugar hay que determinar la incidencia del tratamiento térmico, es decir, fijar la temperatura y el tiempo durante el cual debe aplicarse. Las condiciones del calentamiento tienen que permitir la destrucción del bacilo tuberculoso, y la de los microorganismos patógenos así como la eliminación de una proporción adecuada de gérmenes banales, para que la leche pasteurizada cumpla las normas bacteriológicas debe contener menos de 30.000 gérmenes por  $\text{cm}^3$ .

La temperatura y la duración del calentamiento, dependen de la cantidad inicial de gérmenes banales que contengan la leche cruda con la que se trabaja. La elevación de la temperatura de pasteurización modifica la estructura física y fisicoquímica de la leche, cuanto más elevado sea la temperatura más profundas serán las modificaciones.

La pasteurización “alta” se define como un calentamiento a 72° C durante 10 minutos. El método es rápido y continuo, pero modifica ligeramente las propiedades de la leche, las albúminas y la globulina sufre siempre una coagulación parcial.

Se observa como acotación que los quesos frescos presentan un tipo de pasta blanda por cuanto la leche en la quesera se pasteuriza a temperatura de 68° C y en un tiempo aproximado de 15 minutos.

### 2.7.3. REPOSO Y ENFRIAMIENTO

Concluida la pasteurización se da un tiempo de reposo de 15 min. a la leche; al mismo tiempo comienza la etapa de enfriamiento que se lleva a cabo para estabilizar el contenido de caseína, albúmina y su acidificación, quedando así la leche lista para el agregado de sales cálcicas y del cuajo (líquido que se utiliza para coagular la leche en la quesera).

La etapa de enfriamiento para que no lleve demasiado tiempo puede ser realizada por medio de la circulación de agua en el interior de las tinas con lo cual se agiliza el proceso.

### 2.7.4. ADICIÓN DE SALES CÁLCICAS Y CUAJO



La adición de sales cálcicas a parte de generar una buena cuajada, y elevar el rendimiento, retiene más grasa y facilita el desuerado, la temperatura estimada para su adición es 41° C. Además el agregar cloruro de calcio evita sabor amargo posterior en el queso, y la producción de una cuajada porosa de difícil desuerado.

El cuajo es un líquido utilizado para coagular la leche, la fuerza del cuajo esta determinada por su velocidad de coagulación y se mide de acuerdo a la cantidad de leche en cc., la temperatura adecuada para la adición es 38° C.

Se estima una utilización de cloruro de calcio en un porcentaje de 400 gr. por cada 100 litros de leche y de cuajo en porcentaje de 7 ml. en 100 litros de leche.

#### 2.7.5. COAGULACIÓN

La coagulación se forma mediante el cuajo que regula parcialmente el proceso de desuerado y como consecuencia el contenido de humedad de los quesos.

Normalmente el tiempo necesario para que la cuajada se forme y posea las características adecuadas para el corte depende de factores tales como el Ph, la concentración del calcio, la concentración de caseínas y temperatura. Según las condiciones de elaboración en nuestro país al utilizar una temperatura de 32° C, el

tiempo de coagulación con la dosis recomendada por el fabricante es de 35 a 45 minutos.

“Si las temperaturas son más altas, el corte generalmente resulta mayor en consecuencia el contenido de humedad es más elevado y el queso resulta más blando. Si durante la coagulación, la leche y la cuajada en formación se enfrían, los granos resultan de tamaño irregular”<sup>1</sup>.

En consecuencia la humedad en el queso estará distribuida irregularmente además se producirán pérdidas de caseína en el suero. La aptitud de la leche para la coagulación se ve negativamente afectada por el calentamiento a temperaturas de pasteurización.

La formación de la cuajada es la solidificación de la leche debido a la precipitación de la caseína, formándose en mayor parte de grasa y una cantidad de agua. La cuajada tiene la apariencia de una gelatina de color blanco y se forma al cabo de 30 minutos, después de haber vertido el cuajo. Esta lista para cortar cuando se nota lo siguiente: La cuajada que se encuentra junto a la pared de la paila debe desplegarse al presionarla con la palma de la mano o la pala plástica colocada sobre el cuajo debe quitarse sin que exista alteraciones.

#### 2.7.6. CORTE

---

<sup>1</sup> Dubach José 1990

La finalidad del corte de la cuajada, es facilitar el desuerado de la misma y puede ser cortada con liras especiales para tal fin, la cual se aplica vertical y horizontalmente de manera que los granos queden en forma de cubo luego de cortados, así se consigue un tamaño uniforme.

En el corte se alcanza una dimensión de grano de 1.5 cm. o de 1 cm. de acuerdo a la lira empleada. Para obtener un grano fino es preferible en primer lugar realizar el corte con la lira de 1.5 cm. y luego otro con la de 1 cm.

#### 2.7.7. DESUERADO

Cuando se ha terminado el trabajo de cuajado y ha finalizado el calentamiento, se deja de agitar la tina y con ello el grano se precipita al fondo para dar inicio al desuerado.

Esta fase constituye una de las más delicadas en la elaboración de quesos, dado que si el trabajo no se ha hecho adecuadamente, y no es el momento de desuerar, porque el grano no ha logrado su consistencia, acidez y humedad requerida; se tendrá más tarde un queso con una textura demasiado blanda y con exceso de humedad, o en caso contrario, si se demora mucho, la pasta del queso quedará muy seca y dura.

#### 2.7.8. MOLDEADO

El moldeado tiene como objetivo la masificación de los granos dándoles forma y tamaño. Para llevar al molde la cuajada antes debe revestirse con lienzo preferiblemente

de tela, para facilitar la extracción de cualquier resto de suero que este retenido en la masa, teniendo cuidado de estirarlo bien para evitar rasgaduras en la superficie del queso. El tamaño y la forma son importantes dado que de ello depende la relación entre el volumen y la superficie del queso que tiene una intervención en la calidad final, igualmente guarda vinculación con la pérdida de humedad por evaporación, con velocidad e intensidad de la salazón y con la respiración.

El moldeado de queso se lo realiza en forma cilíndrica y rectangular, en moldes de 500 y 700 grs. cada uno respectivamente y la forma de la superficie esta dada por mallas que cumplen la función de revestimiento.

#### 2.7.9. PRENSADO

El prensado del queso tiene por finalidad desuerar aún más la masa y de esta manera endurecerla. Varía en intensidad y duración. El prensado del queso sólo saca de la masa una pequeña porción del suero, y parcialmente la humedad ya que la proteína no se separa por presión.

El prensado del queso dura aproximadamente de 20 a 30 minutos a temperatura ambiente por lo que debe ser lo más rápido posible para evitar contaminación con un peso aproximado de 64 libras en 180 moldes de 500 gr. c/u.

#### 2.7.10. SALADO DEL QUESO

El objetivo de salar el queso tiene varias finalidades: conservarlo mejor, contrarrestar la evolución de agentes indeseables, seleccionar la flora normal del queso, hacerlo más apetecible, en si juega un papel importante en los procesos que se desarrollan en el interior y corteza del queso.

Este proceso se lo realiza introduciendo el queso en agua de salmuera previamente preparada, en esta mientras mayor sea la concentración de sal, más rápidamente absorberá la sal el queso, sin embargo se debe considerar que una excesiva concentración de sal producirá una corteza muy dura y gruesa.

El agua con salmuera se la prepara con 22° Baumé, con una conservación de acidez de 15 a 20 Dornic y a una temperatura entre 10 y 11.5° C. Controlando así mejor la fermentación del queso hasta que la sal se disperse y alcance una distribución de grasa más uniforme.

Los grados Dornic °D, expresan el contenido de ácido láctico. Puede definirse como el número de décimas de mililitro de “sonda Dornic”, utilizados para valorar 10 mL de leche en presencia de fenolftaleína.

Esto hace que en una valoración de 10 mL de leche, la acidez en °D viene dada por  $1^{\circ}\text{D} = 1 \text{ mg de ácido láctico en } 10 \text{ ml de leche}$ . La leche fresca normal de vaca, así como la leche tratada térmicamente no debería superar los 19 °D.

Los grados Baumé °B, corresponden a un valor constante de alcohol potencial que permite determinar, con una precisión de dos décimas, la cantidad de azúcar o sal de una sustancia. Son medidos por un aerómetro.

## **2.8. PRODUCCIÓN Y PROCESOS**

### **2.8.1. PRODUCTIVIDAD**

“Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados”.<sup>2</sup>

Elevar la productividad significa producir más con el mismo consumo de recursos, o bien producir la misma cantidad, pero utilizando menos recursos como materiales, tiempo, maquinaria o mano de obra.

En la actualidad toda industria realiza estudios y aplicaciones para aumentar su productividad, sin embargo frecuentemente se confunden los términos productividad y producción.

Otros términos muy comunes son:

---

<sup>2</sup> Ingeniería de Métodos, Estudio del trabajo; Roberto García Criollo.

Eficiencia, es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.

Efectividad es el grado en que se logran los objetivos.

Es primordial identificar los factores que afectan la productividad, algunos de estos son:

- Métodos y Equipo: Una forma de mejorar la productividad consiste en realizar un cambio constructivo en los métodos, los procedimientos o los equipos, con los cuales se llevan a cabo los resultados. Algunos ejemplos son:
  - Automatización de los procesos manuales
  - Instalación de sistemas de ventilación
  - Disminución del manejo del producto
  - Eliminación de tiempos de espera
  - Proporcionar mantenimiento preventivo como correctivo
  
- Utilización de la capacidad de los recursos: La precisión con la cual la capacidad con que se cuenta para realizar el trabajo se equipara a la cantidad de trabajo que hay que realizar, como pueden ser:
  - Operar una instalación y su maquinaria con dos o tres turnos.

- Mantener en disponibilidad sólo las existencias que se requieran para cumplir con los objetivos de nivel de servicio a los clientes
  - Utilizar camiones propios para recoger las mercancías o materias primas de los proveedores en vez de que regresen vacíos después de haber realizado sus entregas.
  - Instalar estantes o usar tarimas en los almacenes para sacar el máximo provecho del espacio entre el piso y el techo
  - Mantener las condiciones de trabajo en óptimo estado
- Nivele de desempeño: La capacidad para obtener y mantener el mejor esfuerzo por parte de todos los empleados. Entre otros aspectos pueden mencionarse:
    - Obtener el máximo beneficio de los conocimientos y de las experiencias, adquiridos por los empleados de mayor antigüedad.
    - Establecer un espíritu de cooperación y de equipo entre los empleados.
    - Motivar a los empleados para que adopten como propias las metas de organización
    - Proyectar e instrumentar con éxito un programa de capacitación para los empleados
    - Crear programas de incentivos.
- Factor humano: Se considera el recurso más importante, ya que sin éste, todo proceso productivo, organización o sistema en general no podría funcionar



adecuadamente. Por ende se debe considerar indispensablemente conocer su eficiencia productiva, lo cual puede determinarse mediante un concepto mensurable denominado "Productividad del Trabajo".

Productividad no es una medida de producción ni de la cantidad que se ha fabricado, es una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir con los resultados específicos deseables.

## **2.9. ESTUDIO DEL TRABAJO**

En la actualidad el utilizar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos, origina incrementos en la producción, partiendo de la realidad que en todo proceso siempre se puede encontrar mejores soluciones; al efectuar un análisis para determinar en que medida se ajusta cada alternativa a los planteamientos realizados y a las especificaciones originales. En cualquier sistema organizacional se habla de trabajo, por lo que las empresas realizan estudios que tratan de optimizar sus recursos para obtener un bien y/o servicio. Por ello el trabajo representa la dinámica de la empresa, siendo un factor primordial para aumentar su productividad.

Durante cualquier proceso en donde intervenga el hombre, se trata de ser más eficiente, es por ellos que el Estudio del Trabajo presenta varias técnicas. En particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, los cuales se utilizan para examinar el trabajo

humano en todos sus contextos y que investigan todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio de trabajo se divide en dos ramas que son:

- El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados para llevar a cabo un trabajo, como medio eficaz de aplicar métodos más sencillos para reducir costos.
- La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

Con el desarrollo de este método se realiza el estudio del proceso de producción del queso determinando los factores que están influyendo en retrasos o demoras en el proceso productivo y además plantear las alternativas que lleven a mejorar los problemas detectados.

### 2.9.1. ESTUDIO DE METODOS

El objetivo de perfeccionar los procesos de trabajo se dividen en: Mejorar los procesos, procedimientos y la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como el

diseño del equipo e instalaciones. Además busca disminuir el esfuerzo humano para reducir la fatiga, y el ahorro en el uso de materiales, máquinas y mano de obra.

En la actualidad se realiza mucho trabajo que no es necesario. En muchos casos no debiera estudiarse la tarea para su simplificación o mejora, si no eliminar totalmente las tareas que no son necesarias.

Este estudio igualmente busca aumentar la seguridad y crear mejores condiciones de trabajo, a fin de hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el desempeño de las labores.

## 2.9.2. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO DE METODOS

De los medios establecidos para obtener mejoras sin eliminar estos, la simplificación busca las innovaciones deducidas analíticamente por medio de un método sistemático.

Este método consta de los pasos descritos en la Tabla 2.4.

<b>ETAPA</b>	<b>DESARROLLO</b>
SELECCIONAR	El trabajo o proceso a estudiar
REGISTRAR	O recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado las técnicas mas apropiadas y disponiendo los datos en la forma mas cómoda para analizarlos
EXAMINAR	Los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y

	los medios empleados
ESTABLECER	El métodos más económico tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferente técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas cuyos enfoques deben analizarse y discutirse
EVALUAR	Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo
DEFINIR	El nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentarlo ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas interesadas, utilizando demostraciones.
IMPLANTAR	El nuevo método, como práctica general con el tiempo fijado
CONTROLAR	La aplicación de la nueva norma siguiendo resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos

*Tabla 2.4.(Etapas del estudio del trabajo)*

Estas etapas se aplican tanto al estudio de tiempos como al estudio de movimientos, dándole el perfil que requiere su análisis. Cabe hacer mención que las etapas 1, 2 y 3 son inevitables.

Se tiene que en cualquier industria se presenta el problema de determinar un método factible para realizarlo, esto se debe a la propia necesidad de perfeccionamiento de los métodos de trabajo, influidos por la nueva tecnología, la demanda y los procesos económicos; debe emplearse algún procedimiento para diseñar el trabajo y determinar la cantidad de tiempo necesario para realizarlo.

Dentro de la industria San José de Chanchalo, este estudio es una guía enfocada al perfeccionamiento de los procesos productivos en su totalidad, logrando cumplir en menor o mayor proporción su objetivo dependiendo de la profundidad de su análisis.

### 2.9.3. COMBINACIÓN DE OPERACIONES

A veces, un proceso se puede subdividir en tantas operaciones relacionadas con transportes o manipulación de materiales y herramientas. También se puede presentar otros problemas, como la dificultad de coordinar tantas operaciones cuando no existe un programa de trabajo adecuado y las esperas imputables a la inexperiencia de los obreros, o al encontrarse estos fuera del trabajo. Algunas veces es posible hacer más fácil el trabajo simplemente combinando dos o más operaciones, o también introduciendo en el método ciertos cambios que permitan combinar algunas operaciones

### 2.9.4. SIMPLIFICACIÓN DE OPERACIONES

Uno de los mejores caminos para abordar el problema del mejoramiento de los métodos de trabajo es examinar todo lo relacionado con la tarea en cuestión: la forma en que se realiza el trabajo, materiales que se utilizan, herramientas e instalaciones, condiciones de trabajo e incluso el diseño del producto, suponiendo que no hay nada perfecto en la forma de realizarla, y comenzando por preguntar: ¿Qué? ¿Quién? ¿Donde? ¿Cuándo? ¿Cómo? ¿Por qué?

1. ¿Que se hace?.- En esta pregunta se identifica que se esta realizando y a que objetivo lleva la operación, además se observa por que se debe realizar algo y que sucedería de no realizarlo tomando en cuenta si es necesario cada elemento o detalle de la actividad.
2. ¿Quién hace el trabajo?.- Aquí se pregunta quien es el encargado de realizar una operación y por que la persona fue designada para ejecutarla, se analiza si alguien pudiera realizarla mejor y se determina si se podrían introducirse ciertos cambios en él para lograr que una persona con menos destreza y conocimientos pudiese ejecutarlo.
3. ¿Dónde se hace el trabajo?.- Determinar el lugar que ha sido designado para un determinado trabajo y cual es el motivo de ubicarlo ahí, y si se podría efectuar más económicamente en otro lugar.
4. ¿Cuándo se hace el trabajo?.- Establecer el instante de ejecución de una operación y si es el momento indicado para realizarlo y establecer si sería factible realizarlo en otro momento.
5. ¿Cómo se hace el trabajo?.- Determinar la forma como se esta realizando el trabajo y los motivos que llevaron a que se lo realice así. Esto sugiere un cuidadoso análisis y la aplicación de los principios fundamentales de la economía de movimientos.

Realizando un análisis del conjunto de los proceso se trata de eliminar, combinar o modificar el orden de las operaciones, y en el caso de una simple operación, se tratar de eliminar movimientos, combinarlos o reajustar su orden de sucesión, de manera que los movimientos estrictamente necesarios constituyan una forma fácil de ejecutar el trabajo.

### 2.9.5. RATIO DE OPERACIÓN

Se lo define como la relación entre la sumatoria de actividades productivas y la sumatoria de actividades totales, expresado como porcentaje.

## 2.10. AUTOMATIZACIÓN

### 2.10.1. DEFINICIÓN

El término automatización se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima o sin intervención del ser humano. En los más modernos sistemas de automatización, el control de las máquinas es realizado por ellas mismas gracias a sensores de control que le permiten percibir cambios en sus alrededores de ciertas condiciones tales como temperatura, volumen y fluidez de la corriente eléctrica y otros, los sensores le permiten a la máquina realizar los ajustes necesarios para poder compensar estos cambios.

### 2.10.2. LOS PRINCIPIOS DE LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS

Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: medición, evaluación y control.

a. Medición: Para que un sistema automatizado reaccione ante los cambios en su alrededor debe estar apto para medir aquellos cambios físicos.

b. Evaluación: La información obtenida gracias a la medición es evaluada para así poder determinar si una acción debe ser llevada a cabo o no.

c. Control: El último paso de la automatización es la acción resultante de las operaciones de medición y evaluación.

En muchos sistemas de automatización, estas operaciones debe ser muy difíciles de identificar. Un sistema puede involucrar la interacción de más de una vuelta de control, que es la manera en la que se llama al proceso de obtener la información desde el sistema de salida de una máquina y llevarla al sistema de ingreso de la misma.

### 2.10.3. MODELO ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

La estructura de un sistema automatizado puede clasificarse en dos partes claramente diferenciadas: Por un lado la Parte Operativa, formada por un conjunto de dispositivos máquinas o subprocesos diseñados para la realización de determinadas funciones; y la parte de control o mando, que independientemente de su implementación tecnológica electrónica, neumática, hidráulica, etc., es el encargado de realizar la coordinación de las distintas operaciones encaminadas a mantener a la parte operativa bajo control.



La automatización de un proceso, consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y comportamiento.

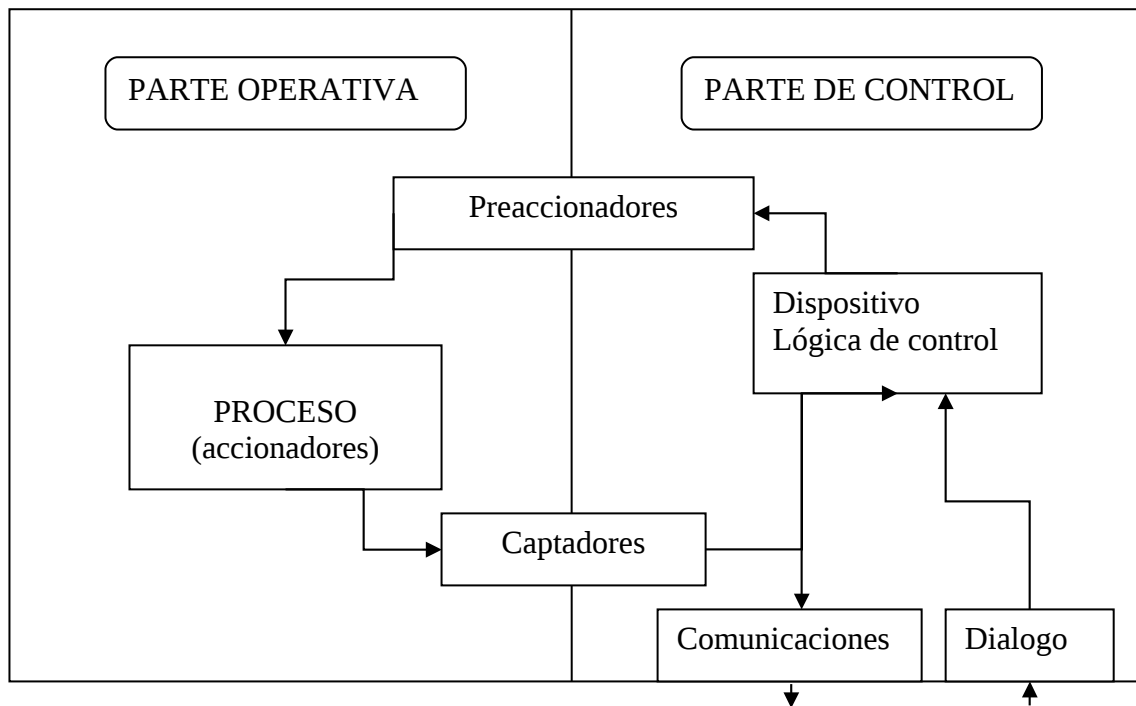


Figura 2.1.(Modelo estructural de un sistema automatizado)

#### 2.10.4. SISTEMAS DE CONTROL

La Automatización Industrial se hace posible mediante los Sistemas de Control, que son organizaciones de equipos e instrumentos, que combinados con procedimientos mentales o algorítmicos trabajan en torno a propósitos previamente establecidos o deseados.

Las funciones principales de un Sistema de Control son la observación del proceso y sus variables a automatizar, el acondicionamiento de las variables y parámetros observados,

el procesamiento de esta información y su comparación con lo deseado y, posteriormente la acción de corrección de los elementos terminales para conseguir lo deseado.

Los sistemas de control se manifiestan desde un sistema muy simple hasta altamente complejo de multiprocesamiento y/o multitarea. Este grado de complejidad se dará según el tipo de instrumentación a usar, el tipo de procesamiento y los alcances que se desea dar a la automatización. Estos alcances dependerán de situaciones como, por ejemplo, Supervisión y Control de la Producción, Control de Procesos Industriales, Sistemas de Seguridad en la Producción con alarmas en el sistema, protección de personas y dispositivos dentro del proceso productivo, Métodos de Producción y finalmente el factor económico.

#### 2.10.5. SENSORES

Los sensores son elementos que producen señales relacionadas con una determinada cantidad que se encuentra midiendo, estos responden a algunas propiedades de tipo eléctrico, mecánico, térmico, magnético, químico etc., generando una señal eléctrica que puede ser susceptible de medición. “Con frecuencia se utiliza el termino transductor en vez de sensor. Los sensores se definen como el elemento que al someterlo a un cambio físico experimenta un cambio relacional. Es decir, los sensores son transductores.”<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> BOLTON W. “Mecatrónica” Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería.

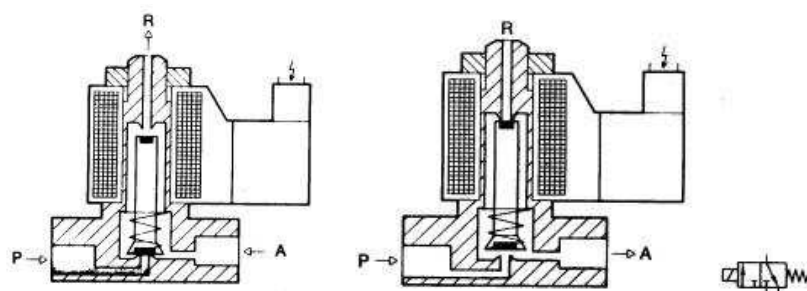
## TIPOS DE SENSORES

- Sensor de Nivel.- Los sensores de nivel se utilizan para indicación y monitoreo de nivel continuo de todo tipo de líquidos.
- Sensor de Temperatura.- Una de las variables de medición más comunes en los procesos industriales es la temperatura.

### 2.10.6. ELECTROVALVULAS

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeña, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.



*Figura 2.2. (Válvula distribuidora 3/2 de mando electromagnético)*

Las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire de un sistema neumático por medio de una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas. Figura 4.5 . Las válvulas eléctricas se clasifican según la cantidad de puertos (entradas o salidas de aire) y la cantidad de posiciones de control que poseen. Por ejemplo, una válvula 3/2 tiene 3 orificios o puertos y permite dos posiciones diferentes.

## **2.11. AUTÓMATAS PROGRAMABLES**

### **2.11.1. DEFINICIÓN**

Se entiende por Autómata Programable, o PLC (Controlador Lógico Programable), toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc.

La función básica de los autómatas programables es reducir el trabajo del usuario a realizar el programa; es decir, la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida.

Los PLC's como tales existen desde hace poco tiempo en comparación con otros campos englobados en la electricidad industrial. Los primeros modelos nacieron de la necesidad de sustituir las maniobras habitualmente realizadas con relés y temporizadores de tipo medio – bajo.

Hoy día se cuenta con equipos capaces de realizar complicadas operaciones, incluso en coma flotante, privilegio este último disponible hasta hace poco a equipos de alto costo o a los ordenadores personales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.



*Figura 2.3. (Gráfico de PLC)*

### 2.11.2. CAMPOS DE APLICACIÓN

Los PLC's por sus especiales características de diseño tienen un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
  - Procesos secuenciales
  - Maquinaria de procesos variables
  - Instalaciones de procesos complejos y amplios
  - Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Los PLC's son de aplicaciones generales como por ejemplo:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones de seguridad
- Señalización y control
  - Chequeo de programas
  - Señalización del estado de procesos

### 2.11.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones obligan hacer referencia a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

#### VENTAJAS

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
- No es necesario dibujar el esquema de contactos

- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente se elimina parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

### INCONVENIENTES

- Como inconvenientes se puede mencionar, en primer lugar, hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar un técnico en tal sentido.
- El coste inicial también puede ser un inconveniente.



#### 2.11.4. FUNCIONES DE UN PLC

Detección: Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

Mando: Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

Dialogo hombre máquina: Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

Programación: Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El diálogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la máquina.

Redes de comunicación: Permite establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómetas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

Sistemas de supervisión: También los autómetas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.

Control de procesos continuos: Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

Entradas- Salidas distribuidas: Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

Buses de campo: Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

#### 2.11.5. ESTRUCTURA EXTERNA

El término estructura externa o configuración externa de un autómata programable industrial se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido.

Actualmente son tres las estructuras más significativas que existen en el mercado:

□ Estructura compacta.

Estructura semimodular. ( Estructura Americana)

Estructura modular. (Estructura Europea)

### ESTRUCTURA COMPACTA

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

Son los autómatas de gama baja o nanoautómatas los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando.

### ESTRUCTURA SEMIMODULAR

Se caracteriza por separar las E/S del resto del autómata, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S.

Son los autómatas de gama media los que suelen tener una estructura semimodular Americana.

### ESTRUCTURA MODULAR

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el autómata como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, etc. La sujeción de los mismos se hace por carril DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

Son los autómatas de gama alta los que suelen tener una estructura modular, que permiten una gran flexibilidad en su constitución.

#### 2.11.6. ESTRUCTURA INTERNA

El autómata está constituido por diferentes elementos, pero tres son los básicos:

- CPU
- Entradas
- Salidas

Con las partes mencionadas se puede decir que tiene un autómata pero para que sea operativo son necesarios otros elementos tales como:

- Fuente de alimentación
- Interfaces
- La unidad o consola de programación
- Los dispositivos periféricos

La CPU es la parte inteligente del sistema. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas.

La CPU está constituida por los siguientes elementos:

- Procesador
- Memoria monitor del sistema
- Circuitos auxiliares

#### Funciones Básicas de la CPU

En la memoria ROM del sistema, el fabricante ha grabado una serie de programas ejecutivos, software del sistema y es a estos programas a los que accederá el micro procesador para realizar las funciones.

El software del sistema de cualquier autómatas consta de una serie de funciones básicas que realiza en determinados tiempos de cada ciclo.

En general cada autómatas contiene y realiza las siguientes funciones:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no exceda de un determinado tiempo máximo. A esta función se le denomina Watchdog.
- Ejecutar el programa usuario.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas, obtenida al final del ciclo de ejecución del programa usuario.
- Chequeo del sistema.

#### 2.11.6.1. ENTRADAS Y SALIDAS

##### ENTRADAS

La sección de entradas mediante el interfaz, adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores.

Hay dos tipos:

##### Entradas Digitales

Los módulos de entrada digitales permiten conectar a los autómatas captadores de tipo todo o nada como finales de carrera pulsadores. Trabajan con señales de tensión, por

ejemplo cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0"

### Entradas Analógicas

Los módulos de entrada analógicas permiten que los autómatas programables trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser la temperatura, la presión o el caudal.

Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del autómata. Lo que realiza es una conversión A/D, puesto que el autómata solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo). Los módulos de entrada analógica pueden leer tensión o intensidad.

### SALIDAS

La sección de salida también mediante interfaz trabaja de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, y las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relés, etc., aquí también existe una interface de adaptación a las salidas de protección de circuitos internos.

Hay dos tipos:

### Salidas Digitales

Un módulo de salida digital permite al autómata programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada. El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómata en el caso de módulos de salidas a relé.

Los módulos de salidas estáticos al suministrar tensión, solo pueden actuar sobre elementos que trabajan todos a la misma tensión, en cambio los módulos de salida electromecánicos, al ser libres de tensión, pueden actuar sobre elementos que trabajen a tensiones distintas.

### Salidas Analógicas

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad.

Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el autómata solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).



Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura. permitiendo al autómeta realiza funciones de regulación y control de procesos continuos.

#### 2.11.7. MEMORIA

La memoria es el almacén donde el autómeta guarda todo cuanto necesita para ejecutar la tarea de control.

Datos del proceso:

- Señales de planta, entradas y salidas.
- Variables internas, de bit y de palabra.
- Datos alfanuméricos y constantes.

Datos de control:

- Instrucciones de usuario (programa)
- Configuración del autómeta (modo de funcionamiento, número de e/s conectadas, ...)

Existen varios tipos de memorias:

- RAM. Memoria de lectura y escritura.
- ROM. Memoria de solo lectura, no reprogramable.
- EPROM. Memoria de solo lectura, reprogramables con borrado por ultravioletas.
- EEPROM. Memoria de solo lectura, alterables por medios eléctricos.

La memoria RAM se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.

La memoria ROM se utiliza para almacenar el programa monitor del sistema del CPU.

Las memorias EPROM se utilizan para almacenar el programa de usuario, una vez que ha sido convenientemente depurada.

Las memorias EEPROM se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM + EEPROM, utilizando estas últimas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM. Una vez reanudada la alimentación, el contenido de la EEPROM se vuelca sobre la RAM. Las soluciones de este tipo están sustituyendo a las clásicas RAM + batería puesto que presentan muchos menos problemas.

### MEMORIA INTERNA

En un autómata programable, la memoria interna es aquella que almacena el estado de las variables que maneja el autómata: entradas, salidas, contadores, relés internos, señales de estado, etc. Esta memoria interna se encuentra dividida en varias áreas, cada una de ellas con un cometido y características distintas.

## - DEFINICIÓN DE CANAL

Un canal es un conjunto de 16 bits que puede ser procesado de forma conjunta por ejemplo para realizar operaciones matemáticas o en forma individual como operaciones de bit como: entradas, salidas, SET, RESET, KEEP, DIF, etc.

Cuando se programa y utiliza un canal en forma de bit se indica el número de canal y el número de bit separados por un punto.

La clasificación de la memoria interna no se realiza atendiendo a sus características de lectura y escritura, sino por el tipo de variables que almacena y el número de bits que ocupa la variable. Así, la memoria interna del autómatas queda clasificada en las siguientes áreas.

## - CANALES DE ENTRADA (IR)

Los canales de entrada introducen información binaria al PLC procedente de la máquina o la aplicación. Dependiendo de la CPU y la configuración de tarjetas de E/S se tienen más o menos canales.

Los canales de entrada van desde el IR000 hasta el IR015. Estos canales actuarán como entradas siempre que existan las tarjetas de entrada en el PLC. De no existir se pueden utilizar como bits o canales de trabajo.

#### - CANALES DE SALIDA (IR)

Los canales de salida envían el resultado de las operaciones del programa a las tarjetas de salida conectadas al PLC que activarán actuadores como electroválvulas, relés, contactores, etc. Su rango es desde el canal IR100 hasta el canal IR115.

En estas áreas de memoria se encuentran:

- Los canales o registros asociados a los terminales externos: entradas y salidas.
- Los relés (bit) internos no correspondidos con el terminal externo, gestionados como relés de E/S.
- Los relés E/S no usados pueden usarse como IR.
- No retienen estado frente a la falta de alimentación o cambio de modo de operación.

#### - CANALES DE TRABAJO

Los canales de trabajo son “relés internos”. Esto significa que no son ni entradas ni salidas, pero permiten efectuar procesos intermedios en el programa. Los canales disponibles son: IR012 al IR095, IR112 al IR195, IR216 al IR219, IR224 al IR229

Se debe tener en cuenta que los canales de E/S no utilizados (o sea que no tienen tarjeta de E/S asignada) pueden utilizarse como canales de trabajo.

#### - CANALES ESPECIALES

Los canales especiales son aquellos que nos facilitan información o tienen funciones específicas asignadas.

Área especial (SR): Son relés de señalización de funciones particulares como servicio, siempre ON y OFF, temporizaciones, relojes a varias frecuencias, cálculo, comunicaciones, accesible en forma de bit o de canal, no conservan su estado en caso de fallo de alimentación o cambio de modo.

Área auxiliar (AR): Contienen bits de control e información de recursos de PLC como: Puerto RS232C, puertos periféricos, casetes de memoria.

#### - CANALES DE ENLACE (LR)

Los canales de enlace LR son empleados en comunicaciones 1:1 entre dos PLC's. Se dispone de 64 canales. Se utilizan para el intercambio de datos entre dos PLC's unidos en forma PC Linkk, accesible en forma de bit o canal y no conservan su estado en caso de fallo de alimentación o cambio de modo.

#### - CANALES DE RETENCIÓN (HR)

Los canales de retención son canales mantenidos por batería. Si se interrumpe el suministro de alimentación al PLC. Los canales de Retención “recuerdan” su estado, volviendo a éste tras un corte de suministro. Existen 100 canales disponibles para este uso, que van desde el HR00 hasta el HR99, con lo cual se pueden direccionar 1600 bits retentivos (100 canales x 16 bits)

#### - ÁREAS DE TEMPORIZADORES / CONTADORES

Se dispone de 512 bits de temporizadores/contadores, los cuales comparten sus direcciones. Esto significa que en un programa no se puede utilizar el temporizador 8 por ejemplo y el contador 8, ya que se solaparían las direcciones dando errores de funcionamiento. Se dispone de los temporizadores 0 a 511 (o contadores 0 a 511). Los temporizadores se programan en formato BCD siendo su precisión de 1 décima de segundo.

#### - ÁREA DE DATOS (DM)

Son registros de almacenamiento de datos de 16 bits. Estos registros no pueden ser operados directamente como bits individuales y son los más utilizados para las

operaciones aritméticas. Retienen su información en caso de cortes de suministro eléctrico al igual que los HR, esta área suele contener los parámetros de configuración del PLC.

Las variables contenidas en la memoria interna, pueden ser consultadas y modificadas continuamente por el programa, cualquier número de veces. Esta actualización continua de los datos obliga a construir la memoria con dispositivos RAM.

## **2.12. BOMBAS**

Una bomba es una turbo máquina generadora para líquidos. La bomba se usa para transformar la energía mecánica en energía hidráulica.

Las bombas se emplean para bombear toda clase de líquidos: agua, aceites de lubricación, combustibles ácidos, cerveza, leche, etc. También se emplean las bombas para bombear los líquidos espesos con sólidos en suspensión, como pastas de papel, cuajada, melazas, fangos, desperdicios, etc.

Un sistema de bombeo puede definirse como la adición de energía a un fluido para moverse o trasladarse de un punto a otro.

### 2.12.1. CLASES DE BOMBAS

La clasificación de las bombas tomando en cuenta las características de movimiento de los líquidos es la siguiente:

#### - BOMBAS ROTATORIAS

Este tipo de bombas por lo general son unidades de desplazamiento positivo, formada por una caja fija que contiene engranes, aspas, pistones, levas, etc., esta bomba atrapa el líquido y lo empuja contra la caja fija descargando un flujo continuo.

#### - BOMBAS RECIPROCANES

“La bomba recíproca son unidades de desplazamiento positivo, descargan una cantidad definida de líquido durante el movimiento del pistón o émbolo a través de la distancia de carrera”<sup>4</sup>.

#### - BOMBAS CENTRIFUGAS

Una bomba centrífuga es una máquina que consiste en un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una caja y una cubierta o carcasa. Las paletas imparten energía al fluido por la fuerza centrífuga. Convierten la velocidad en presiones.

---

<sup>4</sup> Bombas Selección y aplicación de Tyler G. Hicks



Las bombas en la industria alimenticia, generalmente tienen impulsores con una o dos aletas para evitar dañar la apariencia de los alimentos, y a menudo son construidas con el impulsor de tipo caracol; estas bombas al no tener aletas pueden manejar eficazmente los alimentos tales como manzanas, naranjas, fresas, maíz, huevos, aceitunas, jugos de frutas, etc. En las bombas centrífugas usadas para el bombeo de leche, todas las partes de la bomba en contacto con el líquido deben ser de acero inoxidable.

#### 2.12.2. TIPOS DE BOMBAS CENTRIFUGAS

- Bomba de Tipo Voluta.- El líquido se descarga en una caja que toma la forma de una espiral que se va expandiendo progresivamente, aquí se convierte la energía de velocidad del líquido en presión estática.
- Bomba de Tipo Difusor.- En este tipo de bomba los alabes direccionales estacionarios rodean al rotor o impulsor. Los pasajes que se forman con expansión gradual cambian la dirección del flujo del líquido y convierten la energía de velocidad a columna de presión.
- Bomba de Tipo Turbina.- En este tipo se producen remolinos en el líquido por medio de los alabes a velocidades muy altas, es decir el líquido recibe impulsos de energía.

- Tipos de flujo Mixto y de flujo Axial.- Las bombas de flujo mixto desarrollan su columna parcialmente por fuerza centrífuga y parcialmente por el impulsor de los alabes sobre el líquido. Y las de Flujo axial desarrollan su columna por la acción de impulsos o elevación de las paletas sobre el líquido.

### 2.12.3. BOMBEO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Las bombas para el manejo de alimentos son comúnmente conocidas como Bombas Sanitarias, deben tener algunas características especiales que no son comunes para otros servicios.

Para poder servir en aplicaciones de alimentos una bomba debe reunir las características siguientes:

- Gran resistencia a la corrosión.
- No debe producir espuma o triturar los alimentos.
- Fácil de desarmar para su limpieza interior.
- Poseer un sistema de lubricación totalmente estanco.
- Tener el menor número de partes que se desgasten durante su funcionamiento.
- Sus empaques deben estar totalmente sellados del lado interior de la carcasa.
- Tener pasajes internos en la carcasa que sean tersos y libres de esquinas.

“Las bombas generalmente están hechas de acero inoxidable, monel, aluminio, hierro o cristal, porcelana u otras aleaciones especiales, las tuberías y accesorios son de acero inoxidable, aleaciones de níquel, hule duro, cristal o plástico. Además de resistir el ataque químico del alimento, los materiales de construcción deben resistir los detergentes, jabones y productos germicidas que se emplean en el lavado de la bomba”<sup>5</sup>.

Las bombas son de gran importancia en el transporte de fluidos, debido a su capacidad de producir vacío, con lo cual puede empujar el fluido hacia donde se desee. Existe una infinidad de bombas las cuales tienen distintas funciones, todo depende del tipo de fluido, de la temperatura a la cual se va a transportar y la presión que soportará.

Especificaciones que conllevan a determinar la bomba a utilizar que es de tipo centrífuga, teniendo en cuenta además que este tipo de bomba se encuentra con mayor facilidad en el medio.

#### 2.12.4. ELEMENTOS A CONSIDERAR EN UN SISTEMA DE BOMBEO

En un sistema de bombeo independientemente de la clase o tipo de bomba que se escoja para la instalación en una empresa o industria, debe considerar elementos tales como: Columna, capacidad, naturaleza del líquido, tuberías, motores y economía.

Las presiones a considerar son de tres tipos; absoluta, barométrica, y de columna.

---

<sup>5</sup> Bombas su selección y aplicación de Tyler G. Hicks

*Absoluta.* – Esta presión puede encontrarse arriba o debajo de la presión atmosférica existente en el punto de consideración. Y se encuentra arriba del cero absoluto.

*Barométrica.* – Depende de las condiciones de altitud y clima de la localidad, al ser la presión atmosférica del lugar.

*Columna.* – Cualquier líquido en un tubo vertical desarrolla cierta presión sobre la superficie horizontal en el fondo del tubo

En un sistema de bombeo, la presión en cualquier punto nunca debe bajar más allá de la presión de vapor correspondiente a la temperatura del líquido (leche), debido a que esta formará vapor, haciendo que cese parcial o totalmente el flujo del líquido en la bomba.

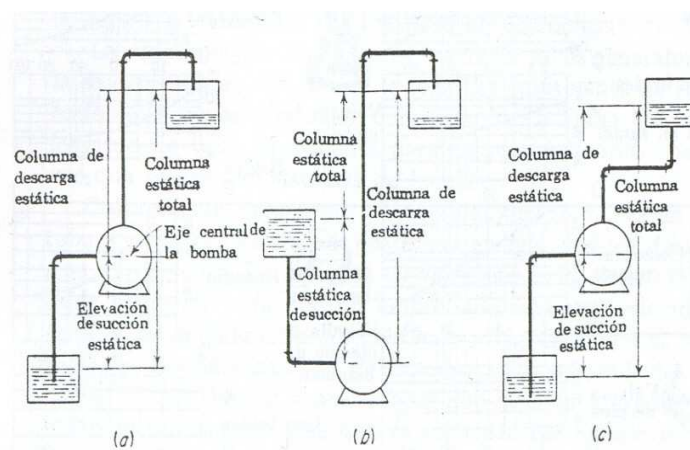


Figura 2.4. (Elementos en un sistema de Bombeo)

Elevación Estática de Succión: Es la distancia vertical, en metros del nivel de suministro líquido al eje central de la bomba, cuando esta arriba del nivel del suministro, figura. 4-1 a.

Columna Estática de Succión: Es la distancia vertical en metros, entre el nivel de suministro del líquido y el eje central de la bomba; cuando se encuentra abajo del nivel de abastecimiento del líquido, figura. 4-1b.

Columna Estática de Descarga: Es la elevación o altura en metros, del eje central de la bomba al punto de entrega libre del líquido, figura. 4-1 c.

Columna Estática Total: Es la distancia vertical en metros entre el nivel de suministro y el nivel de descarga del líquido manejado.

Columna de Fricción: Es la columna equivalente necesaria para vencer la resistencia de las tuberías y accesorios; se mide en metros de líquido.

Perdidas de Admisión y Salida: Son aquellas en el nivel de suministro y en las salidas. En los dos casos reducen la columna de velocidad en el punto que se considera.

Columna de Descarga: Es la suma de la columna de descarga estática, la columna de fricción de descarga y la columna de velocidad de descarga.

#### 2.12.5. OPERACIÓN DE BOMBAS CENTRIFUGAS

Generalmente las bombas centrifugas se seleccionan para una capacidad y carga total determinadas cuando operen a su velocidad especificada. Estas características se conocen como condiciones especificadas de servicio y, con pocas excepciones, representan las condiciones en las que la bomba operará la mayor parte del tiempo. La eficiencia de la bomba deberá ser la máxima para estas condiciones de servicio.

Es muy importante, por lo tanto, que al usar las bombas centrifugas estar familiarizado con los efectos de operar las bombas a capacidades y cargas distintas a las especificadas y con las limitaciones impuestas sobre esa operación por consideraciones hidráulicas, mecánicas o termodinámicas.

#### PUNTO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA

La manera en la que una bomba trabaja depende no sólo de las características de funcionamiento, sino también de las características del sistema en el cual va a trabajar, para el caso de una bomba dada, se muestra las características de funcionamiento de la bomba ( $h$  respecto a  $Q$ ) para una velocidad de operación dada, normalmente cercana a la velocidad que da el rendimiento máximo.

Los valores específicos de  $h$  y  $Q$  determinados por esta intersección pueden ser o no los de máximo rendimiento. Si no lo son, significa que la bomba no es exactamente la adecuada para esas condiciones específicas.

## CEBADO

Las bombas centrífugas casi nunca deben arrancarse sino hasta que están bien cebadas, es decir, hasta que se han llenado con el líquido bombeado y se ha escapado todo el aire. Las excepciones son las bombas autocebantes y algunas instalaciones especiales de gran capacidad, baja carga y baja velocidad en las que no es práctico cebar antes de arrancar y el cebado es casi simultáneo con el arranque.

### 2.12.6. EFECTO DE VISCOSIDAD

Las bombas centrífugas también son utilizadas para bombear líquidos viscosos, al aumentar la viscosidad, la curva altura - caudal se hace más vertical y la potencia requerida aumenta.

Los principales efectos de viscosidad en una bomba centrífuga se dan por fricción con el fluido y fricción con el disco. Estos varían con la viscosidad del líquido de manera que la carga – capacidad de salida aumenta.

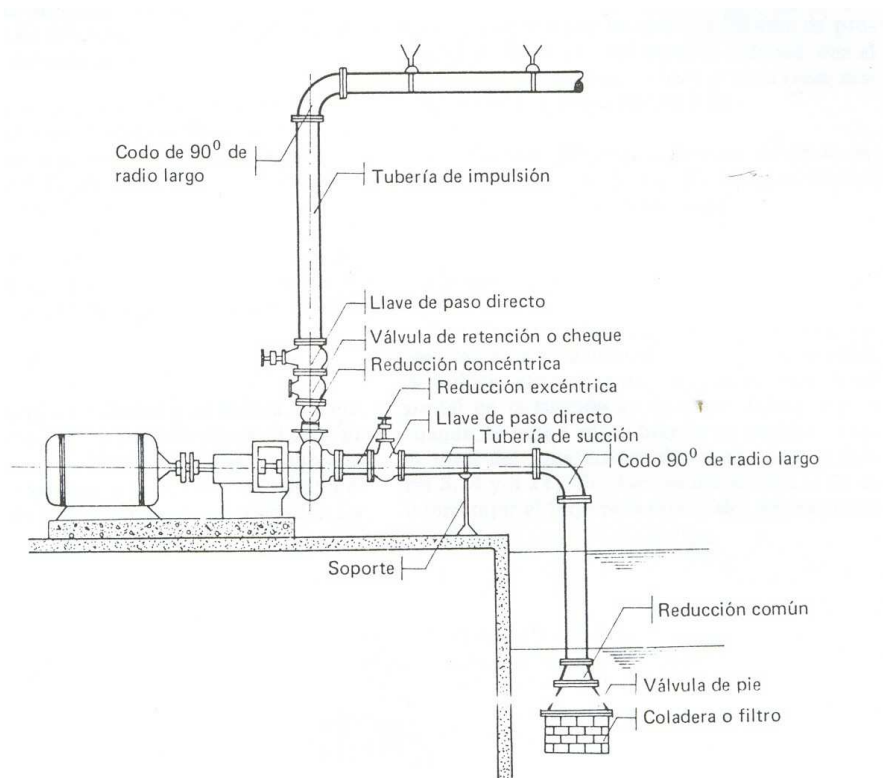
Es necesario conocer las tres unidades diferentes que pueden encontrarse para describir la viscosidad de un líquido en especial:

1. Segundos Saybolt Universal, o SSU

2. Centistokes – que define la viscosidad cinemática.
3. Centiposes – que definen la viscosidad absoluta.

### 2.12.7. TUBERIA Y ACCESORIOS PARA INSTALACIÓN DE BOMBAS

- Tubería de aspiración o succión.
- Tubería de impulsión o descarga.



*Figura 2.5. (Instalación de una bomba centrífuga)*

### TUBERÍA DE ASPIRACIÓN O SUCCIÓN.



Es la tubería que va instalada en la boca de succión de la bomba, la misma que debe ser lo más corta posible y evitar demasiados accesorios. Pero se debe tomar en cuenta los siguientes:

- Filtros o coladeras.
- Válvula de pie (no necesaria en bombas autocebantes).
- Llave de paso directo o compuerta.
- Tanque de succión o cárcamo de bombeo.
- Reducción excéntrica.

#### TUBERIA DE IMPULSIÓN O DESCARGA.

Para la instalación de la tubería se debe considerar: de carga, velocidad y viscosidad del líquido, así como también el diámetro de la tubería debe ser siempre mayor que de la boca de la bomba y menor que de la tubería de aspiración. Los accesorios a tomar en cuenta son:

- Reducción concéntrica.
- Válvula de retención.
- Llave de paso directo.

#### 2.12.8. FACTORES HIDRAULICOS

Entre los factores hidráulicos en la selección de una bomba se debe considerar los siguientes:

- Cabeza de succión estática sea igual o mayor que la requerida.
- Un adecuado diseño para que no ingrese aire en la succión y evitar la cavitación.
- El factor de espacio que simplifique el diseño en el montaje y desmontaje del sistema de bombeo, debe tener una secuencia simple y sencilla.
- El factor eléctrico cuando la bomba es centrífuga, se puede conectar a 110 V o a una corriente alterna y/o directa.
- Factor económico en cuanto a los diámetros de tuberías y accesorios.
- En la línea de succión se debe utilizar la menor cantidad de accesorios.

#### 2.12.9. CARACTERISITICAS DE BOMBAS DE PASTA AGUDA

- El interior de la bomba es completamente diferente a las bombas normales.
- El espesor de las pinzas del extremo para líquidos es mayor que en las centrífugas.
- Los conductos de circulación en la carcasa y el impulsor son grandes para dejar pasar los sólidos sin que obstruya la bomba.

#### CARACTERISITICA ESTATICA DE PASTA AGUDA

El análisis del perfil estático de la pasta aguda permitirá determinar la capacidad para el paso de los sólidos; y entre los elementos más importantes se encuentran:

- El tamaño de la cuajada a manejar por la bomba es aleatorio.
- La naturaleza de la cuajada después del corte y el batido es irregular y abrasivo.
- La naturaleza del suero es corrosivo el mismo puede lubricar a la cuajada lo que reducirá la abrasión.
- La relación entre la cuajada y el suero determina la característica de la pasta aguda.

La geometría de la bomba y los materiales de construcción influyen en su duración. También son importantes otras variables del sistema, características de la pasta (tamaño y forma de la partícula, viscosidad aparente, etc.).

## **CAPITULO III**

### **3.1. REGISTRO Y ANALISIS DEL PROCESO**







Al realizar el análisis de los procesos se trata de eliminar las principales deficiencias en ellos y además obtener la mejor distribución de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta. Para lograr esto, la simplificación del trabajo se ayuda de dos diagramas, que son: de proceso o cursograma sinóptico del proceso y de flujo o cursograma analítico.

#### **3.1.1. DIAGRAMA DE PROCESO**

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades o el punto donde los materiales se integran al proceso o procedimiento identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza. También incluye toda la información conveniente para su análisis como el tiempo requerido, la distancia recorrida y la cantidad considerada.

Para efectos de análisis y para ayudar a detectar y a suprimir las ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones de un proceso en cinco categorías, las cuales se conocen como: operación, transporte, inspección, retraso o demora y almacenaje.

La tabla 3.1 incluye el significado que se le da a esta clasificación en la mayoría de las situaciones que se pueden encontrar en la tarea de graficar los procesos.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>SIMBOLO</b>
Operación	Cuando un objeto esta siendo modificado en sus características físicas o químicas, se esta creando o agregando algo o se esta preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. La operación también ocurre cuando se entrega o se recibe información o se esta planeando algo.	
Transporte	Al mover un objeto o grupo de ellos de un lugar a otro, excepto cuando tal movimiento es parte de la operación o es provocado por el operador de la estación durante la inspección.	
Inspección	Al examina un objeto o grupo de ellos para su identificación o para verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características.	
Demora	Un objeto tiene demora o esta rezagado cuando las condiciones, no permiten o requieren que se realice de inmediato el siguiente paso según el plan	
Almacenaje	Cuando un objeto se mantiene protegido contra movilización o uso no autorizado.	
Actividad combinada	Siempre que se necesite indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo.	

*Tabla 3.1. (Simbología de cursogramas)*

En la industria láctea se puede realizar el estudio para determinar en que parte del proceso es factible plantear alternativas que lleven a una utilización adecuada de todos los recursos de dicha industria y su posibilidad de implementación.

En la microempresa Quesera San José de Chanchalo se busca determinar los puntos en que sea factible una implementación y se realizará su respectivo análisis por medio del estudio de métodos.

Partiendo de un análisis general del proceso de producción de queso fresco, y tomando en cuenta tan solo las principales operaciones e inspecciones se logra obtener una visión general del proceso en estudio, la cual es una guía para el planteamiento de las mejoras posibles. Esta guía inicial es dada por el cursograma sinóptico del proceso, el mismo que indica el tiempo fijado por proceso en horas, y no se asigna un tiempo para cada inspección.

Se debe tener en cuenta que todos los valores de tiempo que se han detallado no son los tiempos estándares del proceso de producción sino únicamente tiempos observados en el proceso para ser tomados como referencia para el estudio.

### 3.1.2. CURSOGRAMA SINOPTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Inspección 1: Control de acidez y peso de la leche (No se fija tiempo).

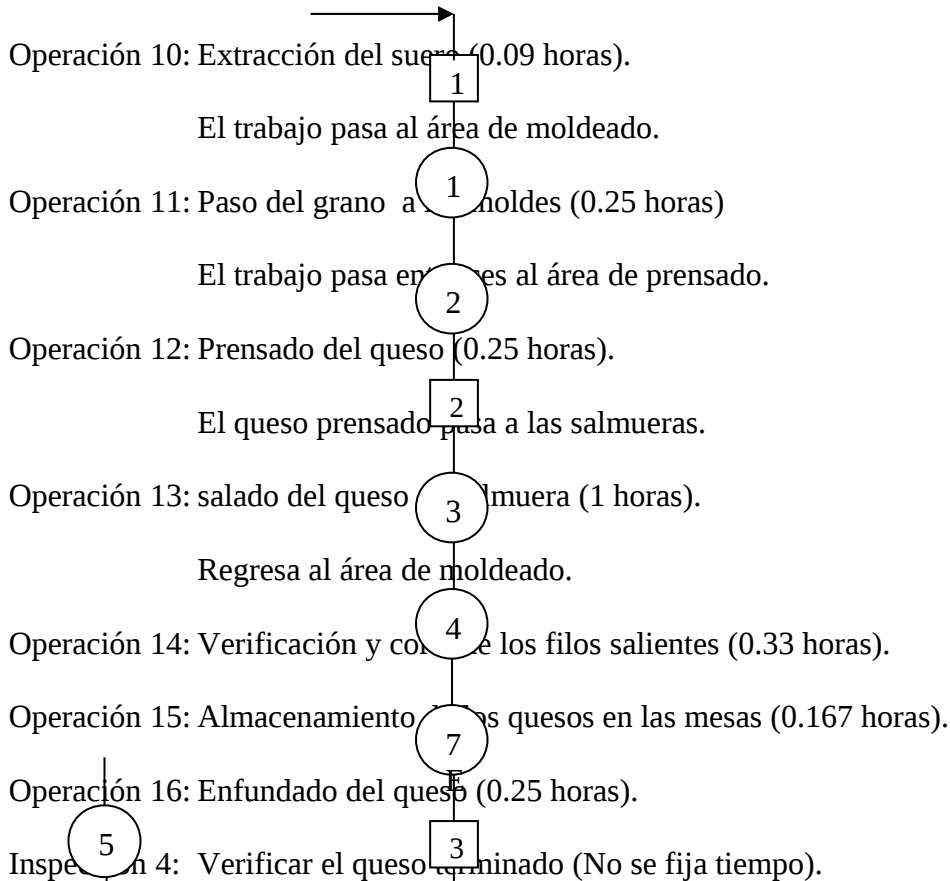
Operación 1: Llenado de la leche en las tinas (0.75 horas).

Operación 2: Calentamiento de la leche (1 horas).

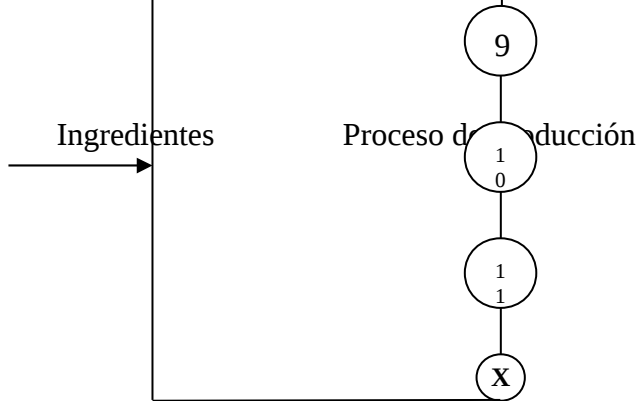
Inspección 2: Control de temperatura a 68° C. (No se fija tiempo).

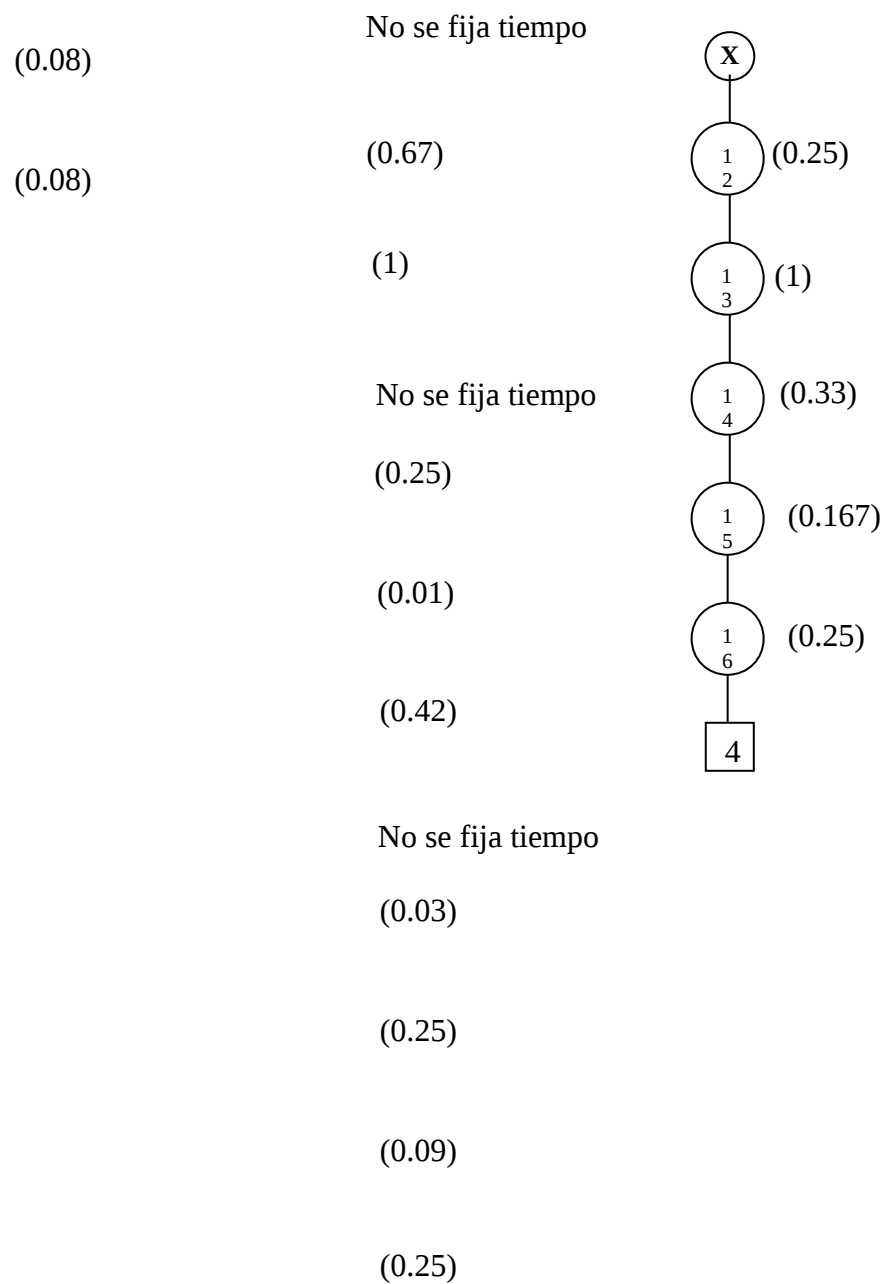
Operación 3: Mantener la temperatura (0.25 horas).

- Operación 4: Reposo y enfriamiento de la leche (0.01 horas).
- Operación 5: Preparado y agregado de sales cálcicas (0.08 horas).
- Operación 6: Preparado y agregado del cuajo (0.08 horas).
- Operación 7: Coagulación de la leche (0.42 horas).
- Inspección 3: Verificar que tan blanda se encuentra la pasta (No se fija tiempo).
- Operación 8: Corte de la cuajada con lira (0.09 horas).
- Operación 9: Precipitación del grano al fondo de la tina (0.09 horas).



### 3.1.3. CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN





*Figura 3.1 (Cursograma sinótico de proceso de elaboración del queso)*

En la Figura 3.1. se observa las operaciones e inspecciones del proceso de producción del queso fresco, a la derecha se tiene una descripción general del proceso el cual es la base de la producción y como se observa describe una secuencia casi total, a la



izquierda se tiene los procesos de preparación de ingredientes los mismos que son añadidos en el proceso después de la operación numero cuatro que consiste en el reposo y enfriamiento de la leche.

### **3.2. CURSOGRAMA ANALÍTICO**

Un cursograma de flujo de proceso es la representación grafica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que se efectúan en un proceso o procedimiento. Este tipo de diagrama incluye la información que se considera deseable para el análisis, como el tipo de categoría requerida y la distancia recorrida.

El diagrama de los materiales es útil para dar un vistazo general a las operaciones de producción. Los datos se reúnen siguiendo el componente principal, siendo el objeto que se desea graficar hasta llegar a la transformación de la misma en el producto final del proceso.

#### **3.2.1. CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN METODO ORIGINAL**

CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso			
Diagrama # 1		Método : Original	
Hoja # 1		Operarios: 4 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
Distancia	Número	Resumen de las actividades	Tipo de Actividad
	1 <sup>BB</sup>	Control de acidez y peso de la leche	No-Productiva
0.5 m	1 →	Paso de leche con balde a recipiente plástico	No-productiva
4	2 →	Llevado de recipiente plástico	No-Productiva
	1 <sup>D</sup>	Ubicación de manguera en tina vacía	No-Productiva
1	3 →	Paso con balde a tina con conducto	No-Productiva
	2 <sup>D</sup>	Limpieza de tela de filtrado	No-Productiva
	1 <sup>O</sup>	Calentado de la leche	Productiva
	2 <sup>BB</sup>	Control de temperatura a 68° C	No-Productiva
	2 <sup>O</sup>	Mantener temperatura constante	Productiva
	3 <sup>O</sup>	Reposo y enfriamiento de la leche	Productiva
	4 <sup>O</sup>	Preparación de sales cálcicas	Productiva
	3 <sup>BB</sup>	Verificación de cantidad de sales cálcicas	No-Productiva
4	4 →	Llevado de sales cálcicas a las tinas	No-Productiva
CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso			
Diagrama # 1		Método : Original	
Hoja # 2		Operarios: 4 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
Distancia	Número	Resumen de las actividades	Tipo de Actividad
	5 <sup>O</sup>	Agregado de sales cálcicas	Productiva
	6 <sup>O</sup>	Preparación de cuajo	Productiva
	4 <sup>□</sup>	Verificación de la cantidad de cuajo	No-Productiva
4	5 →	Llevado de cuajo a las tinas	No-Productiva
	7 <sup>O</sup>	Agregado de cuajo	Productiva
	8 <sup>O</sup>	Coagulación de la leche	Productiva
	5 <sup>□</sup>	Inspección del estado de la pasta	No-Productiva
4	6 →	Llevado de liras a las tinas	No-Productiva
	9 <sup>O</sup>	Corte de la cuajada con la lira	Productiva
	10 <sup>O</sup>	Precipitación del grano al fondo de la tina	Productiva
	11 <sup>O</sup>	Sacado del suero en baldes plásticos	Productiva
6	7 →	Llevado de suero en balde a tina con conducto	No-Productiva

4.5	8 →	Llevado de tanques con moldes a la mesa	No-productiva
	12 O	Ubicación de moldes en la mesa	Productiva
4.5	9 →	Llevado de tanque con mallas a la mesa	No-Productiva
	13 O	Sacado de cuajada con baldes plásticos	Productiva
<b>CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso</b>			
Diagrama # 1		Método : Original	
Hoja # 3		Operarios: 4 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
3	10 →	Llevado de cuajada en baldes a los moldes	No-Productiva
	14 O	Moldeado	Productiva
	15 O	Moldeado de grano con mallas	Productiva
4	11 →	Llevado de planchas MDF a la mesa	No-Productiva
	16 O	Ubicación de moldes en planchas MDF	Productiva
3.5	12 →	Transportar las planchas a las prensas	No-Productiva
1.5	13 →	Transportar tacos a la prensa	No-Productiva
	17 O	Colocar tacos en moldes	Productiva
	18 O	Prensado de los moldes	Productiva
	19 O	Sacar moldes de la prensa	Productiva
4.5	14 →	Llevado de moldes a la mesa	No-Productiva
	20 O	Desmoldado de los quesos	Productiva
5	15 →	Llevado de los quesos a salmuera	No-Productiva
	21 O	Salado de quesos en salmuera	Productiva
	22 O	Sacar los quesos de la salmuera	Productiva
3.2	16 →	Llevado de los quesos a la mesa	No-Productiva
	23 O	Corte de filos salientes	Productiva
<b>CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso</b>			
Diagrama # 1		Método : Original	
Hoja # 4		Operarios: 4 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
<b>Distancia</b>	<b>Número</b>	<b>Resumen de las actividades</b>	<b>Tipo de Actividad</b>
	3 D	Ubicación de quesos en la mesa	No-Productiva
	24 O	Enfundado del queso	Productiva
	6 □	Verificación del queso terminado	No-Productiva
20	17 →	Traslado de los quesos a cuarto frío	No-Productiva



vacía que corresponda									
Paso con balde a tina con conducto		1	15						
Limpieza de tela de filtrado									

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO									
Diagrama N° 1 Hoja N° 2			RESUMEN						
Producto:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP	ECON				
Queso fresco	OPERACIÓN	O	6						
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	□	2						
	ESPERA	D	0						
	INSPECCIÓN	□	3						
	ALMACENAMIENTO	▽	0						
Método Actual	Distancia metros		M						
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre								
Obreros: 4 Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Calentado de la leche			60						
Control de temperatura a 68° C									
Mantener temperatura constante			15						
Reposo y enfriamiento de la leche			1						
Preparación de sales cálcicas			5						
Verificación de de sales cálcicas									
Llevado de sales cálcicas a tinas		4	1						
Agregado de sales cálcicas			0.5						
Preparación de cuajo			5						
Verificación de cantidad de cuajo									
Llevado de cuajo a las tinas		4	1						
CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO									
Diagrama N° 1 Hoja N° 3			RESUMEN						
Producto:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP	ECON				
Queso fresco	OPERACIÓN		O	6					

Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE <input type="checkbox"/> ESPERA		3						
	D		0						
	INSPECCIÓN <input type="checkbox"/>		1						
	ALAMACENAMIENTO <input type="checkbox"/>		0						
Método Actual	Distancia metros		M						
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre								
Obreros: 4 Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Agregado de cuajo			0.5						
Coagulación de la leche			25						
Inspección del estado de la pasta									
Llevar lira a la tina		4	1						
Corte de la cuajada con la lira			2						
Precipitación del grano al fondo de la tina			15						
Sacado de suero en balde plásticos			1						
Llevado de suero en balde a tina		6	6						
Llevado de moldes a la mesa		4.5	1						
Ubicación de moldes en la mesa			5						
<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO</b>									
Diagrama N° 1 Hoja N° 4				<b>R E S U M E N</b>					
Producto:	ACTIVIDAD			ACTUAL	PROP	ECON			
Queso fresco	OPERACIÓN <input type="checkbox"/>			4					
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE <input type="checkbox"/>			5					
	ESPERA <input type="checkbox"/>			0					
	INSPECCIÓN <input type="checkbox"/>			0					
	ALAMACENAMIENTO <input type="checkbox"/>			0					
Método Actual	Distancia metros			M					
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre								
Obreros: 4 Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								

DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Llevado de mallas a la mesa			1						
Sacado de cuajada con baldes			5						
Llevado de cuajada en baldes a los moldes		3	8						
Moldeado			10						
Moldeado de grano con mallas			25						
Llevado de planchas MDF a mesa		4	1						
Ubicación de moldes en planchas			4						
Llevar las planchas a las prensas		3.5	10						
Llevar tacos a la prensa		1.5	1						
<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO</b>									
Diagrama N° 1 Hoja N° 5				<b>R E S U M E N</b>					
Producto:		ACTIVIDAD		ACTUAL		PROP		ECON	
Queso fresco		OPERACIÓN		O		7			
Actividad: Producción de queso fresco		TRANSPORTE		□		3			
		ESPERA		D		0			
		INSPECCIÓN		□		0			
		ALAMACENAMIENTO		▽		0			
Método Actual		Distancia metros				M			
Lugar: Planta de producción		TIEMPO minutos hombre							
Obreros: 4 Ficha:		Costo							
Compuesto por:		Mano de Obra:							
Aprobado por:		Material:							
Fecha: 18-08-2004		Total							
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Colocar tacos en moldes			10						
Prensado de los moldes			15						
Sacar moldes de la prensa			10						
Llevado de moldes a la mesa		4.5	4						
Desmoldado de los quesos			10						
Llevado de los quesos a salmuera		5	4						
Salado de quesos en salmuera			60						
Sacar los quesos de la salmuera			5						
Llevado de los quesos a la mesa		3.2	4						
Corte de filos salientes			20						

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO									
Diagrama N° 1 Hoja N° 6			RESUMEN						
Producto: Queso fresco			ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP	ECON		
Actividad: Producción de queso fresco			OPERACIÓN		O	1			
			TRANSPORTE		□	1			
			ESPERA		D	1			
			INSPECCIÓN		□	1			
			ALAMACENAMIENTO		▽	1			
Método Actual			Distancia metros		M				
Lugar: Planta de producción			TIEMPO minutos hombre						
Obreros: 4 Ficha:			Costo						
Compuesto por:			Mano de Obra:						
Aprobado por:			Material:						
Fecha: 18-08-2004			Total						
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Ubicación de quesos en la mesa			5						
Enfundado del queso			15						
Verificación del queso terminado									
Traslado de los quesos a cuarto frío		20	20						
Almacenamiento de quesos			15						
TOTAL			447	24	17	3	6	1	

Tabla 3.3. (Cursograma analítico de material del proceso)

3.2.3. DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL.



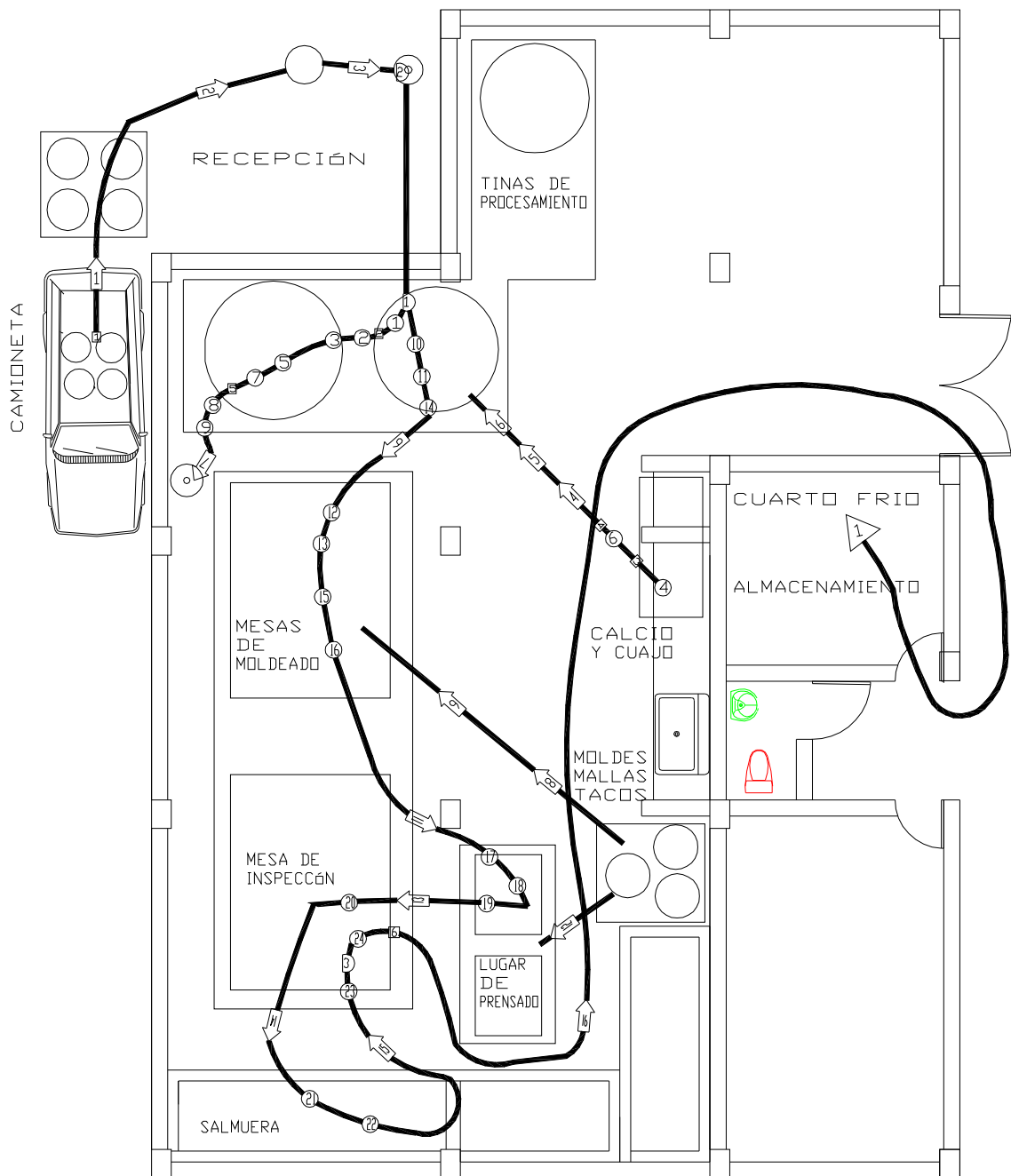


Figura 3.2 (Diagrama de recorrido del proceso)

### 3.2.4. ANALISIS DE LOS DETALLES.

Una vez registrado todos los pasos necesarios para la elaboración del producto, se procede a efectuar un análisis de los mismos, y realizar los cambios pertinentes.

Haciendo referencia a la simplificación de operaciones estipulado en el apartado 3.1.2. En el proceso de producción del queso detallado en la Tabla 3.3., se observa que en la secuencia de producción existen algunos puntos en los cuales es conveniente plantear alternativas que llevaran a mejorar dicho proceso. Como por ejemplo: La recepción y transporte de la leche, extracción del suero y cuajada en las tinas.

1.- En la recepción y transporte de la leche, en primer lugar se traslada de un tanque plástico a otro del mismo tipo, luego se pasa la leche por medio de baldes a una tina con conducto que la lleva leche a las tinas de producción y en las cuales el conducto debe ser previamente ubicado.

Al momento del arribo de los vehículos que traen la leche, estos únicamente pueden llegar hasta un punto que queda a cuatro metros de la tina con conducto, razón por la cual se realiza un doble transporte de la leche y durante este proceso existe desperdicio de la materia prima entre paso y paso.

2.- Para la extracción del suero y la cuajada de las tinas cuando a terminado el asentado de la cuajada, se procede en primer lugar a extraer el suero por medio de baldes los

cuales se los lleva hasta un conducto en donde son vaciados y desechados, terminado esto se procede a trasladar la cuajada con ayuda de los baldes a los moldes ubicados en la mesa.

La extracción del suero se la debe realizar para dejar libre la cuajada para su fácil manipulación y el paso de la cuajada con baldes es la forma de llevarla hasta los moldes, dichos pasos conllevan mucho esfuerzo por parte de los obreros que únicamente utilizan su fuerza para realizar esta labor.

### **3.3. CURSOGRAMA ANALÍTICO PLANTEADO**

Después del análisis de operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento efectuados en el proceso de producción del queso se cuenta con suficiente información para buscar alternativas que lleven a mejorar el proceso, por medio de la eliminación o cambio y reorganización de las actividades planteadas.

A continuación se plantearan propuestas que ayudaran a realizar un proceso mucho más eficiente para buscar obtener un mayor rendimiento.

#### **3.3.1 CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN METODO PROPUESTO**

CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso			
Diagrama # 2		Método : Perfeccionado	
Hoja # 1		Operarios: 2 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
Distancia	Número	Resumen de las actividades	Tipo de Actividad
	1 <input type="checkbox"/>	Control de acidez y paso de la leche	No-Productiva
0.5 m	1 →	Leche transportada a tanque	No-productiva
	2 →	Leche transportada a tinas por bomba	No-Productiva
	1 O	Calentado de la leche	Productiva
	2 O	Mantener temperatura constante	Productiva
	3 O	Reposo y enfriamiento de la leche	Productiva
	4 O	Preparación de sales cálcicas	Productiva
	2 <input type="checkbox"/>	Verificación de cantidad de sales cálcicas	No-Productiva
4	3 →	Llevado de sales cálcicas a las tinas	No-Productiva
	5 O	Agregado de sales cálcicas	Productiva
	6 O	Preparación de cuajo	Productiva
	3 <input type="checkbox"/>	Verificación de la cantidad de cuajo	No-Productiva
4	4 →	Llevado de cuajo a las tinas	No-Productiva
CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso			
Diagrama # 2		Método : Perfeccionado	
Hoja # 2		Operarios: 2 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
Distancia	Número	Resumen de las actividades	Tipo de Actividad
	7 O	Agregado de cuajo	Productiva
	8 O	Coagulación de la leche	Productiva
	9 O	Toma lira y cortar la cuajada	Productiva
	5 →	Llevado de suero con bomba	Productiva
	10 O	Ubicación de moldes en la mesa	Productiva
	6 →	Llevado de cuajada a los moldes con bomba	No-Productiva
	11 O	Moldeado	Productiva
	12 O	Moldeado de grano con mallas	Productiva
4	7 →	Llevado de planchas MDF a la mesa	No-Productiva
	13 O	Ubicación de moldes en planchas MDF	Productiva
3.5	8 →	Transportar las planchas a las prensas	No-Productiva
1.5	9 →	Transportar tacos a la prensa	No-Productiva

	14 O	Colocar tacos en moldes	Productiva
	15 O	Prensado de los moldes	Productiva
	16 O	Sacar moldes de la prensa	Productiva

CURSOGRAMA ANALITICO: Producción del Queso			
Diagrama # 2		Método : Perfeccionado	
Hoja # 3		Operarios: 2 obreros	
Producto : Queso		Lugar : Planta de producción	
Proceso: Fabricación de queso fresco		Compuesto por :	
Fecha : 18 – 08 – 2004		Aprobado por :	
Distancia	Número	Resumen de las actividades	Tipo de Actividad
4.5	10 →	Llevado de moldes a la mesa	No-Productiva
	17 O	Desmoldado de los quesos	Productiva
	18 O	Corte de filos salientes	Productiva
5	11 →	Llevado de los quesos a salmuera	No-Productiva
	19 O	Salado de quesos en salmuera	Productiva
	20 O	Sacar los quesos de la salmera	Productiva
3.2	12 →	Llevado de los quesos a la mesa	No-Productiva
	21 O	Enfundado del queso	Productiva
	4 □	Verificación del queso terminado	No-Productiva
7	13 →	Traslado de los quesos a cuarto frío	No-Productiva
	1 ∇	Almacenamiento de quesos	No-productiva

Tabla 3.4. (Cursograma analítico propuesto del proceso de elaboración del queso)

### 3.3.2. CURSOGRAMA ANALÍTICO DE MATERIAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN METODO PROPUESTO

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO				
Diagrama N° 2 Hoja N° 1	R E S U M E N			
Producto:	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP	ECON

Queso fresco	OPERACIÓN	O		4						
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	□		2						
	ESPERA	D		0						
	INSPECCIÓN	□		1						
	ALAMACENAMIENTO	▽		0						
Método Propuesto	Distancia metros		M							
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre									
Obreros: 2 Ficha:	Costo									
Compuesto por:	Mano de Obra:									
Aprobado por:	Material:									
Fecha: 18-08-2004	Total									
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
				O	□	D	□	▽		
Control de acidez y peso de leche			5							
Leche transportada a tanque		0.5	8							
Llevar leche a tinas por bomba			9							
Calentado de la leche			60							
Mantener temperatura constante			15							
Reposo y enfriamiento de la leche			1							
Preparación de sales cálcicas			5							
<b>CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO</b>										
Diagrama N° 2 Hoja N° 2	<b>R E S U M E N</b>									
Producto:	ACTIVIDAD				ACTUAL	PROP	ECON			
Queso fresco	OPERACIÓN			O		5				
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE			□		3				
	ESPERA			D		0				
	INSPECCIÓN			□		2				
	ALAMACENAMIENTO			▽		0				
Método Propuesto	Distancia metros				M					
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre									
Obreros: 2 Ficha:	Costo									
Compuesto por:	Mano de Obra:									
Aprobado por:	Material:									
Fecha: 18-08-2004	Total									
	Cant.	Dist	Tiem.	SÍMBOLO						

DESCRIPCIÓN	(m)	(min)	O	□	D	□	▽	OBSERVACIONES
Verificación de sales cálcicas								
Llevado de sales cálcicas a tinajas	4	1						
Agregado de sales cálcicas		0.5						
Preparación de cuajo		5						
Verificación de cantidad de cuajo								
Llevado de cuajo a las tinajas	4	1						
Agregado de cuajo		0.5						
Coagulación de la leche		25						
Toma lira y cortar la cuajada		2						
Llevado de suero con bomba		7						

**CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO**

Diagrama N° 2 Hoja N° 3		RESUMEN			
Producto:	ACTIVIDAD	O	ACTUAL	PROP	ECON
Queso fresco	OPERACIÓN	O		5	
Actividad: Producción de queso fresco	TRANSPORTE	□		4	
	ESPERA	D		0	
	INSPECCIÓN	□		0	
	ALMACENAMIENTO	▽		0	
	Distancia metros		M		
Método Propuesto	TIEMPO minutos hombre				
Lugar: Planta de producción	Costo				
Obreros: 2 Ficha:	Mano de Obra:				
Compuesto por:	Material:				
Aprobado por:					
Fecha: 18-08-2004	Total				

DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiemp (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Ubicación de moldes en la mesa			5						
Llevado de cuajada a los moldes con bomba			2						
Moldeado			10						
Moldeado de grano con mallas			25						
Llevado de planchas a la mesa	4		1						
Ubicación de moldes en planchas			4						
Llevar las planchas a las prensas		3.5	10						
Transportar tacos a la prensa		1.5	1						
Colocar tacos en moldes			10						

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO									
Diagrama N° 2 Hoja N° 4	RESUMEN								
Producto: Queso fresco	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP	ECON				
Actividad: Producción de queso fresco	OPERACIÓN	O		6					
	TRANSPORTE	□		3					
	ESPERA	D		0					
	INSPECCIÓN	□		0					
	ALAMACENAMIENTO	▽		0					
Método Propuesto	Distancia metros		M						
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre								
Obreros: 2 Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Prensado de los moldes			15						
Sacar moldes de la prensa			10						
Llevado de moldes a la mesa		4.5	4						
Desmoldado de los quesos			10						
Llevado de los quesos a salmuera		5	4						
Salado de quesos en salmuera			60						
Sacar los quesos de la salmuera			5						
Llevado de los quesos a la mesa		3.2	4						
Corte de filos salientes			20						

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO					
Diagrama N° 2 Hoja N° 5	RESUMEN				
Producto: Queso fresco	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP	ECON
Actividad: Producción de queso fresco	OPERACIÓN	O		1	
	TRANSPORTE	□		1	
	ESPERA	D		0	
	INSPECCIÓN	□		1	
	ALAMACENAMIENTO	▽		1	
Método Propuesto	Distancia metros		M		
Lugar: Planta de producción	TIEMPO minutos hombre				



Obreros: 2    Ficha:	Costo								
Compuesto por:	Mano de Obra:								
Aprobado por:	Material:								
Fecha: 18-08-2004	Total								
DESCRIPCIÓN	Cant.	Dist (m)	Tiem. (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	□	D	□	▽	
Enfundado del queso			15						
Verificación del queso terminado									
Llevado de los quesos a cuarto frío		7	10						
Almacenamiento de quesos			15						
<b>TOTAL</b>			385	21	13	0	4	1	

Tabla 3.5. (Cursograma analítico de material del proceso método propuesto)

### 3.3.3. DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO

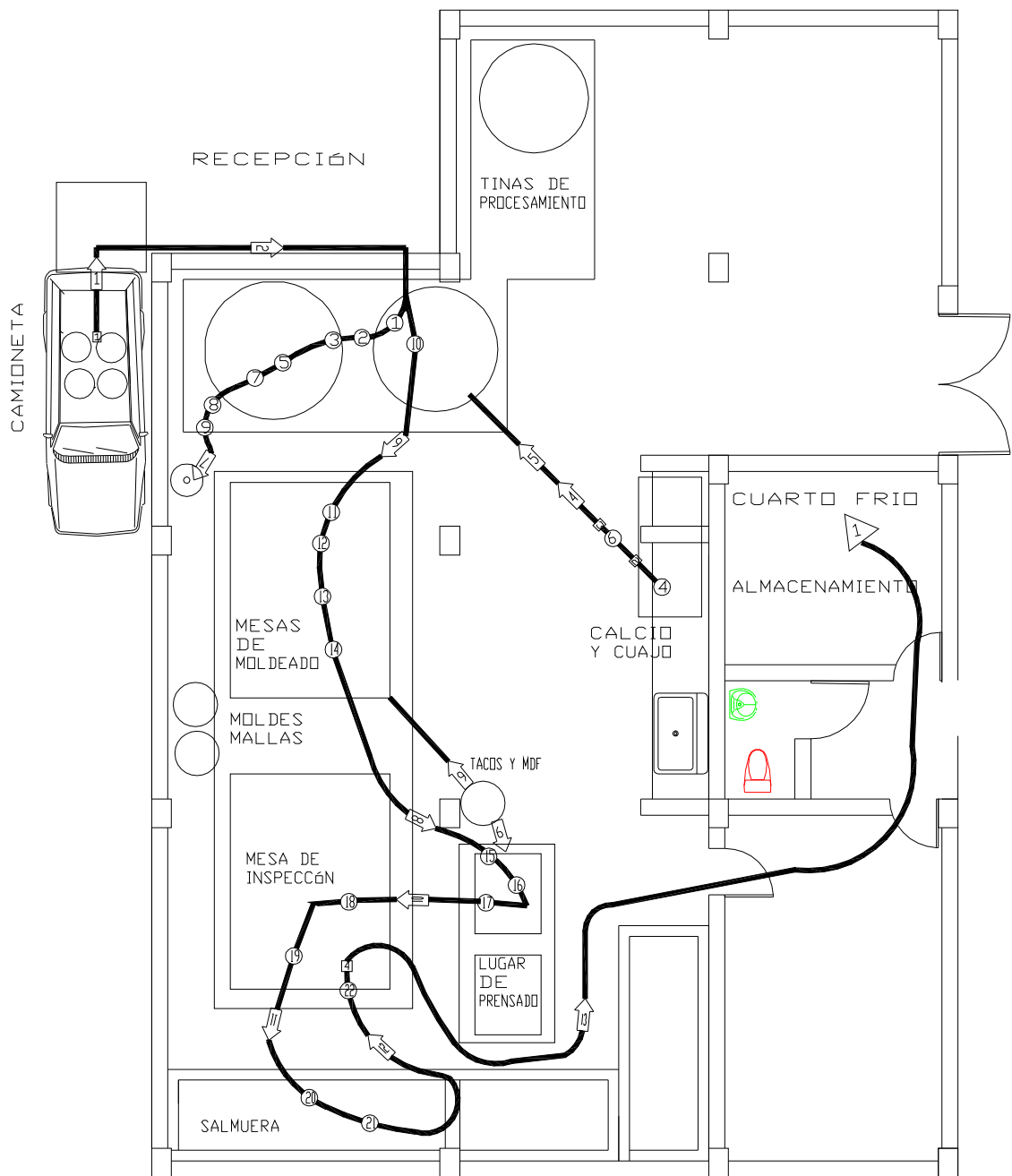


Figura 3.3 (Diagrama propuesto de recorrido del proceso)

### 3.3.4. CAMBIOS PROPUESTOS

Para plantear mejoras es necesario considerar las respuestas obtenidas en el estudio, las cuales conducen a la toma de decisiones en el proceso productivo.

En primer lugar se ha tomado la opción de remplazar una recepción manual que no cuenta con el suficiente tratamiento técnico para su transporte y está realizada en si por el esfuerzo físico de los obreros, por un sistema que se encarga por si solo de transportar la leche desde el lugar que llega hasta el sitio en donde va a ser procesada no teniendo ninguna etapa intermedia de la materia prima con lo que se logra eliminar la manipulación de esta, así como también se eliminaría el desperdicio.

Con el sistema planteado se logra eliminar transportes innecesarios, también se eliminan esperas que dejan de ser necesarias ya que el sistema se encarga automáticamente de verificar el sitio de destino de la materia prima y de su filtración reduciendo operaciones o disminuyendo el número de obreros a intervenir en dichas operaciones.

Luego se plantea eliminar el sacado del suero de las tinas por medio de baldes ya que este proceso implica la intervención de dos o tres obreros que proceden a sacar el suero y a llevarlo a una tina por donde saldrá del proceso y será eliminado, aquí como ya se cuenta con el sistema que ayuda al ingreso de la leche a las tinas la alternativa es sacar el suero por este mismo sistema, con la adición de tubería y electro válvulas el sistema se encarga de sacar y eliminar el suero, esto se realizara sin intervención de obreros y en forma más rápida.

Aquí se logra la eliminación de transportes que realizan los obreros para sacar balde a balde el suero y aun más esta operación deja completamente de ser realizada por los obreros.

Para la cuajada que es llevada hasta los moldes con la utilización de baldes por tres obreros y distribuida en la mesa poco a poco, se plantea un sistema que por si solo lleve la cuajada hasta la mesa en donde se encuentran los moldes y un obrero se encargara de ir colocando la manguera en el molde correspondiente conforme sea expulsada la cuajada por la bomba.

En este paso también se elimina un transporte que es más pesada y por ende que lleva más tiempo realizarlo para los obreros, siendo realizado por el sistema el cual solo necesitara de un obrero que vaya ubicando la salida de la cuajada en los moldes operación que será realizada en forma más rápida y precisa.

Al realizar el análisis del diagrama propuesto y compararlo con el actual se puede observar una considerable disminución de actividades así tenemos: De 24 operaciones se disminuye a 21 operaciones, de 17 transportes a 13 transportes, de 3 demoras se eliminaron todas, de 6 inspecciones se redujo a 4 y se conserva el almacenamiento.

Todas estas alternativas de cambio realizadas ayudan a un mejor proceso integro para la producción del queso, pero también el sistema que se encuentra controlado por medio de un PLC va indicando durante el proceso el momento que cada operación controlada

se cumple, y el inicio de una nueva operación, convirtiéndose el sistema en la guía para los obreros en el proceso y estos no deben estar controlando tiempos o estado del proceso que realizan, ya que es indicado y controlado por el PLC que funciona por medio de la estandarización de las operaciones que se están ejecutando en el proceso productivo.

### 3.3.5. RATIO DE OPERACIÓN

Se lo define como la relación entre la sumatoria de actividades productivas y la sumatoria de actividades totales, expresado como porcentaje.

#### PROCESO ACTUAL

$$RO = \frac{24}{51} = 0.4706 = 47.06\%$$

#### PROCESO PROPUESTO

$$RO = \frac{21}{39} = 0.5385 = 53.85\%$$

## **CAPITULO IV**

### **4. ANALISIS Y SELECCIÓN DE BOMBAS**

#### **4.1. SELECCIÓN DE BOMBA CENTRIFUGA.**

Al seleccionar una bomba para una aplicación dada, se debe considerar varios aspectos para seleccionar una bomba que opere con rendimiento relativamente alto para las condiciones de funcionamiento dadas.

Los parámetros que se deben investigar incluyen la velocidad específica, el tamaño (D) del impulsor y la velocidad de operación (n). Incluso, bajo ciertas condiciones, limitar el flujo en el sistema puede producir ahorros de energía.

El objetivo es seleccionar una bomba y su velocidad, de modo que las características de funcionamiento de la bomba en relación al sistema en el cual opera sean tales que el punto de funcionamiento esté cerca del punto de máximo rendimiento (PMR). Esto tiende a optimizar el rendimiento de la bomba, minimizando el consumo de energía.

Para seleccionar una bomba existe básicamente cinco pasos que son:

1. Realizar un diagrama de la disposición de la bomba, tubería y accesorios.
2. Estudiar las condiciones del líquido.

3. Elegir la clase y el tipo
4. Calcular la columna total.
5. Determinar la potencia de la bomba.

## **4.2. CÁLCULO Y CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE BOMBAS**

Luego de haber revisado las consideraciones necesarias y básicas para la selección de una bomba, y por tratarse de un líquido viscoso, se considera utilizar una bomba sanitaria centrifuga de acero inoxidable fácil de instalar y accesible para su inspección y mantenimiento.

### **4.2.1. TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y RECEPCIÓN**

De acuerdo a consideraciones de la fábrica y el dimensionado de la planta y sus equipos, se plantea el uso de un tanque de acero inoxidable con soportes en la parte inferior; las dimensiones del tanque son:

Altura de 60cm, ancho de 110cm, largo de 125cm; con capacidad de almacenamiento de 825 litros para luego ser transportados a las tinas donde se realizan los procesos de producción.

### 4.3. SELECCIÓN DE BOMBA PARA LECHE Y SUERO

#### 4.3.1. CALCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERIA.

De acuerdo a las necesidades de la empresa y requerimientos del proceso se desea trasportar leche con un caudal de 65 litros/min. ( $1.08 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg.}$ ).

Teniendo en cuenta que la leche es más viscosa que el agua, se desea que el flujo de transporte de la leche sea turbulento, teniendo en cuenta también que la misma debe conservar sus características principales, por lo que se considera que el número de Reynolds debe ser mayor a 2300.

La viscosidad dinámica de la leche es dos veces que la del agua y su densidad media es de 1.032 más pesada que el agua a 4° C de temperatura.

La viscosidad dinámica del agua según la temperatura en tabla se puede apreciar en el anexo 1.

Se tiene:

$$\Re_e = \frac{V}{\nu} * D$$



Donde:

$\Re_e$  : Numero de Reynols.

$V$  : Velocidad

$\vartheta$  : Viscosidad cinemática.

$$\vartheta = \frac{\nu}{\rho}$$

$\nu$  : Viscosidad dinámica.

$\rho$  : Densidad

$\Re_e = 25000$  (Asumido)

$$\nu_L = 2\nu_{H_2O}$$

$$\nu_L = 2(1.15 * 10^{-3}) \frac{Kg}{m.s}$$

$$\nu_L = 2.3 * 10^{-3} \frac{Kg}{m.s}$$

$$\rho = 1.032 * 10^3 \frac{Kg}{m^3}$$

$$\vartheta = \frac{2.3 * 10^{-3} \frac{kg}{m.s}}{1.032 * 10^3 \frac{kg}{m^3}}$$

$$\vartheta = 2.23 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

Cálculo de diámetro de tubería:

$$D = \frac{4Q}{\Re_e * \Pi * \vartheta}$$

$$D = \frac{(4 * 1.08 * 10^{-3} \frac{m^3}{s})}{(\Pi * 25000 * 2.23 * 10^{-6} \frac{m^2}{s})}$$

$$D = 0.02466m$$

$$D = 24.66mm$$

Con los cálculos realizados la tubería de impulsión o descarga a instalar en la recepción de la leche es de 25mm; teniendo en cuenta que el tubo de succión para cualquier clase de bomba nunca debe ser de un diámetro menor que la conexión de entrada de la bomba, esta debe ser en lo posible el doble del tamaño que la conexión de entrada de la misma. Por lo tanto la tubería debe ser mayor o igual a 40 milímetros.

Cálculo de pérdidas por fricción en la succión se tiene:

$$hf = f \left( \sum \frac{L}{D} \right) \frac{v^2}{2 * g} ; \text{ de energía en tuberías (Dancy Weisbach)}$$

f : Valor adimensional o constante de corrección

L: Longitud del tanque reservorio a la ubicación de la bomba figura 4-3.

D: Diámetro

V: Velocidad media

g: Valor de gravedad (9.81m/s<sup>2</sup>)

$$f = \frac{0.32}{64} \left( \frac{v}{\nu} \right)^{1/4} ; \text{ Para flujo turbulento (Blasius)}$$

Calculo de la velocidad media:

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{4(1.08 * 10^{-3}) \frac{m^3}{s}}{(\pi * 0.025^2) m^2}$$

$$v = 2.2 \frac{m}{s}$$

$$f = \frac{0.32}{64} \left( \frac{2.2}{0.025} \right)^{1/4}$$

$$f = 3.78 * 10^{-4}$$

$$hf = 3.78 * 10^{-4} \left( \frac{0.5}{0.025} \right) \left( \frac{2.2^2}{2 * 9.81} \right)$$

$$hf = 1.86 * 10^{-3} m$$



### 4.3.3. CALCULOS

Para la selección de la bomba adecuada; se lo hace en base, a la combinación de dos consideraciones tales como:

- Recomendaciones de ofertantes que provean unidades de características semejantes a las requeridas.
- Realizando un cálculo del sistema de bombeo para luego elegir la unidad adecuada de acuerdo a gráficas y catálogos.

Con el cálculo del diámetro de la tubería de descarga (25mm), además de saber que la leche va ha ser transportada a temperatura ambiente, es decir a 20° C, la altitud a elevar el líquido es de 120 centímetros que es relativamente pequeña, se requiere que la bomba tenga una eficiencia de 75% en tanto que sus revoluciones sea de 3450 rpm.

Se procede a los siguientes cálculos:

$$Q_s = 1.08 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$\gamma$ : Peso específico.

$$\gamma = \rho * g$$

Donde g es la gravedad.

$$\gamma = (1.032 * 10^3) * 9.81$$

$$\gamma = 10.123 * 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

Para calcular los factores de corrección  $C_E$ ,  $C_Q$  y  $C_H$  se realiza en base al anexo 2. Con 65 lpm. En la grafico se traza verticalmente hasta la intersección con la curva de 1.20 m; de este punto se proyecta horizontalmente a la viscosidad correcta en la curva para luego proyectar hacia arriba a la correspondiente curva de factor de corrección; que para el caso se tiene:

$$C_Q = 1$$

$$C_H = 1$$

$$C_E = 0.99$$

Las cantidades  $C_E$ ,  $C_H$  y  $C_Q$  son factores de corrección que se aplican para la eficiencia, columna y capacidad respectivamente.

La capacidad de leche requerida ( $Q_w$ ) =  $Q_v/C_Q$ ; donde  $Q_v$  es la capacidad en litros. Para esta bomba se tiene:

$Q_v = 65$  lpm; capacidad de la bomba a transportar leche en recepción.

$$Q_w = 65/1$$

$$Q_w = 65 \text{ lpm}$$

De igual manera se tendrá para la columna la leche =  $H_w = H_v/C_H$ ; donde  $H_v$  es la columna viscosa y se tendrá:

$$H_w = 1.20/1$$

$$H_w = 1.20$$

Hay que elegir por consiguiente una bomba que entregue 65 litros por minuto de leche a 1.20 m de columna con lo cual se obtiene la columna viscosa requerida así como la capacidad.

Con relación a los cálculos realizados la bomba elegida deberá operar a su eficiencia máxima en leche. Esta debe ser de 75 por ciento a 65 litros por minuto. Donde la eficiencia con líquido viscoso;  $E_v = E_w * C_w$ ;  $E_w$  = Eficiencia de la bomba y para este cálculo se tiene:

$E_w$ : Eficiencia de la bomba a operar.

$$E_w = 0.75 (0.99)$$

$$E_w = 0.7425$$

Es decir a una eficiencia de 74.25 por ciento.

El cálculo de la demanda de potencia de una bomba cuando se manejan líquidos viscosos esta dado por:

$$P_{OT} = \frac{\rho 3 Q_{VIS} 3 H_{VIS}}{\eta_{VIS}}$$

$$P_{OT} = \frac{(1.032 * 10^3)(1.08 * 10^{-3})1.60}{(76.2 * 0.74)}$$

$$P_{OT} = 0.032hp$$

La potencia mínima es de 0.032 hp debido a que la altura total a elevar no es grande, normalizando a bombas existentes en el mercado la potencia de la bomba es 1/4 hp. Es útil revisar los factores importantes para seleccionar los materiales que manejan determinados líquidos, en el Anexo 3 Tabla 1, se especifica algunas reglas generales para una adecuada selección de bombas centrifugas para líquidos diferentes, con pH variables de 0 a 14 se puede apreciar en el anexo 3 tabla 2, la leche se encuentra en el grupo de alimentos con un valor de pH de 6.3-6.6, en el Anexo 2 Tabla 1 indica que la bomba seleccionada puede contener accesorios normales.

#### **4.4. SELECCIÓN DE BOMBA PARA TRANSPORTE DE CUAJADA**

##### **4.4.1. CALCULO DEL CAUDAL**

El transporte de descarga de la cuajada desde las tinas a las mesas de moldeo se propone realizar con una tubería de acero inoxidable o PVC y manguera para transporte de alimentos flexible de 50 mm de diámetro, debido a que en la parte inferior de las tinas se tiene tubería para la salida de la misma de 60 mm. de diámetro; la densidad de esta



pasta blanda obtenida experimentalmente es de  $1.04 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  valor obtenido en base a varias repeticiones realizadas y el cálculo de su media aritmética para reducir errores.

La viscosidad dinámica es de  $1.24 \cdot 10^{-1} \text{ kg.m/s}$ , por condiciones de seguridad y para conservar la forma de la cuajada se requiere que el flujo sea laminar.

$$\Re_e = 2000 \text{ (Asumido)}$$

$$\nu = 1.24 \cdot 10^{-1} \frac{\text{kg}}{\text{m.s}}$$

$$\rho = 1.04 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\vartheta = \frac{1.24 \cdot 10^{-1} \frac{\text{kg}}{\text{m.s}}}{1.04 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\vartheta = 1.19 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$Q = \frac{\Pi \cdot \Re_e \cdot D \cdot \vartheta}{4}$$

$$Q = \frac{(\Pi \cdot 2000 \cdot 0.05 \cdot 1.19 \cdot 10^{-4})}{4}$$

$$Q = 9.35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

El caudal a fluir por la tubería es de  $9.35 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ , (9.35 litros/segundo) el cual es adecuado para el transporte de la misma y acorde con las necesidades de la empresa y su

proceso de producción. La longitud de transporte de la bomba es de 7.12 m, al calcular la de carga se tendrá.

$$f = \frac{64}{\Re_e} ; \text{ Para flujo laminar (Pause Ville)}$$

$$\Re_e = \frac{64}{2000}$$

$$f = 0.032$$

Cálculo de la velocidad media.

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{4 * (7 * 10^{-3})}{(\pi * 0.05)}$$

$$v = 0.178 \frac{m}{s}$$

Cálculo de pérdidas por fricción en la succión:

$$hf = f \left( \sum \frac{L}{D} \right) \frac{v^2}{2 * g}$$

$$hf = 0.032 \left( \frac{7.12}{0.05} \right) \left( \frac{0.178^2}{2 * 9.81} \right)$$

$$hf = 7.3 * 10^{-3} m$$

Con lo que se tiene una perdida de carga en succión por fricción de 7.3 milímetros en todo el paso de la cuajada, la tubería para el transporte adecuada es de 50 milímetros,

para la adaptación a esta se debe poner una reducción de 60 mm. a 50 mm. en el tramo de succión con lo que se demuestra que los cálculos realizados justifican su utilización.

#### 4.4.2. DIAGRAMA DE TRANSPORTE DE LA CUAJADA

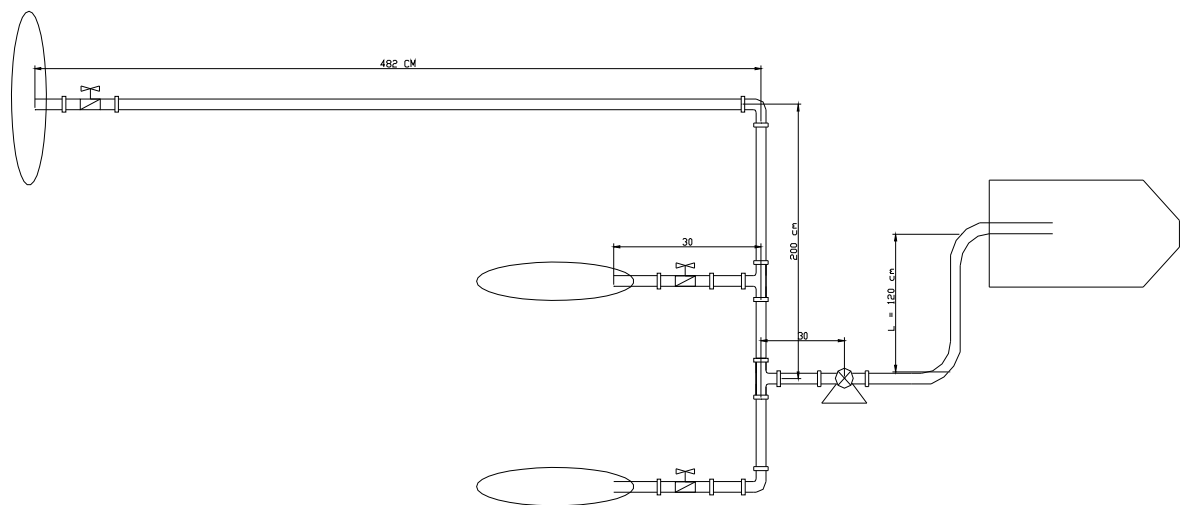


Figura 4.2. (Transporte de la cuajada)

#### 4.4.3. CALCULOS DE LA BOMBA

Considerando a la cuajada de la leche como una pasta aguda blanda en su etapa inicial, la selección de la bomba se puede resolver con una regla empírica teniendo en cuenta siempre que la cuajada contiene más sólidos que suero, se debe pensar en elegir una bomba para pasta blanda.

Las bombas centrífugas para pastas blandas agudas se utilizan para manipular sólidos definidos en una gran variedad de aplicaciones. En consecuencia, están sometidas a desgastes por erosión a causa del contacto entre las superficies húmedas de la bomba y las partículas de la pasta que se bombea.

Con el caudal de (9.3 lit/seg), y la tubería de 50 mm., esta pasta va a ser transportada a temperatura ambiente es decir entre 15° y 20° C; la altitud a elevar es de 1.15 m, se necesita que la bomba tenga una eficiencia del 80 % y el número de revoluciones de 1600 rpm.

Cálculo del peso específico de la cuajada:

$$\gamma = \rho * g$$

$$\gamma = (1.04 * 10^{-3})(9.81)$$

$$\gamma = 10.202 * 10^3 \frac{Kg}{m^3}$$

Al calcular los factores de corrección  $C_E$ ,  $C_Q$  y  $C_H$  se realiza en base al anexo 4. Con 9.3 lps. Se proyecta verticalmente hasta la intersección con la curva de 1.15m; de este punto se proyecta horizontalmente a la viscosidad correcta en la curva para luego proyectar hacia arriba a la correspondiente curva de factor de corrección; que para el caso se tiene:

$$C_Q = 1$$

$$C_H = 0.99$$

$$C_E = 0.96$$

Las cantidades  $C_E$ ,  $C_H$  y  $C_Q$  son factores de corrección que se aplican para la eficiencia, columna y capacidad respectivamente.

La capacidad de leche requerida ( $Q_w$ ) =  $Q_v/C_Q$ ; donde  $Q_v$  es la capacidad en litros. Para esta bomba se tiene:

$$Q_w = 9.3/1$$

$$Q_w = 9.3 \text{ lps}$$

De igual manera se tendrá para la columna la leche =  $H_w = H_v/C_H$ ; donde  $H_v$  es la columna viscosa:

$$H_w = 1.15/0.99$$

$$H_w = 1.16$$

Hay que elegir por consiguiente una bomba que entregue 9.3 litros por segundos de cuajada a 1.16 m de columna con lo cual se obtiene la columna viscosa requerida así como la capacidad.

Con relación a los cálculos realizados la bomba elegida deberá operar a su eficiencia máxima en cuajada. Esta debe ser del 80 por ciento a 9.3 litros por seg. La eficiencia con la pasta blanda;  $E_v = E_w * C_E$ ;  $E_w$  = Eficiencia de la bomba, se tiene:

$E_w$  = Eficiencia de la bomba a operar.

$$E_w = 0.80 \text{ (0.96)}$$

$$E_w = 0.768$$

Es decir una eficiencia del 76.8 por ciento.

El cálculo de la demanda de potencia de una bomba cuando se manejan líquidos viscosos esta dado por:

$$P_{OT} = \frac{\rho * Q_{VIS} * H_{VIS}}{\eta_{VIS}}$$

$$P_{OT} = \frac{(1.04 * 10^3)(9.3 * 10^{-3})1.45}{(76.2 * 0.80)}$$

$$P_{OT} = 0.23hp$$

La potencia mínima es de 0.23 hp debido a que la altura total a elevar no es grande, normalizando a bombas existentes en el mercado la potencia de la bomba es 1/4 hp.

## **CAPITULO V**

### **5. PLC' s**

#### **5.1. SIMULACIÓN DEL PROGRAMA**

Básicamente un programa lee las entradas del PLC si están a cero o a uno, procesa el programa almacenado, y en función de los resultados obtenidos activa o no unas salidas que a su vez accionarán actuadores como pueden ser: Electroválvulas, relés, señales, etc.

Un factor importante a considerar al ejecutar un programa es el Tiempo de SCAN principalmente en aplicaciones de gran capacidad.

Si se tiene un programa que lee el estado de una entrada y en función de su valor escribe un resultado en su salida, el PLC ejecuta el programa cíclicamente. Esto significa representado gráficamente lo siguiente:

1. Lee el estado de todas las entradas.
2. Ejecuta el programa de usuario.
3. Escribe el resultado en las salidas del PLC

El tiempo de Scan es el tiempo que tarda el PLC desde que inicia la lectura de las entradas hasta que escribe los resultados del programa de usuario en las salidas.

En aplicaciones no críticas en tiempo, esto carece de importancia pues se habla de unos pocos milisegundos en la mayoría de los casos, pero en aplicaciones rápidas, de funcionamiento crítico, o en programas muy extensos es un factor muy importante que puede desbaratar un proyecto en principio bien concebido. En este proyecto este tiempo no influirá en gran medida para su ejecución ya que este es poco extenso.

En el programa se utilizan 12 entrada que serán dadas por los sensores de nivel y pulsadores, y 13 salidas a bombas y electroválvulas, con lo que se tiene control de todo el proceso planteado en el proyecto.

#### 5.1.1. LISTA DE DIRECCIONES

<b>ELEMENTO</b>	<b>ABREVIATURA</b>	<b>DIRECCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
Arranque del programa	Encendido	000.15	Entrada
Finalización del programa	Apagado	000.14	Entrada
Pare de emergencia	Pare	000.00	Entrada
Extraer suero	ES	000.08	Entrada
Paso de cuajada	PC	000.09	Entrada
Sensor ingreso leche	SI	000.01	Entrada
Sensor máximo uno	SM1	000.02	Entrada
Sensor mínimo uno	SC1	000.03	Entrada
Sensor máximo dos	SM2	000.04	Entrada
Sensor mínimo dos	SC2	000.05	Entrada
Sensor máximo tres	SM3	000.06	Entrada
Sensor mínimo tres	SC3	000.07	Entrada
Bomba leche	B1	100.00	Salida
Bomba cuajada	B2	100.13	Salida



Válvula leche uno	V1	100.02	Salida
Válvula leche dos	V2	100.03	Salida
Válvula leche tanque uno	V3	100.04	Salida
Válvula leche tanque dos	V4	100.05	Salida
Válvula leche tanque tres	V5	100.06	Salida
Válvula suero uno	V6	100.07	Salida
Válvula suero dos	V7	100.08	Salida
Válvula suero tres	V8	100.09	Salida
Válvula cuajada tanque uno	V9	100.10	Salida
Válvula cuajada tanque dos	V10	100.11	Salida
Válvula cuajada tanque tres	V11	100.12	Salida

*Tabla 5.1 (Lista de direcciones)*

#### 5.1.2. PROGRAMA

Para la simulación de este proyecto se ha optado por realizarlo en lenguaje Syswin con el modelo CQM1.













## **5.2. UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS**



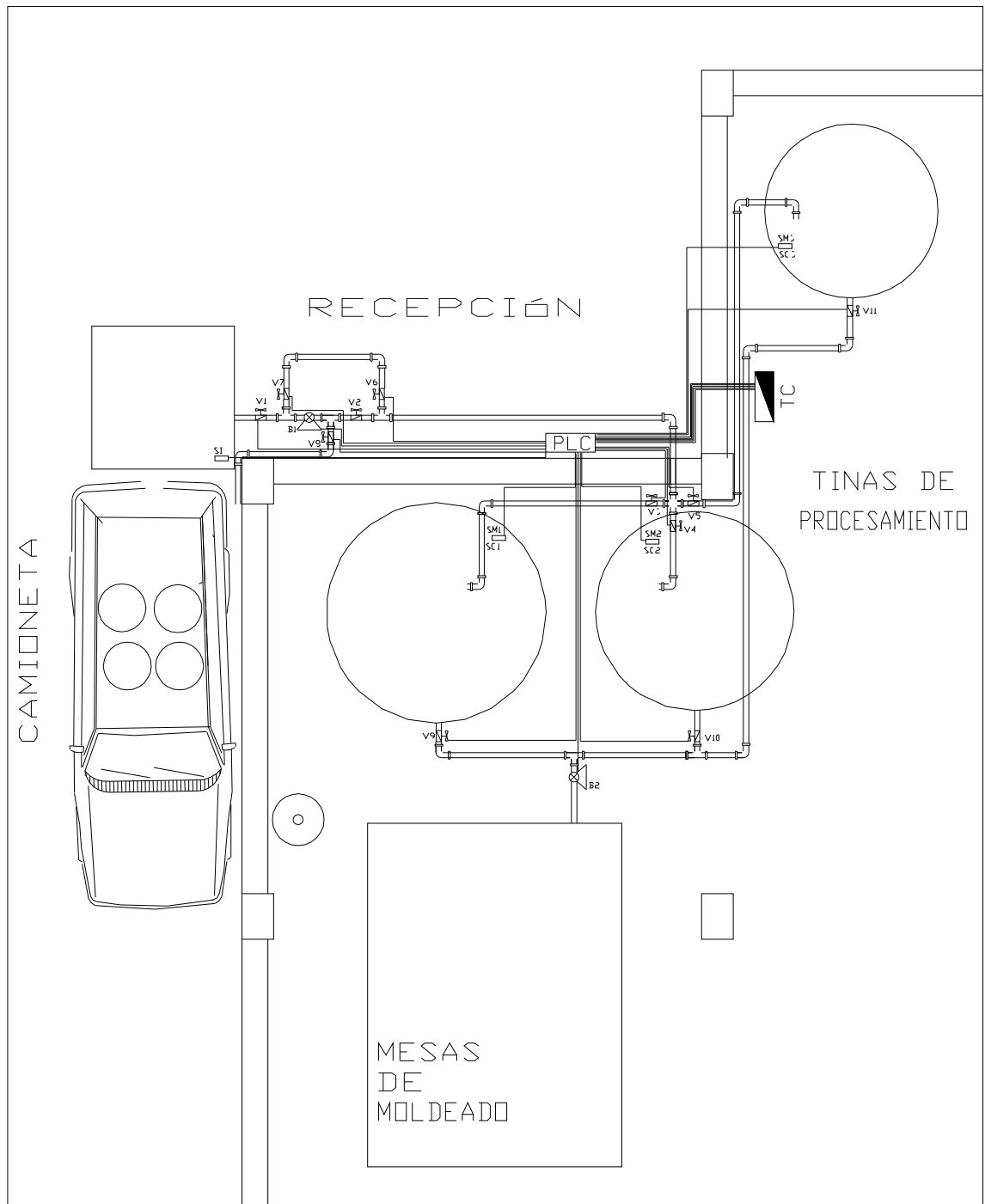


Figura 5.1. (Ubicación de los elementos)

### 5.3. TABLERO DE CONTROL

Para la operación del sistema en la planta se plantea un tablero de control, el cual cuenta con funciones básicas para las diferentes operaciones y sencillas con lo cual se tendrá un fácil ajuste de los obreros a su manejo, como son:

Encendido : Arranque del programa.

Apagado : Finalización del programa.

Pare de emergencia : Suspensión de las operaciones que se realizan.

Extraer suero : Extracción del suero en forma secuencial.

Paso de cuajada : Llevado de la cuajada a la operación siguiente.



Figura 5.2. (Tablero de control)

## CAPITULO VI

### 6. COSTOS

Uno de los factores importantes a considerar al concebir un proyecto es el real alcance económico que este pueda llegar a tener y por ende la factibilidad de su implementación en la empresa, razón por la cual al realizar el análisis económico del proyecto se cuenta con una visión clara de cuanto se debe invertir para su construcción.

Tomando en cuenta que cualquier mejora que se implemente en la empresa debe ser con el objetivo de crecer y mejorar en todos sus ámbitos, la empresa debe considerar todos estos gastos como una inversión que lleve a alcanzar la recuperación de lo invertido.

Para la implementación del proyecto en la empresa se necesitan los equipos y materiales que se detallan en la Tabla 6.1.

<b>TABLA DE MATERIALES Y EQUIPO</b>	
<b>Nº</b>	<b>NOMBRE</b>
1	PLC
2	Bombas
3	Sensores de nivel
4	Pulsadores
5	Electrodos
6	Codos
7	Tubería
8	T's
9	Cable
10	Cruz
11	Tina de acero

12	Electroválvulas
13	Filtro
14	Universales
15	Reducciones
16	Bobinas

*Tabla 6.1 (Tabla de Materiales y Equipo)*

Los costos de los materiales y equipo que se detallan en la Tabla 6.2., están tomados observando tanto la existencia en el mercado como los valores ofrecidos al público y las características que brindan.

<b>COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				
Nº	DESCRIPCIÓN	CANT.	V/. UNIT.	V/. TOTAL
1	PLC 18E-12S LG	1	322.96	322.96
2	PLC 36E-24S LG	1	660.08	660.08
3	PLC SIMATIC S7-200 14DI/10DO	1	380.00	380.00
4	Tarjeta de 8E/8S 24v CD	1	180.00	180.00
5	Control de nivel	4	50.82	203.28
6	Sensor de nivel para tres sondas	4	54.00	216.00
7	Electrodos	12	7.50	90.00
8	Pulsadores	5	3.60	18.00
9	Cable para PLC	2	34.55	69.10
10	Bomba 1 Hp, Acero inoxidable	1	585.00	585.00
11	Bomba ½ Hp, Acero inoxidable	2	460.00	920.00
12	Filtro 1 ½ Disco	1	139.00	139.00
13	Electroválvulas 25 mm.	7	430.00	3010.00
14	Electroválvulas 40 mm.	1	612.00	612.00
15	Electroválvulas 50 mm.	3	755.00	2265.00
16	Bobinas aprueba de chorro de agua	11	20.50	225.50
17	Codos RCP 25 mm.	10	0.25	2.50
18	Te RCP 25 mm.	2	0.30	0.60
19	Cruz RCP 25 mm.	1	4.50	4.50
20	Tubo RCP 25 mm.	3	2.79	8.37
21	Universales RCP ¾	2	2.00	4.00

22	Adaptadores RCP 25 mm.	4	0.14	0.56
23	Tubo RCP 50 mm.	2	8.00	16.00
24	Codo s RCP 50 mm.	3	1.20	3.60
25	Te RCP 50 mm.	2	1.10	2.20
25	Universal RCP 1 ½	1	2.15	2.15
27	Adaptadores RCP 50 mm.	2	2.15	4.30
28	Reducción 60x50	3	4.70	14.10
29	Manguera 1 ½ CA mts.	4	0.82	3.28
30	Reducciones 1 ½ x 1 ¼	2	1.04	2.08
31	Tina de acero inoxidable	1	1000.00	1000.00

*Tabla 6.2. (Costos de Materiales y Equipo)*

Considerando las características necesarias de los materiales y equipos para el proyecto y los costos obtenidos de los mismos, se obtiene la Tabla 6.3. que indica la inversión a realizar que es de \$9180.12 para adquirir todo lo necesario para la implementación del sistema.

<b>COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO</b>					
Nº	DESCRIPCIÓN	CANT.	V/. UNIT.	V/. TOTAL	
1	PLC SIMATIC S7-200 14DI/10DO	1	380.00	380.00	
2	Tarjeta de 8E/8S 24v CD	1	180.00	180.00	
3	Control de nivel	4	50.82	203.28	
4	Electrodos	12	7.50	90.00	
5	Pulsadores	5	3.60	18.00	
6	Cable para PLC	2	34.55	69.10	
7	Bomba ½ Hp, Acero inoxidable	2	460.00	920.00	
8	Filtro 1 ½ Disco	1	139.00	139.00	
9	Electroválvulas 25 mm.	7	430.00	3010.00	
10	Electroválvulas 40 mm.	1	612.00	612.00	
11	Electroválvulas 50 mm.	3	755.00	2265.00	
12	Bobinas aprueba de chorro de agua	11	20.50	225.50	
13	Codos RCP 25 mm.	10	0.25	2.50	
14	Te RCP 25 mm.	2	0.30	0.60	
15	Cruz RCP 25 mm.	1	4.50	4.50	
16	Tubo RCP 25 mm.	3	2.79	8.37	

17	Universales RCP $\frac{3}{4}$	2	2.00	4.00
18	Adaptadores RCP 25 mm.	4	0.14	0.56
19	Tubo RCP 50 mm.	2	8.00	16.00
20	Codo s RCP 50 mm.	3	1.20	3.60
21	Te RCP 50 mm.	2	1.10	2.20
22	Universal RCP 1 $\frac{1}{2}$	1	2.15	2.15
23	Adaptadores RCP 50 mm.	2	2.15	4.30
24	Reducción 60x50	3	4.70	14.10
25	Manguera 1 $\frac{1}{2}$ CA mts.	4	0.82	3.28
25	Reducciones 1 $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{4}$	2	1.04	2.08
27	Tina de acero inoxidable	1	1000.00	1000.00
		<b>TOTAL</b>		9180.12

*Tabla 6.3. (Materiales y Equipo Seleccionado)*

Para la selección del PLC se toma en cuenta el número de entradas que son de 12 y de salidas que son 13, y el tipo de PLC existente en el mercado como los costos que estos presentan. Analizando todos los puntos a considerara se elige el PLC SIMATIC S7-200 14DI/10DO con una Tarjeta de 8E/8S 24v CD con lo cual se cubre la capacidad de E/S requeridas para el sistema que se plantea en el proceso productivo.

También se debe considerar el costo que tendrá la mano de obra que se requiere para la instalación del sistema, los cuales están considerados en la Tabla 6.4

<b>MANO DE OBRA</b>		
Nº	PROFESIONAL	VALOR
1	Plomero	70.00
2	Ing. Electrónico	450.00
3	Ing. Industrial	450.00
	<b>TOTAL</b>	<b>970.00</b>

*Tabla 6.4. (Mano de Obra)*

Para el gasto de instalación de los equipos se considera el 15% del costo de los equipos incluye. Montaje, puesta en marcha, instrucción del personal y supervisión de la planta durante el periodo de normalización de las operaciones productivas.

El equipo adquirido tiene un valor de \$8900.00 y el 15% de este valor es \$1335.00 los que serán destinados a los costos de instalación.

**El costo total de la inversión que se debe realizar para la implementación del proyecto es de \$10515.00**

### **6.1. COSTO BENEFICIO**

Al realizar la implementación del proyecto se estima un aumento de la producción de 2300 litros diarios a 3640 litros diarios, debido a un mejor funcionamiento del proceso, mejora en el manejo de la materia prima y la reducción del tiempo. Alcanzando una producción mensual de 109200 litros es decir 22 940 quesos.

El margen de utilidad por queso es del 15%, y el costo del queso es de \$1.50; de donde se obtiene una ganancia de \$0.225.

La producción esperada es de 22940 en relación a la actual que es de 14500 por lo tanto se obtiene un aumento de 8440 quesos mensuales.

Con un incremento de 8440 quesos, con una utilidad de \$0.225 por queso se obtiene una utilidad de \$ 1900.00 mensuales.

También se debe considerar que la disminución de las actividades implica la reducción de 2 obreros, que su labor es remplazada en gran medida por el sistema planteado. Considerando que el sueldo actual de cada obrero es de \$150.00, se consigue una disminución de \$300.00 mensuales por concepto de sueldos.

Considerando el costo total de la implementación del proyecto la cual es \$10515.00 y tomando en cuenta las utilidades obtenidas más el ahorro logrado con la reducción de sueldos que dan \$2200.00 mensuales, se puede lograr la recuperación del capital invertido en un tiempo de cinco meses a partir de la puesta en marcha del sistema y a partir de ese plazo en adelante dando ganancias netas para la micro empresa.

## **6.2. ANÁLISIS DEL PROYECTO RESPECTO A OTRO SISTEMA**

Para el análisis del proyecto tomando en cuenta otro sistema alternativos se toma la opción de realizarlo con el programa LabView, como punto principal en el estudio se toma en cuenta el aspecto económico que debe realizar para la implementación del sistema con el programa y el equipo necesario para su instalación y funcionamiento.

Los valores que se presentan en la Tabla 6.5, incluyen únicamente el programa y materiales que se necesitan para el sistema, los cuales están reemplazando al PLC y sus



elementos, los valores del resto de los materiales y equipos como bombas, tuberías, accesorios, etc., son los mismos en los procesos por lo tanto conservan los valores para ambos sistemas.

<b>COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO CON LABVIEW</b>					
Nº	Código	DESCRIPCIÓN	CANT	V/. UNIT.	V/. TOTAL
1	776675-01	LabVIEW Application Builder for Windows 2000/NT/XP	1	2,395.00	2,395.00
2	777459-34	SCC-RLY01, 1-Channel SPDT Relay Module	4	55.00	220.00
3	777609-02	Din Rail Mounting Kit for Fieldpoint Bus Extender Cable	2	45.00	90.00
4	777833-01	FP-3000 Foundation Fieldbus H1 Module	1	1,095.00	1,095.00
5	777087-01	DAQCard-1200 Multi. I/O PC Card and NI-DAQ for Win 2000/NT/9x/MAC	1	765.00	765.00
			<b>TOTAL</b>		<b>\$4565.00</b>

*Tabla 6.5. (Materiales y Equipo con el programa LabView)*

<b>COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO CON PLC</b>				
Nº	DESCRIPCIÓN	CANT	V/. UNIT.	V/. TOTAL
1	PLC SIMATIC S7-200 14DI/10DO	1	380.00	380.00
2	Tarjeta de 8E/8S 24v CD	1	180.00	180.00
3	Control de nivel	4	50.82	203.28
4	Electrodos	12	7.50	90.00
5	Cable para PLC	2	34.55	69.10
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 922.38</b>

*Tabla 6.6. (Materiales y Equipo con PLC)*

Tomando en cuenta los valores obtenidos con el proceso empleando PLC que es de \$922.38 de la Tabla 6.6. y los valores obtenidos con LabView que alcanza los \$4565.00 de la Tabla 6.5., se observa una considerable diferencia de \$3642.62 entre uno y otro razón por la cual si se toma en cuenta el punto económico se determina que es más factible la implementación del proyecto con el PLC y sus elementos con los cuales ha sido planteado el proyecto.

Otro punto a evaluar entre los dos sistemas es la capacidad y alcance que se tendrá con su empleo, tomando en cuenta la necesidad que se tiene para el proyecto y el alcance de automatización que se a planteado lograr.

El PLC presenta características como menos tiempo empleado en la elaboración de proyectos ya que omite el esquema de contactos, gran capacidad de memoria, no requiere gran cantidad de materiales, mínimo espacio de ocupación, flexible, economía de mantenimiento y cuenta con la posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómatas o cambiar a otra que lo requiera.

El programa LabView es un sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos, es un programa de mucho poder donde se cuentan con librerías especializadas para manejos de DAQ, Redes, Comunicaciones, Análisis Estadístico, Comunicación con Bases de Datos útil para una automatización de una empresa a nivel total, esta basado en un nuevo sistema de programación gráfica, llamada lenguaje G se programa creando subrutinas en

módulos de bloques razón por la que necesita emplear más tiempo en su programación pero llega a ser confiable y requiere de elementos adicionales como tarjetas de adquisición de datos, Fieldpoints, etc.

Considerando las características que ofrecen los dos métodos posibles para la implementación del proyecto, se determina que cualquiera de ellos puede ser empleado proporcionando confiabilidad al proceso productivo y por lo tanto acoplándose perfectamente al sistema en general, pero al observar la capacidad y complejidad entre ellos es notorio que LabView supera al alcance que puede llegar a tener un PLC ya que este programa puede controlar un proceso productivo completo y brindar muchas funciones adicionales a dicho control, algo que con un solo PLC no se puede alcanzar. Pero este proyecto no está enfocado a una automatización completa de la planta la cual no es de gran capacidad en su función, sino se controla partes importantes del proceso a las que se ha enfocado tanto el estudio como la automatización.

Por los motivos expuestos entre los dos métodos y observando que el alcance del proyecto es limitado no total, se toma como opción el uso del PLC en el proyecto y es con este que se desarrolla y analiza el proyecto en su totalidad.



## **CAPITULO VII**

### **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. CONCLUSIONES**

- Al finalizar el estudio para la automatización de parte del proceso de producción del queso, se concluye que si es factible la implementación, ya que el proceso planteado a ser automatizado puede ser simulado.
- Con la puesta en práctica del proyecto se consigue la reducción de personal en operaciones que fueron simplificadas.
- Luego de realizar un análisis económico de las alternativas para la automatización del proceso se ha determinado que la opción del PLC es la adecuada.
- Con el proyecto se logra alcanzar un beneficio mensual de \$2.200,00 fruto del incremento en la producción.
- Con la utilización de nuevos y modernos materiales en el proceso, se logra la disminución de operaciones y actividades no productivas.
- El estudio para la implementación del proceso de automatización tiene como efecto una inversión económica inicial considerable a realizar para la adquisición de materiales y equipo, que es de \$10.515,00 dólares, de realizar la implementación inmediatamente.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la empresa la implementación inmediata del proyecto, ya que se logra modernizarla y así alcanzar mejor competitividad.
- Seleccionar al personal mejor capacitado de la empresa para designar los puestos idóneos de acuerdo a sus conocimientos y capacidades.
- Para el PLC tener en cuenta la capacidad ya determinada en el momento de su adquisición.
- Con los beneficios obtenidos desde la puesta en marcha del proyecto se puede ir cancelando paulatinamente la inversión realizada.
- Con la inclusión de nuevos materiales y equipo la empresa debe capacitar a los obreros en técnicas de control y manejo de los nuevos procesos.
- Tomando en cuenta la inversión a realizar se aconseja la adquisición total de materiales para la implementación completa del proyecto, para lo cual la empresa cuenta con la alternativa de realizar un préstamo a la institución del Feep con la cual trabaja de esta forma.

