



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESOS EN  
LA EMPRESA LÁCTEOS “LA ESENCIA” MEDIANTE HERRAMIENTAS  
DE MANUFACTURA ESBELTA”**

---

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, Materiales y Producción

**AUTOR:** Byron Roberto Maizancho Andrango

**TUTOR:** Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga Mg.

**Ambato - Ecuador**

**Marzo – 2021**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: “MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA LÁCTEOS “LA ESENCIA” MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA”, desarrollado bajo la modalidad: Proyecto de Investigación, por el señor Byron Roberto Maizancho Andrango, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, marzo 2021.



Firmado electrónicamente por:  
**ISRAEL ERNESTO  
NARANJO  
CHIRIBOGA**

-----  
Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.  
**TUTOR**

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA LÁCTEOS “LA ESENCIA” MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA” es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2021.



Byron Roberto Maizancho Andrango

CC: 180486507-7

AUTOR

## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Byron Roberto Maizancho Andrango, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado “MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA LÁCTEOS “LA ESENCIA” MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, marzo 2021.



Firmado electrónicamente por:  
**ELSA PILAR  
URRUTIA**

-----  
Ing. Pilar Urrutia, Mg.  
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:  
**FRANKLIN  
GEOVANNY TIGRE  
ORTEGA**

-----  
Ing. Franklin Tigre, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR



Firmado electrónicamente por:  
**DAYSI MARGARITA  
ORTIZ GUERRERO**

-----  
Ing. Daysi Ortiz, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2021.



Byron Roberto Maizancho Andrango

CC: 180486507-7

AUTOR

## DEDICATORIA

*Dedico este logro principalmente a Dios, por ser el centro y fundamento durante todo el trayecto de mi vida, por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente, por esta y todas las bendiciones recibidas, por la salud, la sabiduría, la perseverancia y la manera de encaminarme hacia mis metas.*

*A mis padres Roberto y Nely por su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos, por sus consejos y reprensiones, por su comprensión, por haberme enseñado que los logros se alcanzan con esfuerzo y dedicación, y haber depositado en mí su confianza para luchar por mis objetivos.*

*A mis hermanos Jéssica, Noemi, David y Ruth por su compañía incondicional y a todos mis amigos y familiares que me han brindado su apoyo y palabras de aliento durante toda mi formación académica.*

*Finalmente hago la dedicación de este logro a mi persona, porque estoy orgulloso de ser quien soy, y a pesar de los altibajos presentados he alcanzado el sueño que un día plasme en una hoja de papel.*

*Byron Roberto Maizancho Andrango*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de transitar por esta etapa de formación académica y poder alcanzar una meta más en la vida.*

*A mis padres por brindarme su apoyo y el esfuerzo que hacen para ver triunfar a sus hijos, de la misma manera agradezco infinitamente al resto de mi familia por ser la razón y la motivación en todos los aspectos de mi vida.*

*A mi querida Universidad y Facultad que me abrió las puertas para formarme profesionalmente, así también a mis profesores y compañeros que fueron partícipes y parte fundamental durante mi periodo de formación académica, a todos agradezco infinitamente.*

*A los propietarios de la empresa “LA ESENCIA”, por su amabilidad y permitirme realizar el presente trabajo de grado.*

*Finalmente agradezco a mi tutor Ing. Israel Naranjo por ayudarme con sus conocimientos y su disposición durante el desarrollo de este trabajo de investigación.*

*Byron Roberto Maizancho Andrango*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xix
SUMMARY .....	xx
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 Tema de investigación.....	2
1.2 Antecedentes investigativos .....	2
1.2.1 Contextualización del problema .....	2
1.2.2 Estado del arte.....	4
1.2.3 Justificación .....	6
1.2.4 Fundamentación teórica.....	7
Estudio de tiempos.....	7
Número de observaciones .....	7
Valoración del ritmo de trabajo .....	7
Cálculo del tiempo normal o básico .....	8



Cálculo de holguras o suplementos .....	9
Tiempo tipo o estándar .....	10
Capacidad de producción.....	10
Origen de la metodología Manufactura Esbelta .....	10
Manufactura Esbelta .....	11
Estructura de Manufactura Esbelta .....	11
Mudas o desperdicios.....	12
Herramientas de Manufactura Esbelta .....	13
Herramientas de diagnóstico.....	13
Mapa de flujo de valor (VSM).....	13
Parámetros para el VSM .....	14
Beneficios de aplicar un VSM.....	14
Herramientas operativas .....	15
Metodología 5'S .....	15
SMED .....	15
Trabajo estandarizado .....	15
TPM .....	16
Control visual.....	17
Kanban .....	17
Heijunka.....	17
Balanceo de líneas de producción.....	17
Herramientas de seguimiento.....	18
KPI.....	18
Kaizen .....	19
Jidoka.....	19
1.3 Objetivos .....	19
1.3.1 Objetivo general.....	19

1.3.2 Objetivos específicos .....	19
CAPÍTULO II .....	20
METODOLOGÍA .....	20
2.1 Materiales .....	20
2.2 Metodología.....	21
2.2.1 Modalidad de investigación .....	21
2.2.2 Población y muestra.....	22
2.2.3 Recolección de información .....	23
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.....	23
CAPÍTULO III.....	25
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	25
3.1.1 La empresa.....	25
3.1.2 Situación actual de la empresa.....	29
3.1.3 Proceso productivo de elaboración de queso fresco .....	31
3.1.4 Descripción de las operaciones.....	34
3.1.5 Análisis del método actual de producción de queso fresco .....	48
3.1.6 Estudio de tiempos.....	58
3.1.7 Capacidad de producción.....	70
3.1.8 Manufactura Esbelta para el proceso productivo.....	76
3.1.9 Etapa 1: Diagnóstico .....	76
3.1.9.1 Mapa de cadena de valor (VSM) actual del proceso .....	76
3.1.9.2 Identificación de los desperdicios (mudas).....	81
3.1.10 Etapa 2: Selección de las herramientas de manufactura esbelta .....	87
3.1.11 Etapa 3: Aplicación teórica de las herramientas de manufactura esbelta	91
3.1.11.1 Balanceo de líneas para nivelar la carga de trabajo .....	91
3.1.11.2 Herramienta 5'S para el control del desperdicio de movimientos.....	110
3.1.11.3 Trabajo estandarizado .....	141

3.1.12 Costos de implementación .....	151
3.1.13 VSM propuesto para el proceso productivo de queso fresco.....	152
3.1.14 Simulación del proceso productivo de queso fresco de “La Esencia”...	154
CAPÍTULO IV .....	163
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	163
4.1 Conclusiones .....	163
4.2 Recomendaciones .....	165
C. MATERIALES DE REFERENCIA .....	166
BIBLIOGRAFÍA .....	166
ANEXOS .....	170
Anexo 1: Formato de la entrevista al gerente propietario de la empresa .....	170
Anexo 2: Formato de la entrevista a los operarios .....	171
Anexo 3: Formato del levantamiento de información del proceso productivo ....	172
Anexo 4: Formato para la toma de tiempos.....	173
Anexo 5: Formato para codificación de elementos o actividades .....	173
Anexo 6: Formato para estudio de tiempos.....	174
Anexo 7: Formato para análisis de suplementos .....	174
Anexo 8: Formato selección de herramienta de manufactura esbelta .....	175
Anexo 9: Formato auditoría 5’S .....	175
Anexo 10: Formato tarjeta roja .....	176
Anexo 11: Procesamiento de datos en el modelo de simulación actual .....	176
Anexo 12: Procesamiento de datos en el modelo de simulación propuesta.....	178
Anexo 13: Formato excel para exportar datos de salida de Flexsim.....	179
Anexo 14: Muestras del historial de ventas de productos.....	180
Anexo 15: Layout de la instalación de la línea de producción de queso fresco...	180
Anexo 16: Diagrama de recorrido de material en el proceso productivo.....	180

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Símbolos para la elaboración de un VSM .....	14
<b>Tabla 2:</b> Materiales utilizados para la investigación.....	20
<b>Tabla 3:</b> Datos de la empresa lácteos “La Esencia” .....	28
<b>Tabla 4:</b> Productos que ofrece lácteos “La Esencia” actualmente .....	28
<b>Tabla 5:</b> Distribución de la planta de la empresa lácteos “La Esencia” .....	33
<b>Tabla 6:</b> Cursograma analítico de material, del proceso de elaboración de queso fresco .....	54
<b>Tabla 7:</b> Resumen cursograma analítico, elaboración de queso fresco.....	57
<b>Tabla 8:</b> General Electric Company para número de observaciones .....	59
<b>Tabla 9:</b> Cálculo el número de observaciones empresa de lácteos “La Esencia” .....	59
<b>Tabla 10:</b> Codificación de los elementos del área de preparación.....	60
<b>Tabla 11:</b> Codificación de los elementos del área de moldeo.....	61
<b>Tabla 12:</b> Codificación de los elementos del área de prensado .....	61
<b>Tabla 13:</b> Codificación de los elementos del área de salmuera .....	62
<b>Tabla 14:</b> Codificación de los elementos del área de almacenado.....	62
<b>Tabla 15:</b> Cálculo de suplementos para el área de preparación .....	64
<b>Tabla 16:</b> Cálculo de tiempo estándar, operación de pasteurización .....	64
<b>Tabla 17:</b> Cálculo de tiempo estándar, operación de enfriado.....	65
<b>Tabla 18:</b> Cálculo del tiempo estándar operación de coagulación.....	65
<b>Tabla 19:</b> Cálculo de suplementos área de moldeo.....	66
<b>Tabla 20:</b> Cálculo de tiempo estándar, operación de moldeado .....	66
<b>Tabla 21:</b> Cálculo de suplementos área de prensado .....	67
<b>Tabla 22:</b> Cálculo de tiempo estándar, operación de prensado.....	67
<b>Tabla 23:</b> Cálculo de suplementos, área de salmuera .....	68
<b>Tabla 24:</b> Cálculo de tiempo estándar para la operación de lavado .....	68
<b>Tabla 25:</b> Cálculo de suplementos, área de almacenado.....	69
<b>Tabla 26:</b> Cálculo de tiempo estándar, operación de empaque.....	69
<b>Tabla 27:</b> Cuadro de resumen del tiempo estándar (Ts) total de cada operación .....	70
<b>Tabla 28:</b> Tiempo estándar actual por lote, operación de lavado .....	73
<b>Tabla 29:</b> Tiempo estándar actual por lote, operación de empaque .....	73

<b>Tabla 30:</b> Capacidad de producción estándar y real actual de la empresa “La Esencia”, en su línea de quesos .....	74
<b>Tabla 31:</b> Parámetros considerados en el VSM actual del proceso de elaboración de queso fresco.....	77
<b>Tabla 32:</b> Análisis 5 ¿Por qué? para identificar la causa raíz del desperdicio “espera” .....	82
<b>Tabla 33:</b> Análisis 5 ¿Por qué? para identificar la causa raíz del desperdicio "Movimiento".....	84
<b>Tabla 34:</b> Impacto de las mudas o desperdicios en las distintas operaciones.....	86
<b>Tabla 35:</b> Relación de las mudas o desperdicios con las posibles acciones y herramientas a aplicar .....	88
<b>Tabla 36:</b> Matriz de factores ponderados para el desperdicio de esperas/tiempos muertos.....	90
<b>Tabla 37:</b> Matriz de factores ponderados para el desperdicio de movimientos.....	90
<b>Tabla 38:</b> Matriz de factores ponderados para el desperdicio de transportes.....	91
<b>Tabla 39:</b> Asignación de responsabilidades a los entes inmersos en el proceso productivo .....	92
<b>Tabla 40:</b> Secuencia de tareas para elaborar el queso fresco de 750 gramos.....	93
<b>Tabla 41:</b> Reglas de la distribución heurística para la asignación de tareas .....	95
<b>Tabla 42:</b> Número de tareas subsecuentes .....	95
<b>Tabla 43:</b> Asignación de las tareas a las estaciones de trabajo considerando el tiempo ciclo.....	96
<b>Tabla 44:</b> Propuesta de las estaciones de trabajo con sus respectivas tareas .....	97
<b>Tabla 45:</b> Tiempo manual llevado a cabo en la operación de salado.....	101
<b>Tabla 46:</b> Número de operarios por estación de trabajo .....	102
<b>Tabla 47:</b> Propuesta para la auditoría del balanceo de líneas .....	108
<b>Tabla 48:</b> Auditoría inicial de las 5'S .....	111
<b>Tabla 49:</b> Resumen de la evaluación de las 5'S.....	113
<b>Tabla 50:</b> Tarjeta roja para la aplicación del Seiri .....	118
<b>Tabla 51:</b> Modelo de registro para tarjetas rojas aplicadas.....	119
<b>Tabla 52:</b> Criterios para la asignación de ubicaciones.....	120
<b>Tabla 53:</b> Asignación de zona de almacenamiento para moldes .....	121
<b>Tabla 54:</b> Situación actual y propuesta de los elementos de limpieza .....	122

<b>Tabla 55:</b> Propuesta para la ubicación de los equipos de protección (Delantales) .	123
<b>Tabla 56:</b> Propuesta de identificación visual de las áreas destinadas para el almacenamiento.....	124
<b>Tabla 57:</b> Delimitación de las áreas de trabajo .....	124
<b>Tabla 58:</b> Propuesta, señalética de riesgos laborales .....	125
<b>Tabla 59:</b> Manual de limpieza (Equipos).....	129
<b>Tabla 60:</b> Manual de limpieza (herramientas y utensilios).....	130
<b>Tabla 61:</b> Manual de limpieza (Pisos) .....	131
<b>Tabla 62:</b> Ejemplo de registro para la asignación de actividades de limpieza.....	133
<b>Tabla 63:</b> Ejemplo de registro para el cumplimiento de las S .....	136
<b>Tabla 64:</b> Ejemplo de propuesta de registro de cumplimiento Seiri.....	138
<b>Tabla 65:</b> Ejemplo de propuesta de registro de cumplimiento Seiton .....	139
<b>Tabla 66:</b> Ejemplo de propuesta de registro de cumplimiento Seiso.....	140
<b>Tabla 67:</b> Formato de trabajo estandarizado para la estación III y IV del proceso de queso fresco.....	143
<b>Tabla 68:</b> Hoja de trabajo estandarizado, estación III y IV del proceso de elaboración de queso fresco en “La Esencia” .....	146
<b>Tabla 69:</b> Hoja de procedimiento para la operación de salado y empaclado de queso fresco.....	147
<b>Tabla 70:</b> Costos tentativos de implementación de la propuesta .....	151
<b>Tabla 71:</b> Objetos de Flexsim usados para la simulación .....	154
<b>Tabla 72:</b> Resultado del modelo actual y propuesto durante 3 semanas.....	157
<b>Tabla 73:</b> Comparación Método teórico vs simulado .....	160

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Escala de valoración británica para el ritmo de trabajo .....	8
<b>Figura 2:</b> Tabla de suplementos por descanso de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).....	9
<b>Figura 3:</b> Estructura de la "Casa del Sistema de Producción Toyota" .....	11
<b>Figura 4:</b> Partes principales en una cartografía del VSM .....	13
<b>Figura 5:</b> Instalaciones de la empresa de productos lácteos “La Esencia” .....	25
<b>Figura 6:</b> Localización geográfica fábrica “La Esencia”, imagen de Google maps .	26
<b>Figura 7:</b> Estructura organizacional de la empresa de lácteos “La Esencia” .....	27
<b>Figura 8:</b> Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso fresco .....	31
<b>Figura 9:</b> Área de recepción de materia prima.....	33
<b>Figura 10:</b> Área de preparación .....	33
<b>Figura 11:</b> Área de moldeo .....	33
<b>Figura 12:</b> Área de prensado.....	33
<b>Figura 13:</b> Área de salmuera.....	33
<b>Figura 14:</b> Área de almacenado .....	33
<b>Figura 15:</b> Control de calidad en la recepción de la leche .....	34
<b>Figura 16:</b> Transporte de la leche desde los carros hasta la olla de cocción.....	35
<b>Figura 17:</b> Agitador listo para iniciar el proceso .....	35
<b>Figura 18:</b> Tuberías de flujo de vapor y de agua .....	36
<b>Figura 19:</b> Termómetro colocado para la inspección de temperatura.....	36
<b>Figura 20:</b> Etapa de pasteurización.....	37
<b>Figura 21:</b> Llave de flujo de agua .....	37
<b>Figura 22:</b> Adición de cuajo a la leche .....	38
<b>Figura 23:</b> Leche en espera de formación de cuajada.....	38
<b>Figura 24:</b> Corte de la cuajada (Lira tipo haba) .....	39
<b>Figura 25:</b> Batido de la cuajada .....	39
<b>Figura 26:</b> Cuajada en reposo, formación de suero .....	40
<b>Figura 27:</b> Proceso de desuerado o retiro del suero .....	40
<b>Figura 28:</b> Limpiado de manguera mediante vapor. ....	41
<b>Figura 29:</b> Llenado de la mesa de trabajo con cuajada. ....	41
<b>Figura 30:</b> Desuerado.....	42

<b>Figura 31:</b> Nivelar la cuajada.....	42
<b>Figura 32:</b> Volteado de moldes de queso.....	43
<b>Figura 33:</b> Proceso de enmallado de quesos .....	43
<b>Figura 34:</b> Proceso de colocar los quesos en la prensa.....	44
<b>Figura 35:</b> Colocar los tacos encima de los moldes.....	44
<b>Figura 36:</b> Prensado de los quesos.....	45
<b>Figura 37:</b> Volteado de moldes para un segundo prensado .....	45
<b>Figura 38:</b> Inserción de los quesos en la salmuera.....	46
<b>Figura 39:</b> Salado de quesos en la salmuera .....	46
<b>Figura 40:</b> Almacenado de quesos en estantes .....	47
<b>Figura 41:</b> Empacado de los quesos.....	47
<b>Figura 42:</b> Cursograma sinóptico del proceso de elaboración de queso fresco .....	52
<b>Figura 43:</b> Tiempo estándar empleado en cada operación.....	70
<b>Figura 44:</b> Tiempo de espera generado por el cuello de botella.....	75
<b>Figura 45:</b> VSM actual del proceso productivo de elaboración de queso fresco en "La Esencia" .....	78
<b>Figura 46:</b> Representación tiempo de ciclo actual vs el takt time .....	80
<b>Figura 47:</b> Muda o desperdicio de espera de producto y de estación de trabajo .....	81
<b>Figura 48:</b> Desorganización que provoca la muda o desperdicio por movimiento ..	83
<b>Figura 49:</b> Prensado de los quesos, genera transportes.....	85
<b>Figura 50:</b> Porcentaje de afectación causada por los desperdicios en el proceso .....	86
<b>Figura 51:</b> Diagrama de precedencia de la elaboración de queso fresco .....	94
<b>Figura 52:</b> Balanceo de líneas propuesto .....	97
<b>Figura 53:</b> Tiempo de ciclo propuesto para cada estación de trabajo.....	97
<b>Figura 54:</b> Análisis tiempo de ciclo de balanceo y tiempo takt o de demanda.....	98
<b>Figura 55:</b> Comparación de la eficiencia actual y propuesta .....	99
<b>Figura 56:</b> Opción balanceo de líneas número de operaciones:.....	103
<b>Figura 57:</b> Introducción de tiempos y actividades predecesoras .....	104
<b>Figura 58:</b> Introducción de requerimientos, tiempo disponible y unidades a manejar. .....	104
<b>Figura 59:</b> Resultados del balanceo de líneas en POM.....	105
<b>Figura 60:</b> Estaciones propuestas por POM para Windows .....	106
<b>Figura 61:</b> Distribución del tiempo ciclo para estaciones.....	106



<b>Figura 62:</b> Escalera del procedimiento de las 5' .....	110
<b>Figura 63:</b> Evaluación del cumplimiento de los 5'S .....	114
<b>Figura 64:</b> Colocación de la tarjeta roja en los objetos innecesarios .....	119
<b>Figura 65:</b> Almacenamiento de moldes actual.....	121
<b>Figura 66:</b> Almacenamiento de moldes propuesto .....	121
<b>Figura 67:</b> Situación actual de los útiles de aseo .....	122
<b>Figura 68:</b> Espacio propuesto para ubicar útiles de aseo .....	122
<b>Figura 69:</b> Situación actual de los delantales.....	123
<b>Figura 70:</b> Espacio propuesto para la ubicación de delantales .....	123
<b>Figura 71:</b> Situación actual, sin señalética.....	124
<b>Figura 72:</b> Propuesta, implementación de señalética.....	124
<b>Figura 73:</b> Situación actual sin delimitación .....	124
<b>Figura 74:</b> Propuesta, delimitar pisos .....	124
<b>Figura 75:</b> Situación actual, inexistencia de señalética de seguridad .....	125
<b>Figura 76:</b> Propuesta, colocar señalética de precaución .....	125
<b>Figura 77:</b> Residuos resultantes de moldear los quesos.....	127
<b>Figura 78:</b> Residuos presentes en el piso del lugar de trabajo .....	127
<b>Figura 79:</b> Olla de cocción con grasa.....	128
<b>Figura 80:</b> Propuesta del comité 5'S .....	133
<b>Figura 81:</b> Estrategias para apoyar al mantenimiento de la disciplina .....	137
<b>Figura 82:</b> Equipos de protección personal (EPP).....	143
<b>Figura 83:</b> Diagrama de flujo para el procedimiento de la operación de salado y empacado.....	145
<b>Figura 84:</b> Layout para el trabajo estandarizado.....	146
<b>Figura 85:</b> Aflojando la prensa .....	147
<b>Figura 86:</b> Retirando tacos.....	147
<b>Figura 87:</b> Traslado de los quesos en láminas .....	147
<b>Figura 88:</b> Quitar las mallas de los quesos e inspeccionar .....	148
<b>Figura 89:</b> Poner los quesos en la salmuera y acomodarlos .....	148
<b>Figura 90:</b> Colocar sal sobre los quesos .....	148
<b>Figura 91:</b> Quesos en la salmuera .....	149
<b>Figura 92:</b> Estantes de quesos.....	149
<b>Figura 93:</b> Empacado de los quesos.....	149

<b>Figura 94:</b> Quesos enfundados.....	149
<b>Figura 95:</b> VSM propuesto para el proceso productivo de queso fresco en "La Esencia" .....	153
<b>Figura 96:</b> Modelo de la situación actual del proceso productivo .....	155
<b>Figura 97:</b> Modelo de la simulación propuesta.....	156
<b>Figura 98:</b> Horario de trabajo para el diseño de los modelos de simulación .....	157
<b>Figura 99:</b> Capacidad de producción del modelo actual.....	158
<b>Figura 100:</b> Producto en proceso después del tiempo de ejecución (modelo actual) .....	158
<b>Figura 101:</b> Capacidad de producción del modelo propuesto.....	159
<b>Figura 102:</b> Producto en proceso después del tiempo de ejecución (modelo propuesto) .....	160
<b>Figura 103:</b> Resultados simulación vs método teórico .....	160
<b>Figura 104:</b> Eficiencia del proceso mediante el método teórico y la simulación ...	161

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación muestra una propuesta de mejora del proceso productivo perteneciente a la línea de queso fresco en la empresa “La Esencia”, mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta que se adaptan a la problemática permitiendo la reducción de los desperdicios encontrados a través de un uso eficiente de los recursos disponibles en la planta de producción.

Para el análisis de manufactura esbelta se ha considerado tres etapas: la primera, de diagnóstico que a través de VSM permite el análisis e identificación de desperdicios logrando de esta manera identificar las mudas; esperas o tiempos muertos entre lotes, movimientos innecesarios y transportes de material, en la segunda etapa mediante el método de factores ponderados se hace la selección de las herramientas para posteriormente en la tercera etapa realizar la aplicación de las mismas y determinar las mejoras que proporcionan al proceso de elaboración de queso fresco.

La propuesta de solución por su parte contempla un balanceo de líneas en donde se evidencia que la eficiencia del proceso productivo asciende de 64,10 a 93,48 por ciento, del mismo modo el tiempo inactivo o de espera se reduce considerablemente de 143,60 a 17,88 minutos por lote lo que ocasiona un aumento en su capacidad de producción de 6 a 7 lotes diarios considerando que cada lote consta de 140 quesos.

Por su parte la aplicación de las 5'S permite mantener un lugar limpio y ordenado mitigando los desperdicios de movimientos y transportes innecesarios, y la aplicación del trabajo estandarizado al proceso de salado y empacado el mismo que brinda un procedimiento de apoyo a los operarios y evita de esta manera la generación de desperdicios, finalmente mediante Flexsim se comprueba la propuesta.

**Palabras Claves:** Manufactura esbelta, queso, balanceo de líneas, 5'S, trabajo estandarizado, Flexsim.

## SUMMARY

The present research project shows a proposal for the improvement of the productive process belonging to the fresh cheese line in the company "La Esencia", through the use of lean manufacturing tools that adapt to the problem allowing the reduction of the waste found through an efficient use of the resources available in the production plant.

Three stages have been considered for the analysis of lean manufacturing: the first one, diagnostic, which through VSM allows the analysis and identification of waste, thus achieving the identification of changes in waiting or dead times between batches, unnecessary movements and transport of material. In the second stage, through the method of weighted factors, the selection of tools is made, and later in the third stage, the application of these tools is carried out and the improvements they provide to the process of making fresh cheese are determined.

The proposed solution contemplates a line balancing where it is evident that the efficiency of the production process increases from 64,10 to 93,48 percent, in the same way the idle or waiting time is considerably reduced from 143,60 to 17,88 minutes per batch, which causes an increase in its production capacity from 6 to 7 batches per day considering that each batch consists of 140 cheeses.

On the other hand the application of 5'S allows to maintain a clean and orderly place mitigating the wastes of unnecessary movements and transports, and the application of the standardized work to the process of salting and packing the same one that offers a procedure of support to the workers and avoids this way the generation of wastes, finally by means of Flexsim the proposal is checked.

**Keywords:** Lean manufacturing, cheese, line balancing, 5'S, standardized work, Flexsim

## INTRODUCCIÓN

“La Esencia” es una empresa dedicada a la manufactura de productos derivados de la leche, la misma que en su línea de queso fresco ha encontrado problemas causados por la intervención de ciertos desperdicios o mudas de producción en manufactura esbelta, por lo cual, se busca la aplicación de las herramientas inmersas en esta metodología que permitan la mitigación o eliminación de estos desperdicios dando paso a un buen aprovechamiento de los recursos con los que cuenta la empresa y con un ambiente laboral agradable.

Como bien se sabe los desperdicios vienen a conformar las actividades que no agregan valor al producto final, haciendo que estos malgasten recursos o no se logre el objetivo propuesto siendo este el caso de “La Esencia”, lo que incide en un aumento en los costos de producción, un desaprovechamiento de sus instalaciones y por ende que no se pueda cumplir con la demanda exigida mediante un óptimo uso del tiempo y mano de obra disponibles.

El uso de manufactura esbelta se encamina hacia el objetivo perseguido en este trabajo de investigación, conseguir una mejora en el proceso de elaboración de queso fresco, considerando que cada empresa es distinta y que las herramientas deben adaptarse a la necesidad que presenta la empresa en cuestión, permitiendo alcanzar los objetivos y satisfacer tanto al cliente interno como externo, ofertando un producto de calidad en el tiempo correcto, las cantidades requeridas y con el uso de los recursos necesarios.

El capítulo I se centra en la problemática actual presente en el proceso productivo, así como la justificación resaltando la importancia de efectuar la propuesta de solución, los antecedentes investigativos respecto al tema desarrollado, los objetivos que permitirán su cumplimiento y el respaldo teórico indispensable para el mismo.

El capítulo II hace mención a la metodología, se detallan los materiales utilizados, la modalidad de investigación y el análisis y procesamiento de información.

El capítulo III se centra en los resultados y discusión, en donde se desarrolla el tema propuesto mediante el cumplimiento secuencial de los objetivos planteados.

El capítulo IV se detallan las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 Tema de investigación**

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA LÁCTEOS “LA ESENCIA” MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

#### **1.2 Antecedentes investigativos**

##### **1.2.1 Contextualización del problema**

Debido al acelerado desarrollo y crecimiento de la población a nivel nacional y mundial y al auge de productos que se incorporan día a día en el mercado, las empresas se han visto en la necesidad de buscar nuevas estrategias competitivas que les permitan brindar a la sociedad productos o servicios de calidad mediante la máxima optimización de sus recursos, buscando satisfacer las exigencias del consumidor y a un costo accesible [1].

Por tal razón las empresas han incorporado a sus procesos, herramientas de ingeniería útiles como estudios de tiempos, gestión de procesos, rediseño y reestructuración de planta, Manufactura Esbelta entre otros, las que han permitido optimizar en gran medida los recursos que intervienen en el proceso de fabricación mediante la reducción de costos y desperdicios logrando que las empresas sean más competitivas [2].

Considerada como una de las filosofías más exitosas a nivel mundial y con diversos campos de aplicación, la Manufactura Esbelta ha ido evolucionando con el pasar del tiempo determinando su enfoque al mejoramiento de los procesos productivos, mediante la disminución de desperdicios, generando un ambiente de trabajo adecuado y elevando la calidad de los productos, a través de la eliminación de actividades que no agregan valor a la cadena de suministro [2].

Por otro lado, gran parte de la población del Ecuador especialmente en la región sierra se dedica a la producción de leche cruda, de acuerdo a datos del Centro de la Industria Láctea (CIL) en el 2018 se acopia diariamente cerca de 5'022.056 de litros de leche generados por pequeños y grandes productores, lo que hace que en el país se mueva aproximadamente USD 1.400 millones al año por la producción e industrialización de este producto, cifra que representa el 1,3% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y el 13,41% del PIB agropecuario [3].

Parte de esta producción proviene de la provincia de Tungurahua, que de acuerdo a estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2017, en la provincia se produce alrededor de 297.060 litros diarios que representan el 8% de la producción nacional [4].

En mención a lo anterior en la provincia de Tungurahua, el cantón Santiago de Píllaro es considerado como uno de los mayores productores de leche cruda del sector, y una de las zonas que alberga una gran cantidad de empresas que se dedican a la elaboración de productos a partir de la leche, que de acuerdo a los estudios existen alrededor de 28 industrias lácteas en el cantón, una de ellas es la empresa lácteos “La Esencia” [5].

En la empresa “La Esencia” la misma que se dedica a la elaboración de productos lácteos como quesos, yogurt y dulce de leche se han encontrado ciertos inconvenientes respecto a su cadena productiva, especialmente en el proceso de elaboración de queso fresco donde algunos de los desperdicios considerados en Manufactura Esbelta son notables, haciendo que los procesos se vuelvan lentos, no se pueda satisfacer la demanda a tiempo y el producto no tenga la calidad esperada, provocado por un uso ineficiente de los recursos disponibles.

Y aunque en los últimos años la empresa ha tenido una buena rentabilidad no ha logrado aprovechar al máximo la capacidad de sus instalaciones, por lo que la propuesta de Manufactura Esbelta ha sido un tema de interés para los dueños de lácteos “La Esencia” que se han visto interesados en evaluar su cadena productiva mediante la aplicación de herramientas de la ingeniería como una alternativa de solución a los problemas dentro de los procesos de producción, y que permitan obtener una mejora considerable en su crecimiento tanto competitivo como económico.

### 1.2.2 Estado del arte

En los últimos años la intención de las empresas de prevalecer en el mercado ha aumentado drásticamente, puesto que al surgir nuevas exigencias y competencias cada vez se convierte en un trabajo más difícil mantener el estatus frente a las demás compañías, este hecho ha obligado a muchas industrias a mostrar un interés por las herramientas de Manufactura Esbelta, adoptando su filosofía como modo de gestión en sus procesos, buscando mejorar sus utilidades y reducir costos mediante la disminución de actividades que no agregan valor al producto [6].

La Manufactura Esbelta ha ido evolucionando y ganando terreno con el paso de los años a partir de su aparición en el sector automovilístico en Toyota específicamente en los años de 1960. En la actualidad esta herramienta se ha adaptado fácilmente a cualquier tipo de industrias siendo el caso que grandes compañías a nivel internacional lo han incorporado a sus procesos productivos obteniendo mejoras significativas y un crecimiento satisfactorio [7].

En el estudio “Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing”, realizado por Vargas, Muratalla y Jiménez resalta la importancia de la aplicación de la manufactura esbelta para obtener una mejora continua de los sistemas de producción y crear un producto de calidad que mantenga satisfechos a los clientes [8].

Por otro lado, en el sector alimenticio cada vez son más las empresas que se suman a los beneficios que brindan las herramientas de Manufactura Esbelta, tal es el caso de una de las empresas más grandes de México dedicada a la manufactura de galletas, golosinas, pastas, cereales y otros productos alimenticios, que decidió implementar esta filosofía. Según TBM Consulting Group la industria presentaba exceso de inventario y demoras de tiempos de entrega y distribución, por lo que mediante la aplicación de eventos Kaizen y la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) se llevó a cabo la optimización y un mejor flujo del inventario así como una mejor organización de la línea de empaque, con esta implementación se logró un aumento considerable del 30 % de la productividad general y una reducción de tiempos muertos del 40%, disminuyendo drásticamente costos de mantenimiento y de reparación [9].



Otra de las grandes industrias alimenticias a mencionar es la estudiada por ICE Consultants la misma que da a conocer el caso de éxito de Gedesco Maheso que mediante la implementación de Manufactura Esbelta en sus líneas de fritura y pasta rellena, ha experimentado varios beneficios importantes como: mejora de la eficiencia de sus líneas de pasta y frituras en hasta un 10%, incremento de productividad en más de un 15% en pasta rellena y frituras, disminución de la merma en pasta rellena en un 60%, disminución de los costes productivos y la implantación de indicadores para la obtención de acciones de mejora continua [10].

Por su parte en las empresas dedicadas a la elaboración de productos lácteos, como se muestra en el estudio “Propuesta de mejoramiento a través de metodología lean y un programa de planeación de materiales para el proceso de yogurt de la empresa Lácteos Superior”, efectuado por Juliana Guarguati, se evidencia que mediante la aplicación de las 5’S y otros cambios efectuados en los procesos productivos, se ha logrado una disminución del tiempo de 572 a 382 minutos por lote, logrando un ahorro del 33,2% en el proceso de empaque y promoción de 6 unidades de yogurt en bolsa de 150 gramos [11].

En el Ecuador las empresas que se han interesado en las herramientas de Manufactura Esbelta se han dado cuenta que pueden incrementar su potencialidad de competencia drásticamente, tal es caso de la empresa estudiada por Benítez M. en su trabajo, “Diseño de un sistema de control de la producción, basado en la filosofía de Lean Manufacturing (Mapeo de la Cadena de Valor y Kaizen), de la línea de quesos: fresco y fresco light, para la empresa “La Holandesa”, en Puenbo.” la misma que después del análisis realizado ha logrado una disminución notable del tiempo total de producción [12].

Por otro lado, la mayor parte de las empresas ecuatorianas tienden a oponerse y resistirse al cambio que sugiere esta metodología, sin darse cuenta que la decisión de implementar esta herramienta genera más utilidades a la empresa garantizando un éxito rotundo ante la competencia y la permanencia de la misma a largo plazo, sin embargo, empresas dedicadas a la elaboración de lácteos dentro de la provincia de Tungurahua como la empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN” y APROLEQ, estudiadas por Benites R. y Beltrán A. respectivamente se han inmiscuido en el estudio de esta filosofía [13], [14].

### 1.2.3 Justificación

La presente investigación analiza la situación actual de la empresa “La Esencia” ubicada en el cantón Píllaro en la parroquia Marcos Espinel, dedicada a la elaboración de productos lácteos a través de la recolección de leche cruda de los sectores rurales del cantón. siendo un tema de **interés** para la organización buscar el mejoramiento continuo de su ambiente laboral con la aplicación de nuevos métodos de trabajo, optimizando recursos y reduciendo los tiempos muertos de producción.

En mención a lo anterior se considera **importante** asociar la Manufactura Esbelta a los procesos productivos de la empresa, ya que el propósito de esta metodología es que toda la organización se encamine hacia un mismo objetivo, mejorando sus utilidades, disminuyendo costos, enfocándose hacia las exigencias del cliente, llegando a ser más eficientes y mejorando su competitividad a su vez su permanencia en el mercado [15].

Las herramientas de Manufactura Esbelta influyen notablemente en el desempeño de las empresas debido que permite la reducción de sus costos de producción, un ambiente agradable para sus trabajadores y ser más competitivos en el sector comercial, obteniendo una mejor acogida en el mercado y una mejor rentabilidad, lo que la hace una herramienta muy **novedosa** para la organización en estudio [15].

El trabajo planteado a continuación otorgará un **beneficio** notable a toda la organización, empezando por los propietarios quienes notarán un mejor desempeño en sus procesos productivos y por ende una reducción en los costos de fabricación, a los obreros encargados de los procesos de producción puesto que al reducir los desperdicios generados, las actividades se volverán más rápidas y flexibles generando condiciones de trabajo más favorables, e indirectamente a los clientes pues el trabajo se verá reflejado en la calidad del producto final.

En la empresa lácteos “La Esencia” anteriormente si se han realizado estudios que han buscado mejorar áreas como el marketing y las ventas, pero no se han analizado la operabilidad de los procesos productivos, por lo que la **factibilidad** del proyecto dependerá únicamente del compromiso del analista y la disponibilidad del docente tutor especializado en el tema, en vista que existe apertura por parte del gerente propietario para el ingreso a la planta de producción de queso fresco a fin de llevar a cabo el estudio pertinente.

## **1.2.4 Fundamentación teórica**

### **Estudio de métodos**

Consiste en un conjunto de lineamientos y técnicas que permiten a las empresas buscar y tomar las mejores posibilidades de solución respecto a las problemáticas existentes dentro de los procesos productivos, mediante una conjugación adecuada de sus recursos materiales, humanos y económicos que a su vez permitan un incremento de su productividad [16].

### **Estudio de tiempos**

Técnica que indica el resultado cuantitativo del esfuerzo físico de un operador respecto al tiempo destinado para llevar a cabo una tarea específica siguiendo un método predeterminado, permitiendo de esta forma hallar el tiempo estándar de las operaciones necesarias para producir un artículo [16].

### **Número de observaciones**

Para garantizar la confiabilidad del estudio de tiempos y la medición del trabajo mediante cronómetro, es muy importante tener presente el número de observaciones a realizar en cada elemento analizado, esto con el fin de determinar el tiempo medio representativo a cada operación, para ello varios autores plantean diferentes procedimientos como los que se muestran a continuación [16]:

- Criterio de la General Electric
- Ábaco de Lifson
- Tabla Westinghouse
- Fórmulas estadísticas

Cada herramienta permite al analista llegar al objetivo deseado por lo que se puede hacer uso del procedimiento que mejor se adapte a cada necesidad, para este estudio el número de observaciones se lo ejecuta mediante el criterio de la General Electric.

### **Valoración del ritmo de trabajo**

Esta herramienta, así como la asignación de suplementos son muy importantes en un estudio de tiempos cuyo principal objetivo es hallar el tiempo tipo que permita a los administradores fijar el volumen de trabajo en cada puesto de operación [16].

La razón por la que se establece dicha valoración es para determinar el tiempo que un operador normal requiere para llevar a cabo una tarea específica, teniendo en claro que un operador normal se considera a un operador competente y experimentado que trabaje a un ritmo ni demasiado lento ni muy rápido sino en un término medio [16].

No existe método fijo universalmente para esta elección por lo que el analista deberá considerar una aproximación razonable al desempeño normal, sin embargo, la escala que mayormente se usa en los estudios de tiempos es propuesta por la Norma Británica que va de 0 a 150.

ESCALA DE VALORACIÓN BRITÁNICA		
Escala 0-100%	Descripción	Velocidad de marcha (km/hora)
0	Actividad nula.	0
50	Muy lento; movimientos torpes e inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés de trabajar.	3,2
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado al destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observen.	4,8
100 (Ritmo Tipo)	Operador activo, capaz, como de obrero calificado promedio, pagado a destajo, alcanza con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4
125	Muy rápido; el operador actúa con seguridad, destreza y coordinación de sus movimientos muy por encima del obrero calificado promedio.	8,0
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos de tiempo, sólo alcanzada por unos pocos trabajadores.	9,6

**Figura 1:** Escala de valoración británica para el ritmo de trabajo [17]

### **Cálculo del tiempo normal o básico**

El tiempo normal se considera al tiempo mínimo resultante del producto entre el tiempo promedio observado por el valor obtenido en la valoración de desempeño del operario la misma que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TN = TP * Vd(\%) \quad (1)$$

Donde:

TN= Tiempo normal o básico

TP= Tiempo promedio observado

Vd= Valoración del desempeño

### Cálculo de holguras o suplementos

En vista que ningún operador puede mantener su ritmo constante durante toda la jornada laboral y existe interrupciones en la ejecución de las tareas ya sea por necesidades personales, fatiga u otros retrasos inevitables se considera la asignación de holguras o suplementos como una medida que se añade al tiempo normal con el objetivo de determinar un tiempo estándar justo en el cual el trabajador pueda desempeñarse de manera razonable [18].

SUPLEMENTOS CONSTANTES			E. Condiciones atmosféricas		
Suplementos por	H	M	kata (milicalorías/cm2/segundo)		
Necesidades personales	5	7	16	0	
Suplementos base por fatiga	4	4	14	0	
SUPLEMENTOS VARIABLES			12	0	
A. Por trabajar de pie			2	4	
B. Por postura anormal			8	10	
Ligeramente incómoda	0	1	6	21	
Incómoda (inclinado)	2	3	5	31	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	4	45	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular			3	64	
Peso levantado por kilogramo			2	100	
2,5	0	1	F. Concentración intensa		
5	1	2	Trabajos de cierta precisión	M	F
7,5	2	3	Trabajos de precisión o fatigosos	0	0
10	3	4	Trabajos de gran precisión	2	2
12,5	4	6	G. Ruido		
15	5	8	Continuo	0	0
17,5	7	10	Intermitente y fuerte	2	2
20	9	13	Intermitente y muy fuerte	5	5
22,5	11	16	Estridente y fuerte	7	7
25	13	20 (máx)	H. Tensión mental		
30	17		Proceso bastante complejo	1	1
33,5	22		Proceso complejo	4	4
D. Mala iluminación			Proceso muy complejo	8	8
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	I. Monotonía		
Bastante por debajo	2	2	Trabajo algo monótono	0	0
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Figura 2: Tabla de suplementos por descanso de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)

Con el fin de asignar correctamente los suplementos para el cálculo del tiempo estándar es conveniente utilizar la tabla proporcionada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la misma que clasifica a los suplementos en dos grupos los variables y los constantes como se muestra en la (Figura 2).

### **Tiempo tipo o estándar**

Se define como tiempo estándar al tiempo requerido para que un operador calificado debidamente adiestrado trabajando a un ritmo tipo lleve a cabo una tarea [19]. El mismo que se obtiene mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Ts = TN * (1 + s) \quad (2)$$

Donde:

Ts= Tiempo tipo o estándar

TN= Tiempo normal o básico

s= Suplementos

### **Capacidad de producción**

La capacidad representa el volumen de producción o número de producto que puede almacenar o producir una instalación en un tiempo determinado, de esta manera se tiene una capacidad de diseño o la producción teórica de una planta en condiciones ideales, mientras que la capacidad efectiva es la que se espera alcanzar tomando en cuenta las restricciones de operatividad [20], y la real la que se observa en planta.

### **Origen de la metodología Manufactura Esbelta**

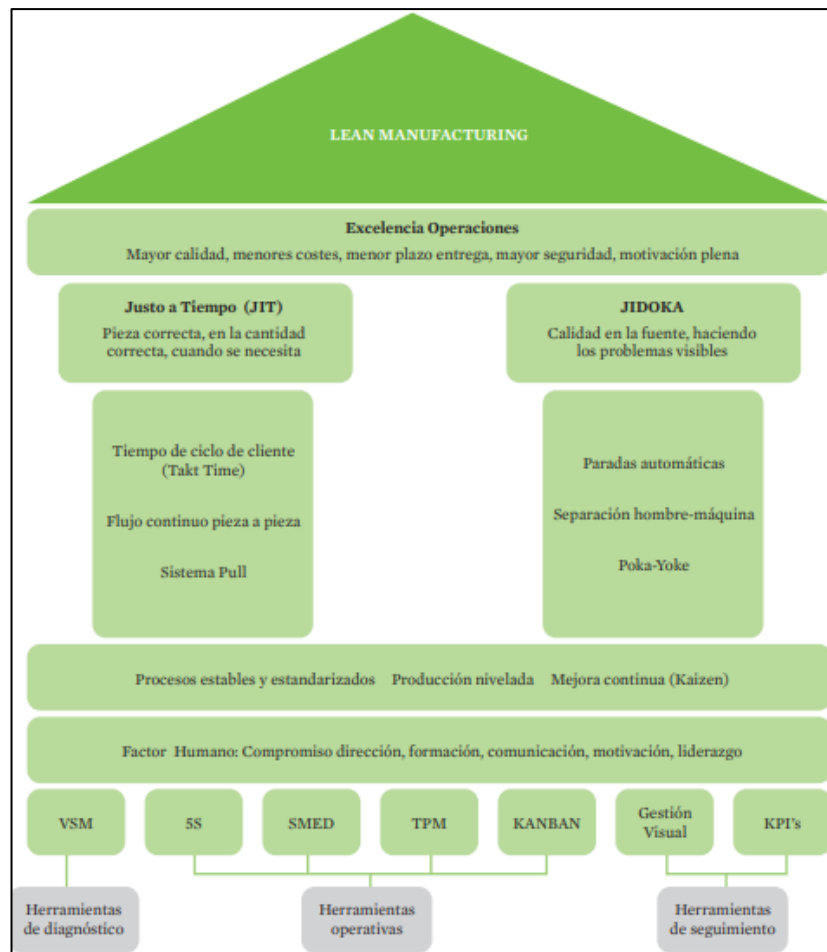
Manufactura Esbelta surge en Japón a partir de los años de 1990, mediante trabajos realizados por Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo y Eijy Toyoda, los mismos que basados en el modelo del sistema de producción Toyota plasman el origen de Lean. Con el fin de desarrollar un sistema de producción que permita la optimización de los procesos productivos a través de la eliminación de desperdicios y el análisis de la cadena de valor, estos autores emprenden una búsqueda para conseguir un flujo de material estable en el momento adecuado y cumpliendo los requerimientos establecidos, aspectos que llevó a Toyota a ser en una empresa muy competitiva [21].

## Manufactura Esbelta

También conocido como sistema de producción Toyota o manufactura de clase mundial es una herramienta de ingeniería que consiste en un proceso continuo y sistemático cuyo objetivo es la identificación y eliminación de desperdicios o aquellas actividades que no agregan valor alguno a un proceso pero que sí requieren de costos y trabajo, con el fin de lograr empresas más innovadoras y eficientes mediante la identificación de oportunidades de mejora [22].

### Estructura de Manufactura Esbelta

La Manufactura Esbelta es una metodología que encierra varias técnicas para su aplicación las mismas que se muestran en la tradicional “Casa del Sistema de Producción Toyota”; cuyo sistema estructural será fuerte siempre y cuando los cimientos y columnas que conforman la misma sean fuertes, de este modo una parte en mal estado debilitará todo el sistema que lo conforma [23].



**Figura 3:** Estructura de la "Casa del Sistema de Producción Toyota" [23]

## **Mudas o desperdicios**

Este término hace referencia a todas aquellas actividades y esfuerzos que no agregan valor alguno al producto o servicio tal y como requiere el cliente, las mismas que afectan negativamente al resultado obtenido en la cadena productiva pues consumen recursos, disminuyen el nivel de servicio y aumentan costos, de este modo Manufactura Esbelta a clasificado a estos desperdicios en siete grupos los cuales son [22]:

- **Sobreproducción:** hace referencia a producir antes de que se lo requiera, producir en exceso o más de lo que el proceso siguiente o el cliente requiere, esto a su vez hace que exista demasiado inventario acumulado ocupando un espacio excesivo de almacenamiento, generación de movimientos innecesarios de operarios y materiales y problemas ocultos en el proceso [24].
- **Inventario innecesario:** poseer más inventario de lo que realmente se requiere para satisfacer la demanda del cliente sean estos; materias primas, producto en procesos o Work in Process (WIP), componentes y producto terminado [24].
- **Productos defectuosos:** representan un desperdicio de recursos empleados para la manufactura dando lugar a reprocesos y chatarra, los mismos que ocasionan un aumento en los gastos de fabricación y pérdida de los recursos disponibles en la empresa [22].
- **Transportes innecesarios:** transportes largos de material que no contribuyen valor agregado al proceso y consumen recursos, atentando con la integridad del producto pues el exceso de transporte puede dañarlo, generalmente se da por un layout deficiente [24].
- **Procesos innecesarios:** son todos aquellos procesos inmersos en el procedimiento de manufactura que el cliente no aprecia, ocasionada por lo general por un mal diseño del producto o de los procesos productivos [24].
- **Esperas:** espera del operador mientras la máquina realiza su trabajo, espera de la máquina cuando el operador tiene que ejecutar algún ajuste, máquinas y operarios a la espera de material en proceso, todo aquello genera un desaprovechamiento del tiempo disponible por lo cual es considerado el desperdicio más común en todas las industrias [22].



- **Movimientos innecesarios:** movimientos de personal que no contribuyen a la transformación de la materia prima en producto y por ende no aportan con valor que beneficie al cliente [22].

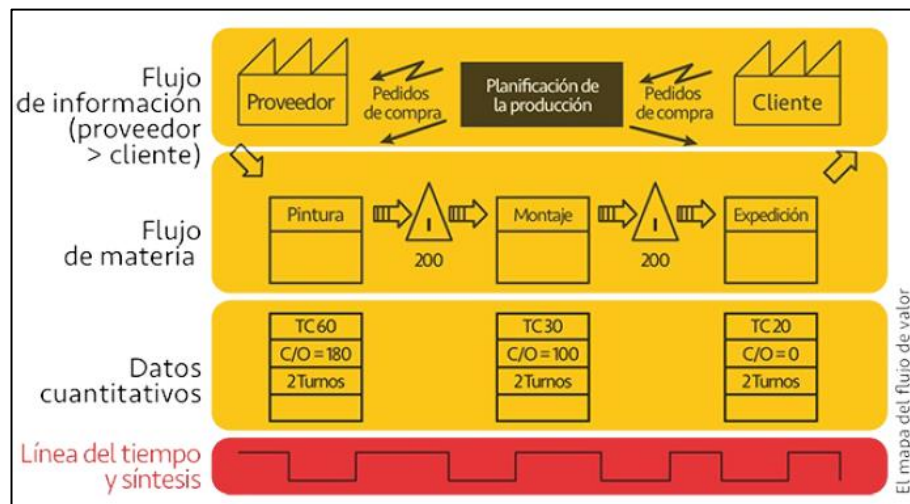
## Herramientas de Manufactura Esbelta

En la metodología lean existe una variedad de técnicas o herramientas que puede ser aplicado industrialmente de manera individual o conjunta atendiendo a las características específicas que sugiere cada caso [23], de esta manera se puede dividir de la siguiente manera:

### Herramientas de diagnóstico

#### Mapa de flujo de valor (VSM)



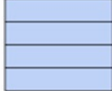



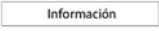




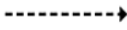



Denominado VSM por sus siglas provenientes del inglés (Value Stream Mapping) que significa Mapa de Cadena de Valor cuyo principal objetivo es analizar de manera completa el funcionamiento de la cadena de valor de una empresa, mostrando de esta manera tanto el flujo de materiales como de información desde el proveedor hasta el cliente, gracias a esta herramienta se puede identificar a nivel global del proceso donde se producen la mayor cantidad de desperdicios con el fin de eliminarlas [25] [23].



**Figura 4:** Partes principales en una cartografía del VSM [26]

Para la elaboración del mapa de cadena de valor hay que tener en cuenta simbología que permita identificar cada aspecto del proceso productivo:

**Tabla 1:** Símbolos para la elaboración de un VSM [26]

SÍMBOLOS DEL VSM				
				
Cliente/Proveedor	Proceso	Tabla de datos	Inventario	Operario
				
Transporte de mercancías	Información	Entrega con camión	Segmento de tiempo	Duración total
				
Flecha Push	Flecha Pull	Información manual	Información electrónica	Estallido Kaizen

### Parámetros para el VSM

- **Tiempo de ciclo individual (Tc):** Es el tiempo que toma en llevar a cabo una actividad individualmente [22].
- **Tiempo de ciclo total (Tc):** tiempo resultante de sumar el tiempo de cada una de las actividades pertenecientes al proceso productivo [22].
- **Tiempo takt:** tiempo al que debe adaptarse el proceso productivo para satisfacer la demanda exigida por el cliente [22].

$$Tiempo\ takt = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda} \quad (3)$$

- **Lead time (fabricación):** tiempo transcurrido desde la recepción de materia prima hasta la expedición del mismo como producto final [24].

$$Lead\ time = \frac{Inventario}{Demanda} \quad (4)$$

### Beneficios de aplicar un VSM

- Permite visualizar la secuencia de operaciones y flujo de información de un proceso productivo.
- Método gráfico que permite entender y analizar la cadena de suministro.
- Detectar la cadena de valor para la elaboración de productos.

- Identificar cuellos de botella y desperdicios en el proceso.
- Establecer oportunidades de mejora [22].

## **Herramientas operativas**

### **Metodología 5'S**

Técnica que hace énfasis a una excelente organización, orden y limpieza del lugar de trabajo con el fin de mejorar el ambiente en donde se desenvuelven los operarios [23], la misma que se divide en cinco fases que se detallan seguidamente:

- **Seiri o separar:** se centra en identificar y clasificar los elementos considerados como necesarios de los innecesarios, los mismos que serán separados del lugar de trabajo de acuerdo a la decisión que se tome [24].
- **Seiton u Ordenar:** los objetos necesarios presentes en el lugar de trabajo se debe identificarlos y ubicarlos de manera que sean fáciles de encontrar y reponerlos al lugar destinado [24].
- **Seiso o limpiar:** identificar los focos de suciedad y eliminarlos para mantener los equipos e instalaciones en perfecto estado [23].
- **Seiketsu o estandarizar:** establecer un método sencillo y práctico que permitan consolidar los procedimientos y lograr las metas perseguidas por las tres primeras S [23].
- **Shitsuke o disciplina:** para que el proyecto de las 5'S dure a largo plazo hay que hacer un hábito el método de procedimientos estandarizados en función de la metodología [23].

### **SMED**

Técnica enfocada a la reducción de los tiempos de preparación de máquinas que puede ser aplicada a cualquier tipo de industria, busca eliminar o simplificar operaciones que pueden ser foco de desperdicios en el proceso como; cambios de matriz, utillaje, moldes o herramientas para la ejecución de otro producto o proceso [27] [28].

### **Trabajo estandarizado**

El trabajo estándar garantiza la secuencia de las operaciones durante toda la jornada reduciendo la variabilidad en el proceso, pues define la manera más eficiente de llevar

a cabo los métodos de trabajo reduciendo costos y aumentando la calidad del producto [22].

### **Beneficios de aplicar el trabajo estándar**

- Permite asegurar y documentar la secuencia de las operaciones.
- Permite que las operaciones sean más seguras y efectivas.
- Favorece al control visual.
- Herramienta que permite iniciar con acciones de mejora.
- Facilita la documentación, seguimiento y evaluación de procesos.
- Nivelan el tiempo takt con el tiempo de ciclo.
- Disminuye la curva de aprendizaje en los operarios [22].

### **Procedimiento para el trabajo estándar**

1. Elegir un proceso específico.
2. Efectuar las mediciones de tiempo correspondientes a cada actividad.
3. Determinar la capacidad de producción del proceso.
4. Diseñar una secuencia optimizada de las actividades mediante una combinación de actividades y estandarizarlas.
5. Dibujar el layout del proceso estandarizado.
6. Documentar la secuencia de todas las operaciones estandarizadas [22].

### **Formatos que se pueden aplicar**

- Formato de medición de tiempos de actividades.
- Formato de la capacidad de producción del proceso.
- Formato de combinación de operaciones estándar.
- Formato de trabajo estándar.
- Formato de instrucciones de operación [22].

### **TPM**

El mantenimiento productivo total o TPM consiste en un conjunto de técnicas de mantenimiento productivo enfocadas en la disminución de pérdidas provocadas por paradas de las máquinas concienciando la eliminación de la mayor parte de las averías mediante la participación de todos los operadores [23].

## **Control visual**

Técnicas destinadas al control e información visual cuyo objetivo es facilitar a los operarios el conocimiento de las actividades de mejora implantadas y el estado o requerimiento de cualquier sistema dentro de la planta de producción [23].

## **Kanban**

Este sistema actúa bajo la filosofía del justo a tiempo (JIT), cuya función es informar de órdenes de producción y requerimiento de materiales o productos tanto de proveedores o líneas de producción en la cantidad y momento exactos, para ello se hace uso de una tarjeta Kanban que informa al proceso anterior la cantidad de suministro requerido en el proceso actual y la reposición de inventario de acuerdo al requerimiento de material [29].

## **Heijunka**

Conocido también como nivelación de la producción a la demanda consiste en adaptar la producción a los requerimientos de los clientes tanto en volumen como en variedad durante un cierto periodo de tiempo reduciendo al mínimo todas las fluctuaciones de las cantidades obtenidas en la cadena de producción [22].

## **Balanceo de líneas de producción**

Consiste en una herramienta cuyo enfoque se basa en crear estaciones de operación con cargas de trabajo lo más balanceado posible, de manera que permitan alcanzar la tasa de producción deseada con el mínimo de estaciones de trabajo y operarios, de la misma manera disminuir el desequilibrio entre personas y maquinaria producido por un desbalance de la carga de trabajo con el objetivo de alcanzar una línea de producción eficiente [30].

### **Pasos para realizar un balanceo de líneas:**

1. Realizar un diagrama de precedencia con el fin de especificar la secuencia correcta y las relaciones de las tareas [31].
2. Calcular el tiempo de ciclo ( $T_c$ ) necesario para cumplir con la demanda [31].

$$T_c = \frac{\text{Tiempo disponible al día}}{\text{Producto requerimiento al día}} \quad (5)$$

3. Determinar el número mínimo de estaciones de trabajo ( $Nt$ ) [31].

$$Nt = \frac{\sum \text{Tiempo de las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo } (Tc)} \quad (6)$$

4. Elegir la regla proporcionada por la distribución heurística para la asignación de las tareas a las estaciones de trabajo [31].
5. Asignar las tareas a las estaciones de trabajo de modo que la suma de los tiempos de las mismas en cada estación sea similar al tiempo de ciclo destinado para satisfacer con la demanda [31].
6. Valoración de la eficiencia de la línea de producción [31].

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{Tiempo de las tareas}}{Nt \text{ real} * Tc} \quad (7)$$

## Herramientas de seguimiento

### KPI

Provenientes de Key Performance Indicator o Indicador clave de comportamiento, es un conjunto de métricas que permiten realizar el seguimiento del funcionamiento y progreso de las correcciones, métodos y mejoras asignadas a un proceso, con el fin de realizar ajustes como correcciones o la elección de una nueva alternativa de mejora [23] [28], los mismos que deben tener las siguientes características:

- **Simplicidad:** representar el evento que se desea medir de una manera sencilla, sin la utilización de muchos recursos y entendibles para el usuario.
- **Valido en el tiempo:** debe brindar los resultados esperados mediante un largo período de tiempo.
- **Útil:** estar orientado a encontrar causas que justifiquen su valor y que permitan identificar posibles soluciones.
- **Oportuno:** los datos sean analizados de una manera oportuna para que permita la toma de decisiones.
- **Comprensibles:** que puedan tener un significado sencillo de interpretar.

## **Kaizen**

Término derivado de las palabras KAI= cambio y ZEN= bueno, va ligado con la mejora continua en todos los niveles de todo tipo de organización, mediante un trabajo en conjunto con todos y cada uno de los colaboradores pertenecientes a la organización para lograr grandes cambios con poca inversión de recursos [22].

### **Objetivos del kaizen**

- Reducir las mudas o desperdicios existentes en los procesos.
- Reducir la variabilidad para mejorar la calidad de producto.
- Mejorar las condiciones en las que se desarrolla el trabajo [22].

## **Jidoka**

Técnica que se basa en la incorporación de sistemas que permiten la identificación de errores y defectos en los procesos y productos, en donde tanto operarios como maquinaria tienen la capacidad de ejecutar el trabajo de inspectores de calidad [23].

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Mejorar el proceso de producción de quesos en la empresa Lácteos “La Esencia” mediante herramientas de Manufactura Esbelta

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de los procesos productivos concernientes a la elaboración de quesos en la empresa Lácteos “La Esencia”.
- Identificar los desperdicios de Manufactura Esbelta que intervienen de manera desfavorable en el proceso de elaboración de quesos.
- Seleccionar herramientas de Manufactura Esbelta que permitan la reducción y control de los desperdicios identificados.
- Establecer una propuesta de mejora para el proceso de elaboración de quesos en la empresa Lácteos “La Esencia”.


## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 Materiales

A continuación, se presenta el listado de materiales que se utilizaron para el desarrollo del proyecto de investigación tanto en campo como para el informe bibliográfico.

**Tabla 2:** Materiales utilizados para la investigación

Herramienta	Figura	Utilidad
Flexómetro marca Stanley de 5 metros.		Herramienta utilizada para medir las distancias cortas de las estaciones de trabajo para la creación del layout.
Cinta		Utilizado para medir largas distancias de la planta de producción, para la creación del layout.
Registro de toma de tiempos		Utilizado para el registro de tiempos de las actividades en planta.
Cronómetro		Utilizado para la medición de los tiempos utilizados por un operador en llevar a cabo las actividades pertenecientes al proceso.
Cámara Sony		Equipo utilizado para evidenciar mediante fotografías el trabajo realizado.



Continuación; materiales utilizados para la investigación

Herramienta	Figura	Utilidad
Paquete office		Utilizadas para realizar los informes, formatos, presentaciones, y cálculos referentes al estudio.
Visio		Mediante el cual se realiza, diagramas de flujo, mapas de cadenas de valor, etc.
Autocad 2018		Software para la elaboración de los layout de la planta de producción.
POM for Windows		Software para ratificar la solución del balanceo de líneas.
Flexsim		Software utilizado para la simulación del proceso analizado, tanto de la situación actual como del futuro.

## 2.2 Metodología

### 2.2.1 Modalidad de investigación

La modalidad utilizada para la realización del presente proyecto de investigación es de tipo aplicada, pues, para su ejecución se requiere de los conocimientos adquiridos durante la formación académica en la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, y realizar una propuesta de solución a la problemática presente mediante el análisis de la cadena productiva de la línea de queso fresco en la empresa “La Esencia”, con el objetivo de obtener una mejora para sus procesos productivos.

### **Investigación bibliográfica – documental**

El presente proyecto se rige bajo esta modalidad puesto que se considera necesaria la recopilación de información, proporcionada bajo criterios de distintos autores a través de libros, revistas, páginas de internet, tesis de grado y artículos científicos, las mismas que permiten tener un enfoque más claro y profundo de los distintos puntos clave para el desarrollo de la investigación.

### **Investigación de campo**

En esta etapa el analista del proyecto debe acudir a las instalaciones de la empresa y mediante técnicas como la observación directa, encuestas, entrevistas, etc., y a través de la relación directa con el ambiente laboral obtener información necesaria que proporcione la base para la solución de la problemática planteada.

### **Investigación aplicada**

En esta fase se propone la solución a los problemas encontrados en la línea de producción de queso en lácteos “La Esencia”, mediante el uso y aplicación de metodologías de Manufactura Esbelta, que mejor se adapten a los requerimientos y al proceso productivo.

#### **2.2.2 Población y muestra**

La población a considerarse para el presente estudio dentro de las instalaciones de la empresa lácteos “La Esencia” son los 4 colaboradores pertenecientes a la línea de producción de queso fresco, con los que se trabaja para el estudio de tiempos y el levantamiento de información pertinente para darle solución a la problemática encontrada.

Cabe recalcar que al ser la población inferior a 100 individuos y al enfocarse el estudio únicamente a los procesos de producción de queso fresco, la muestra lo constituyen únicamente los 4 trabajadores, obviando a cualquier otro perteneciente a otra línea de producción.

### 2.2.3 Recolección de información

La recopilación de información pertinente se lleva a cabo aplicando técnicas como la observación directa, entrevistas y registros de mediciones, durante el tiempo considerado por la empresa como jornada laboral:

- **Observación directa:** se aplica esta técnica con el fin de verificar la situación actual del proceso productivo de queso fresco y poder constatar situaciones relacionadas con la problemática presente, y los desperdicios de Manufactura Esbelta inmersos en el mismo y evidenciando mediante fotografías.
- **Entrevistas:** realizadas al gerente propietario, administrador de producción y a los trabajadores para obtener información acerca de los problemas más comunes que se presentan tras desarrollar las actividades de elaboración de queso fresco que ocasionan retrasos y afectan a la producción.
- **Registros de mediciones:** se realiza con el uso de equipos de medición como cronómetro, flexómetro, cinta de medida y un registro que permita anotar los datos obtenidos, los cuales serán útiles para el estudio de tiempos, así como para la elaboración de los layout de la planta de producción.

Estas técnicas se llevan a cabo las veces que el analista considere necesaria y oportuna para la ejecución del proyecto.

### 2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos a través de las distintas técnicas se verifican y procesan de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Recopilación y registro de información
  - Visitas técnicas a las instalaciones de la empresa “La Esencia” en especial a la línea de producción de queso fresco.
  - Recopilación de información relevante mediante entrevistas, fotografías, etc.
  - Descripción de las actividades pertenecientes al proceso de queso fresco.
2. Análisis de la situación actual del proceso productivo
  - Mediante diagramas de flujo, cursograma sinóptico y analítico y a través de un layout de la línea de producción.

- Toma de tiempos en planta de cada una de las operaciones para luego analizarlas mediante un estudio de tiempos.
  - Análisis de capacidad y cuellos de botella.
3. Análisis del proceso mediante manufactura esbelta
- Etapa 1: Diagnóstico del proceso productivo mediante un VSM.
    - Identificación de los desperdicios o mudas en los procesos.
    - Análisis de la causa raíz que ocasionan los desperdicios mediante la herramienta de los 5 ¿Por qué?
  - Etapa 2: Selección de las herramientas de manufactura esbelta
    - Método de factores ponderados.
  - Etapa 3: Aplicación teórica de las herramientas de manufactura esbelta.
4. Mediante Flexsim simular el proceso productivo actual y propuesto de queso de la empresa “La Esencia”.

Para el procesamiento de datos obtenidos durante el levantamiento de información a distintos entes involucrados en el funcionamiento de la línea de producción de queso fresco se considera lo siguiente:

- Mantener siempre la información evidenciada y organizada obtenida durante el desarrollo del proyecto.
- En las entrevistas efectuar preguntas concretas y relevantes que aporten valor y aclaren dudas sobre los aspectos a investigar.
- Determinar la metodología de medición adecuada para la toma de tiempos.
- Excluir la información poco relevante o que no aporte nada de valor para evitar equivocaciones.
- Tabular siempre los datos cuantitativos obtenidos para una mejor interpretación y análisis.
- Presentar los resultados obtenidos mediante gráficos estadísticos para brindar una mejor interpretación al lector.
- Efectuar visitas técnicas las veces que sean necesarias a la empresa de lácteos “La Esencia”, para aclarar dudas y realizar el levantamiento de información en el momento oportuno.

## CAPÍTULO III

### RESULTADO Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis y discusión de resultados

##### 3.1.1 La empresa

La fábrica de productos lácteos “La Esencia”, ubicada en la parroquia Marcos Espinel del cantón Píllaro es una empresa dedicada a la elaboración de diversos productos lácteos entre ellos queso, yogurt y posteriormente dulce de leche, mediante la recolección de materia prima (leche) de las diversas zonas ganaderas del cantón.

Constituida en sus inicios como un emprendimiento familiar la empresa de productos lácteos “La Esencia” es fundada el 01 de agosto del 2003 por el actual gerente propietario Sr. Marcelo Villacrés y esposa, desde ese entonces hasta la actualidad ha ofrecido a sus clientes productos de calidad, buscando crecer competitivamente y ganando terreno en el mercado ecuatoriano gracias al esfuerzo y constancia de sus fundadores y colaboradores.



**Figura 5:** Instalaciones de la empresa de productos lácteos “La Esencia”

Los productos que se elaboran en lácteos “La Esencia” tienen buena acogida en el mercado nacional, puesto que en la actualidad son varias las provincias en las que se comercializa entre ellas: Los Ríos, Guayas, El Oro, Manabí, Santa Elena, Pastaza y Tungurahua.

Empezando por elaborar sus productos de manera artesanal, con el paso de los años la empresa ha incorporado a sus procesos equipos más tecnológicos y sofisticados que le han permitido obtener productos de calidad, y asegurar su permanencia y competitividad en el mercado hasta la actualidad.

### **Localización**

La empresa de productos lácteos “La Esencia” se encuentra situada en la vía a Guangibana, sector Rocafuerte Alto de la parroquia Marcos Espinel en el cantón Píllaro, como se puede observar en el mapa geográfico mostrado a continuación:



**Figura 6:** Localización geográfica fábrica “La Esencia”, imagen de Google maps

### **Filosofía empresarial**

#### **Misión**

Ser la empresa líder que innove y cree los mejores lácteos, a través de muchas generaciones más, para así poder brindarles el mejor servicio a los clientes y consumidores [32].

## Visión

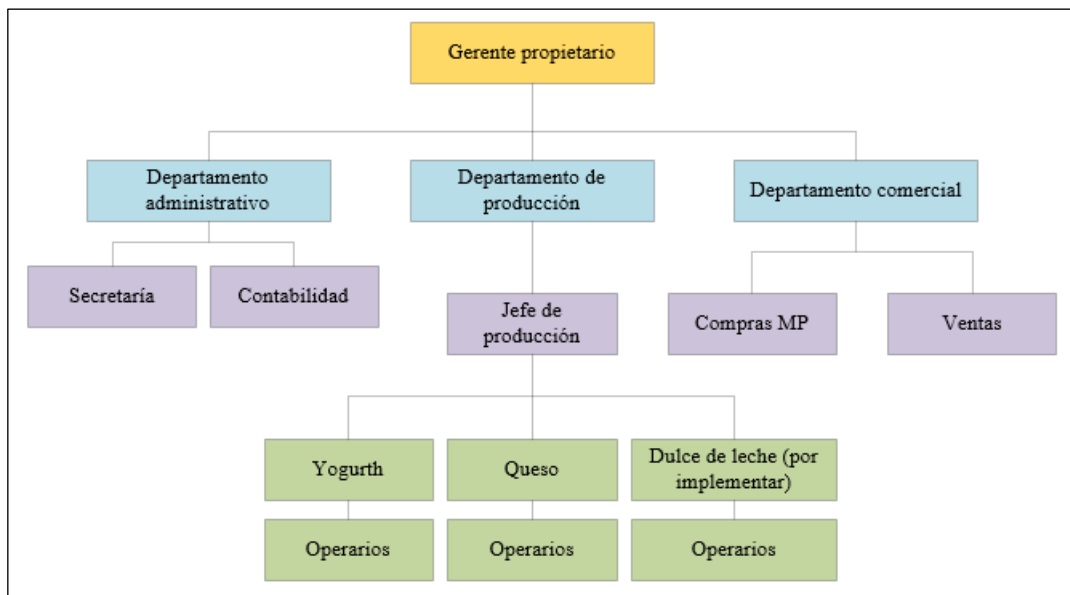
Satisfacer en su totalidad las necesidades de los clientes y todas sus expectativas ofreciendo un producto de alta calidad y una atención adecuada que se merecen nuestros consumidores, lo cual se realizará mediante la utilización de maquinaria de primera en su funcionamiento y contando con procesos de producción tecnificados de la empresa “La Esencia” de la ciudad de Píllaro [32].

## Valores

- Puntualidad
- Responsabilidad
- Respeto
- Transparencia

## Estructura organizacional

La estructura funcional está organizada de modo que pueda garantizar el buen soporte de las diferentes operaciones que se realizan dentro de la empresa para cada una de sus líneas de producción, de esta manera poder satisfacer la demanda requerida por los clientes y efectuar un manejo eficiente de sus procesos mediante la utilización eficiente de los recursos disponibles.



**Figura 7:** Estructura organizacional de la empresa de lácteos “La Esencia”

**Tabla 3:** Datos de la empresa lácteos “La Esencia”


<b>“La Esencia”</b>	
Actividad	Elaboración de productos lácteos (quesos, yogurt y dulce de leche) en diversas presentaciones
Gerente propietario	Sr. Marcelo Villacrés y esposa
Ubicación	Parroquia Marcos Espinel, sector Rocafuerte Alto vía a Guangibana
Cantón	Santiago de Píllaro
Provincia	Tungurahua
Teléfonos	098 942 3933- 098 942 3933
Correo electrónico	<a href="mailto:marcelovillacres2010@hotmail.com">marcelovillacres2010@hotmail.com</a>

### **Productos que ofrece la empresa**

La empresa de productos lácteos “La Esencia” se caracteriza por ofrecer a su distinguida clientela productos lácteos de calidad, elaborados con la mejor materia prima recolectada en las zonas ganaderas del cantón Santiago de Píllaro con controles netamente estrictos en la recepción de la misma, para brindar al consumidor ecuatoriano productos de alta calidad y confiabilidad.

Del mismo modo, lácteos “La Esencia” cuenta con una línea de operación completa para cada uno de los productos, así como operarios capacitados y debidamente preparados para la ejecución de las tareas en cada una de las líneas de producción, a continuación se da a conocer los productos que la empresa ofrece en la actualidad:

**Tabla 4:** Productos que ofrece lácteos “La Esencia” actualmente

<b>Producto</b>	<b>Presentación</b>
Queso Fresco de 750 gramos	



**Continuación;** productos que ofrece lácteos “La Esencia” actualmente

<b>Producto</b>	<b>Presentación</b>
Yogurt (en diversas presentaciones, sabores y tamaños)	
Manjar de leche en diversas presentaciones y tamaños.	

### **3.1.2 Situación actual de la empresa**

#### **Entrevista efectuada al administrador y propietario de la “La Esencia”**

Para efectuar el estudio se procede a realizar una visita técnica de primera instancia a la empresa, para conocer a fondo las necesidades que presenta la misma de acuerdo al criterio de sus administradores, en vista que son ellos quienes permanecen a diario en las instalaciones y verifican el rendimiento del proceso, así como de los trabajadores.

Por tal motivo es un buen paso iniciar con una entrevista (Anexo 1) al administrador encargado de la producción de lácteos “La Esencia”, para analizar diferentes puntos de vista y corroborar la problemática a investigar.

#### **Selección del proceso productivo**

Como se dio a conocer con anterioridad la empresa de productos lácteos “La Esencia” cuenta con una línea de producción individual para cada producto ofertado al cliente, con espacios y recursos específicos destinados a cada una dentro de las instalaciones de la misma.

- **Línea de producción de Yogurt:** es la línea de producción que mayor demanda genera en la empresa, y también la que más recurso necesita para su funcionamiento, debido a que es un producto muy apetecible en el mercado nacional especialmente en la región costa; cuenta con 6 operarios, y la mayor parte de sus operaciones son realizadas de forma semiautomática.
- **Línea de producción de manjar de leche:** la empresa cuenta con un área destinada para este proceso productivo, pero actualmente no entra en funcionamiento debido a que se encuentra en proyecto de instalación, por tal razón, la empresa para proveer este producto a sus clientes envía a procesar el manjar de leche en otra fábrica.
- **Línea de queso fresco:** constituida por cuatro operarios fijos que laboran en la línea de producción, es la que presenta la mayor cantidad de inconvenientes en cuanto al proceso productivo, debido a que la mayor parte de sus procesos son manuales.

### **Línea de producción de queso fresco**

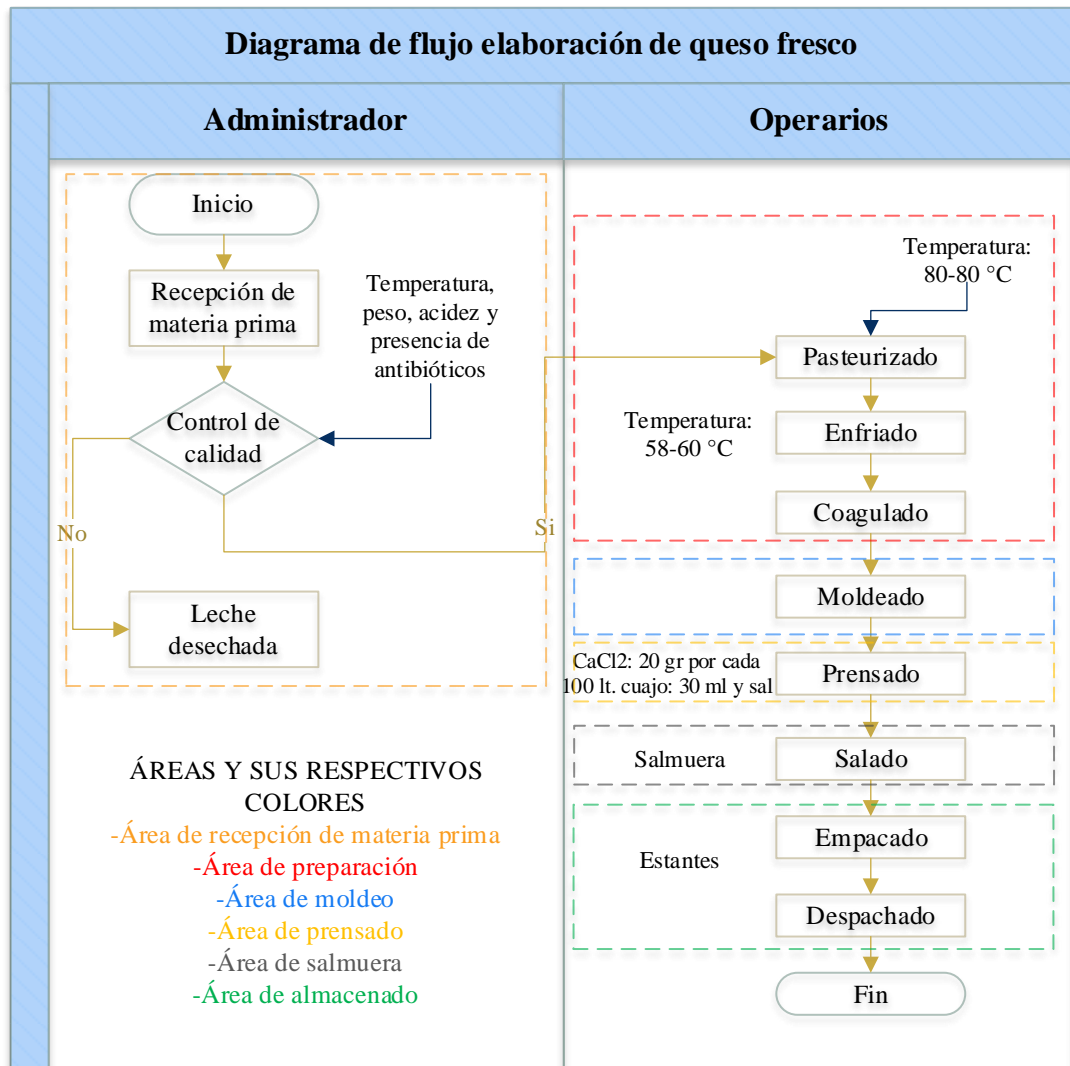
Esta línea de producción cuenta con un espacio disponible adecuado y además con los recursos materiales necesarios para la ejecución de las operaciones que intervienen en la elaboración de quesos, para lo cual se asignan cuatro trabajadores los mismos que conocen todas las operaciones y son capaces de efectuarlas con facilidad, además de ello los administradores se han esforzado en realizar una buena distribución de sus estaciones o áreas de trabajo ubicándolas a una distancia que permita reducir los transportes y agilizar el proceso.

El problema presente es el deficiente uso de los recursos disponibles, pues, a pesar de que la empresa ha dispuesto todos los medios necesarios, estos no son aprovechados correctamente ocasionando el consumo de mano de obra y tiempos adicionales para cubrir con la demanda solicitada por los clientes.

Por este motivo la administración de lácteos “La Esencia”, busca establecer un estudio en esta línea de producción, y se considera esta sugerencia sin necesidad de efectuar un análisis ABC de producto de mayor demanda.

### 3.1.3 Proceso productivo de elaboración de queso fresco

El proceso productivo de queso fresco depende de operaciones esenciales que se deben llevar a cabo para obtener el producto final, estas operaciones a su vez constan de subactividades o elementos los cuales deben ser ejecutados manualmente por los operarios de la línea de producción de queso fresco en sus respectivas áreas o estaciones de trabajo.



**Figura 8:** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso fresco

## **Distribución de la planta de producción**

La distribución de planta de la línea de producción de quesos en la empresa lácteos “La Esencia”, consiste en un galpón el mismo que se divide en áreas o estaciones de trabajo que le permitan tener un proceso mucho más fluido con un ambiente laboral agradable.

- **Área de Recepción**

Esta área es compartida tanto para el proceso productivo de yogurt y queso puesto que en la misma se realiza el control de calidad y la recepción de la materia prima, esta alberga tanques para el almacenamiento de la leche, así como instrumentos esenciales para la inspección.

- **Área de preparado**

Dentro de la cual se encuentran las ollas de cocción conocidas también como marmitas, de igual modo dos agitadores, tuberías de flujo de vapor, tuberías de agua y las herramientas necesarias para las tres operaciones que alberga la misma.

- **Área de Moldeo**

Esta área posee dos mesas tipo tina de acero inoxidable en las que se puede realizar la operación de moldeo de los quesos.

- **Área de prensado**

Consta de dos prensas dobles de acero inoxidable grandes para realizar en prensado.

- **Área de salmuera**

La empresa se ha esmerado por disponer de recursos suficientes por lo que en esta área también existe dos tinajas de salmuera que permitan aumentar la capacidad de producción de la misma.

- **Área de almacenado**

En esta área encontramos estantes en los cuales se colocan los quesos una vez salidos de la salmuera para empacarlos y posteriormente despacharlos en gavetas o cajas en cantidades de 48 unidades por caja.

**Tabla 5:** Distribución de la planta de la empresa lácteos “La Esencia”

 <p><b>Figura 9:</b> Área de recepción de materia prima</p>	 <p><b>Figura 10:</b> Área de preparación</p>
 <p><b>Figura 11:</b> Área de moldeo</p>	 <p><b>Figura 12:</b> Área de prensado</p>
 <p><b>Figura 13:</b> Área de salmuera</p>	 <p><b>Figura 14:</b> Área de almacenado</p>

### **Layout de la línea de elaboración de queso fresco**

Para un mejor entendimiento del proceso productivo, se presenta el layout de la línea de producción de queso fresco, el mismo que consiste en una representación gráfica de la distribución de planta actual de las áreas o estaciones de trabajo y que ayuda a la comprensión del flujo de material dentro de la cadena productiva, a su vez indica las magnitudes de la planta de producción, tal y como se muestra en el Anexo 15.

### 3.1.4 Descripción de las operaciones

Seguidamente se presenta la descripción de las operaciones y actividades o elementos más relevantes llevadas a cabo dentro de las áreas concernientes a la elaboración de queso fresco en las instalaciones de la empresa de productos lácteos “La Esencia”:

#### Área de recepción de materia prima (leche)

##### ➤ Control de calidad

En el área de recepción se realiza el control de calidad de la materia prima que es transportada desde las zonas ganaderas hasta las instalaciones de la empresa por medio de vehículos con tanques de acero inoxidable, en el control de calidad se realiza una rigurosa inspección del peso, temperatura, presencia de antibióticos y acidez de la leche, haciendo uso de herramientas como el pesaleche, probetas, acidímetro y pequeños recipientes, este procedimiento es delicado y a su vez muy importante en vista que la leche debe cumplir con los estándares dispuestos por la empresa para la producción de yogurt y quesos.



**Figura 15:** Control de calidad en la recepción de la leche

## Área de preparación

### ➤ Operación de pasteurizado

- **Traslado de leche desde los camiones hasta la olla de cocción**

Una vez que se ha verificado que la leche se encuentra bajo los estándares de temperatura y peso requeridos, se procede a transportarla hacia las ollas de cocción para la producción de quesos, esta operación se realiza mediante un motor y una manguera de 5 cm de diámetro la misma que en su salida posee una malla fina que permite realizar el filtrado de la materia prima.



**Figura 16:** Transporte de la leche desde los carros hasta la olla de cocción

- **Colocar y encender el agitador**

Operación muy importante ya que permite que la leche almacenada en la olla se caliente homogéneamente durante la pasteurización.



**Figura 17:** Agitador listo para iniciar el proceso

- **Poner a pasteurizar la leche**

Este procedimiento posibilita la circulación del vapor por las tuberías hasta la olla de cocción permitiendo que la leche almacenada se caliente hasta llegar a la temperatura requerida durante la pasteurización, de la misma manera la llave de desfogue de vapor debe estar abierta para evitar accidentes como explosiones y permitir que el vapor pueda salir hacia el exterior.



**Figura 18:** Tuberías de flujo de vapor y de agua

- **Colocar el termómetro en la olla**

Se coloca un termómetro en la olla con la leche a procesar, pues con el mismo se verificará que la temperatura durante la pasteurización alcance los 80 a 85 grados centígrados, temperatura necesaria para eliminar las bacterias presentes en la materia prima.



**Figura 19:** Termómetro colocado para la inspección de temperatura



- **Pasteurizado**

Luego de realizar las actividades mencionadas con anterioridad es prudente esperar el tiempo adecuado hasta que la leche alcance la temperatura especificada.



**Figura 20:** Etapa de pasteurización

➤ **Operación de enfriado**

En este proceso el flujo de agua fría tiene una función muy importante, pues hace enfriar la leche hasta un aproximado de 58 a 60 grados centígrados dependiendo del clima al que se encuentre el ambiente, temperatura ideal para cuajar la leche mediante los aditivos.



**Figura 21:** Llave de flujo de agua

➤ **Operación de coagulado**

- **Medir y añadir el cloruro de calcio y el cuajo**

Los aditivos químicos como el cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) y el cuajo son muy indispensables dentro del proceso, ya que posibilitan a la leche retomar los nutrientes y condiciones necesarias para facilitar la coagulación, es decir el proceso en el cual la leche se convierte en queso mediante la formación del coágulo, para ello es importante la adición de 20 gramos de  $\text{CaCl}_2$  por cada 100 litros de leche y 30ml de cuajo para los 600 litros que se procesan en cada olla.



**Figura 22:** Adición de cuajo a la leche

- **Coagulación**

Proceso en el cual la leche llega a adquirir una consistencia semisólida como gelatina, es decir se forma la denominada cuajada.



**Figura 23:** Leche en espera de formación de cuajada

- **Cortar la cuajada con la lira tipo haba**

El corte de la cuajada se lo realiza mediante el uso de un instrumento conocido como lira tipo haba, debe ser un proceso lento y cuidadoso en donde se corta la cuajada en cuadritos también denominados granos permitiendo la expulsión de suero hasta el exterior.



**Figura 24:** Corte de la cuajada (Lira tipo haba)

- **Batido con remo de madera**

En este proceso se agita la cuajada lentamente con un remo de madera para evitar que los granos producidos en el corte se aglomeren y los mismos lleguen a mantener su consistencia semisólida.



**Figura 25:** Batido de la cuajada

- **Expulsión del suero**

Después del batido es indispensable que la cuajada repose para facilitar la expulsión del suero hacia el exterior y su posterior extracción.



**Figura 26:** Cuajada en reposo, formación de suero

- **Desuerado**

Con la utilización de un cernidor y una manguera de 5 cm de diámetro se procede a sacar el suero producido por el corte de la cuajada, este es absorbido por la manguera y transportada hacia un recipiente donde se recolecta una cantidad de suero considerable que servirá para regalarlo o venderlo.



**Figura 27:** Proceso de desuerado o retiro del suero

## Área de moldeo

### ➤ Operación de moldeado

- **Limpiar la manguera para el transporte de cuajada**

En este paso se procede a limpiar con vapor la manguera flexible de 20 centímetros de diámetro para evitar que bacterias presentes en la misma se adhieran al producto, este a su vez facilita el paso de la cuajada hasta la mesa de trabajo sin ejercer mayor esfuerzo.



**Figura 28:** Limpiado de manguera mediante vapor.

- **Transporte de cuajada a la mesa de trabajo**

Se lo realiza mediante gravedad y haciendo uso de la manguera flexible de 20 centímetros de diámetro, para posteriormente continuar con el proceso de moldeado.



**Figura 29:** Llenado de la mesa de trabajo con cuajada.

- **Desuerado**

En este segundo desuerado se procede a cernir la cuajada que deja pasar la mesa de trabajo, esto con el objetivo de eliminar toda la cantidad de suero presente en la mezcla y evitar la pérdida de materia prima para la formación de los quesos.



**Figura 30:** Desuerado

- **Nivelar la cuajada sobre los moldes**

Seguidamente, haciendo uso de una regleta de acero inoxidable se procede a nivelar la cuajada sobre los moldes colocados en la mesa para que los mismos queden repletos de cuajada formando un queso rectangular completo.



**Figura 31:** Nivelar la cuajada

- **Voltear los moldes**

En esta operación se procede a voltear los moldes llenos de queso semisólido para que ambos lados del molde rectangular queden homogéneamente llenos, esto con el objetivo de no tener imperfecciones en el queso al momento de sacarlos del molde.



**Figura 32:** Volteado de moldes de queso

- **Enmallar los quesos**

Se procede a envolver los quesos en una malla blanca para que los mismos obtengan una mejor consistencia, adquiera una buena presentación superficial y que no se vayan a destruir al momento de realizar el prensado.



**Figura 33:** Proceso de enmallado de quesos

## Área de prensado

### ➤ Operación de prensado

- **Acomodar los quesos en la prensa**

Posteriormente se procede a trasladar los quesos desde la mesa de trabajo hasta la prensa para ejecutar el prensado, cabe recalcar que los quesos son transportados por un operario que los acomoda sobre láminas de acero inoxidable para que una vez finalizado con este proceso facilite su transporte hasta la salmuera.



**Figura 34:** Proceso de colocar los quesos en la prensa

- **Colocar los tacos**

Seguidamente se proceden a colocar los tacos en cada uno de los quesos, esta herramienta es la que ayuda al prensado haciendo que los quesos se compacten y se elimine la mayor cantidad de suero presentes en los mismos.



**Figura 35:** Colocar los tacos encima de los moldes



- **Colocar un bloque de madera y prensar**

Se coloca un bloque de madera que ayude a compactar los quesos, y se acciona el volante de la prensa tipo tornillo sin fin como se muestra en la figura 36. Es importante conocer que para este procedimiento se utiliza una prensa doble en la misma que se colocan 72 quesos en la primera parte de la prensa y 68 quesos en la otra parte debido a que cada lote consta de 140 unidades.



**Figura 36:** Prensado de los quesos

- **Girar los moldes**

Una vez retirada la fuerza de la prensa se procede a darle la vuelta a los moldes, para un segundo prensado para que los quesos sean bien compactos y se elimine la mayor cantidad de suero posible.



**Figura 37:** Volteado de moldes para un segundo prensado

## Área de salmuera

### ➤ Operación de salado

- **Quitar las mallas y colocarlos en la salmuera**

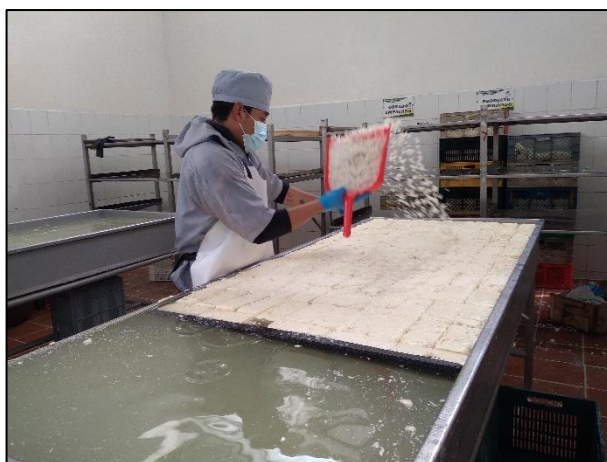
Después de los dos prensados se procede a trasladar los quesos hasta la salmuera en donde se quitan la malla previamente colocada y se los coloca en agua de sal para que adquieran un sabor agradable y único.



**Figura 38:** Inserción de los quesos en la salmuera

- **Acomodar los quesos en la salmuera y cubrirlos con sal**

Se acomodan todos los quesos en la salmuera para posteriormente cubrirlos con sal como se muestra a continuación:



**Figura 39:** Salado de quesos en la salmuera

- **Sacar los quesos de la salmuera y ubicarlos en estantes**

Una vez transcurrido el tiempo necesario en el área de salmuera (90 minutos) tiempo en el cual los quesos reposan sin intervención del operario, se proceden a sacarlos de la salmuera y se almacenan en estantes para que se escurra el agua y posteriormente empacarlos.



**Figura 40:** Almacenado de quesos en estantes

### **Área de almacenado**

#### **➤ Operación de empacado**

En el proceso de empacado se colocan los quesos dentro de sus respectivos empaques plásticos y se los sellan para ser transportados al lugar de venta, cabe recalcar que este proceso en ocasiones queda inconcluso, debido a la falta de disponibilidad de los operarios.



**Figura 41:** Empacado de los quesos

### **3.1.5 Análisis del método actual de producción de queso fresco**

Mediante el empleo de herramientas de ingeniería como un diagrama sinóptico, cursograma analítico, diagrama de recorrido, y un estudio de tiempos se busca determinar la situación actual del proceso de elaboración de queso fresco en la empresa de productos lácteos “La Esencia”.

Esto con el fin de conocer los tiempos empleados en la ejecución de cada una de las tareas mediante la asignación de holguras o suplementos para los operarios, determinar la capacidad de producción de cada una de las operaciones principales, así como la identificación del proceso lento o cuello de botella, para posteriormente identificar la causa por la cual la empresa no está aprovechando apropiadamente sus recursos.

Para ello en primera instancia es indispensable identificar los elementos principales como operaciones, inspecciones, trasportes y esperas desarrolladas durante el proceso, las mismas que servirán para la construcción del diagrama sinóptico actual de la empresa cuya función es representar de manera gráfica el funcionamiento actual del proceso productivo en la elaboración de queso fresco.

#### **Área de recepción de materia prima**

- **Operación e inspección 1:** Recepción e inspección del peso, temperatura y acidez de la leche.
- **Almacenamiento 1:** Almacenar la leche proveniente de los camiones en los tanques de recepción.

#### **Área de preparación**

##### **Operación de pasteurizado**

- **Transporte 1:** Transporte de la leche del área de recepción hasta la olla de pasteurización.
- **Operación 1:** Colocar y encender el agitador.
- **Operación 2:** Colocar el termómetro en la olla de cocción.
- **Operación 3:** Poner a pasteurizar la leche.
- **Operación 4:** Proceso en el cual la leche se calienta hasta alcanzar la temperatura deseada.
- **Inspección 1:** Revisar que la temperatura de la leche esté por los 80 a 85 °C.

## **Enfriado**

- **Operación 5:** Poner a enfriar la leche.
- **Operación 6:** Proceso en el que la leche se enfría hasta alcanzar la temperatura deseada.
- **Inspección 2:** Revisar que la temperatura de la leche esté por los 58 a 60 °C.

## **Coagulación**

- **Operación 7:** Medir el cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>).
- **Operación 8:** Medir el cuajo.
- **Operación 9:** Añadir el cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>).
- **Operación 10:** Añadir el cuajo.
- **Operación 11:** Batir con remo de madera.
- **Operación 12:** Reposo de la leche hasta que se forme la cuajada.
- **Inspección 3:** Revisar la consistencia de la cuajada.
- **Operación 13:** Cortar la cuajada con lira tipo haba.
- **Operación 14:** Batir la cuajada con un remo de madera.
- **Operación 15:** Reposo de la cuajada para la expulsión del suero.
- **Operación 16:** Desuerado 1.
- **Operación 17:** Batir la mezcla con remo de madera.
- **Operación 18:** Limpiar el tubo (20 cm de diámetro) para el transporte de la cuajada hasta la mesa de moldeo.
- **Operación 19:** Colocar el tubo (20 cm de diámetro) en la salida de la olla de cocción.

## **Área de moldeo**

### **Moldeado**

- **Transporte 2:** Traslado de la cuajada hasta la mesa de moldeo.
- **Operación 20:** Desuerado 2.
- **Operación 21:** Nivelar la cuajada sobre los moldes de acero inoxidable.
- **Operación 22:** Voltear los moldes.
- **Operación 23:** Enmallar los quesos.

## Área de prensado

### **Prensado**

- **Transporte 3:** Traslado de los quesos de la mesa de moldeo hasta la prensa 1 (Lado A).
- **Operación 24:** Acomodar los quesos en láminas de acero inoxidable (72 quesos).
- **Operación 25:** Colocar los tacos para ayudar a compactar los quesos.
- **Operación 26:** Colocar lámina de acero inoxidable.
- **Operación 27:** Colocar bloque de madera como peso para ayudar el prensado.
- **Operación 28:** Prensar prensa 1.
- **Transporte 4:** Traslado de los quesos de la mesa hasta la prensa 2 (Lado A).
- **Operación 29:** Acomodar los quesos en láminas de acero inoxidable (68 quesos).
- **Operación 30:** Colocar los tacos para ayudar a compactar los quesos.
- **Operación 31:** Colocar lámina de acero inoxidable.
- **Operación 32:** Colocar bloque de madera como peso para ayudar al prensado.
- **Operación 33:** Prensar prensa 2.
- **Operación 34:** Quitar prensa 1.
- **Operación 35:** Girar los moldes para mejorar el prensado.
- **Transporte 5:** Traslado de los quesos hasta la prensa 3 (Lado B).
- **Operación 36:** Prensar prensa 3.
- **Operación 37:** Quitar prensa 2.
- **Operación 38:** Girar los moldes para mejorar el prensado.
- **Transporte 6:** Traslado de los quesos hasta la prensa 1 (Lado A).
- **Operación 39:** Prensar prensa 1.

## Área de salmuera

### **Salado**

- **Operación 40:** Quitar la prensa 3.
- **Operación 41:** Quitar los tacos.
- **Operación 42:** Retirar los moldes de los quesos.

- **Transporte 7:** Traslado de los quesos (72 quesos) hasta la salmuera.
- **Inspección 4:** Revisar la consistencia de los quesos.
- **Operación 43:** Quitar las mallas a los quesos y colocarlos en la salmuera.
- **Operación 44:** Quitar la prensa 1.
- **Operación 45:** Quitar los tacos.
- **Operación 46:** Retirar los moldes de los quesos.
- **Transporte 8:** Trasladar los quesos hasta la salmuera (68 quesos).
- **Inspección 5:** Revisar la consistencia de los quesos.
- **Operación 47:** Quitar las mallas a los quesos y colocarlos en la salmuera.
- **Operación 48:** Acomodar los quesos en la salmuera.
- **Operación 49:** Cubrirlos con sal.
- **Operación 50:** Reposo de los quesos en la salmuera hasta que adquieran sus propiedades características.
- **Operación 51:** Sacar los quesos de la salmuera y ubicarlos en los estantes.

### Área de almacenado

#### **Empacado**

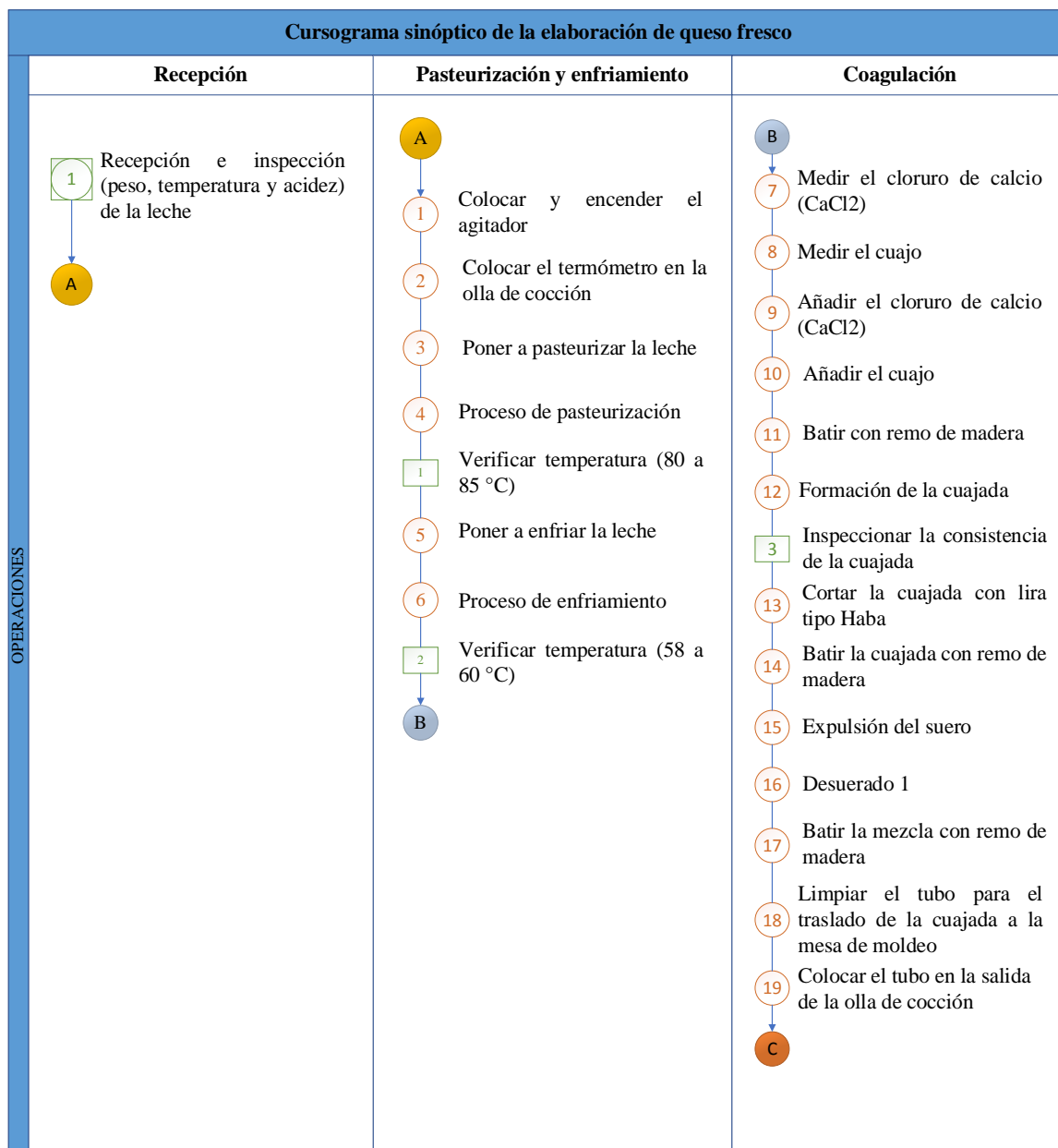
- **Operación 52:** Oreado: reposo de los quesos hasta que toda el agua se escurra.
- **Espera 1:** Espera de los quesos hasta que exista disponibilidad del personal.
- **Operación 53:** Colocar los quesos en sus respectivos empaques plásticos.
- **Operación 54:** Sellar la funda.

#### **Diagrama de recorrido**

Previo al análisis del proceso en los cursogramas sinóptico y analítico, mediante un layout se muestra el diagrama de recorrido del material durante el proceso de elaboración de queso fresco (Anexo 16).

#### **Diagrama o cursograma sinóptico**

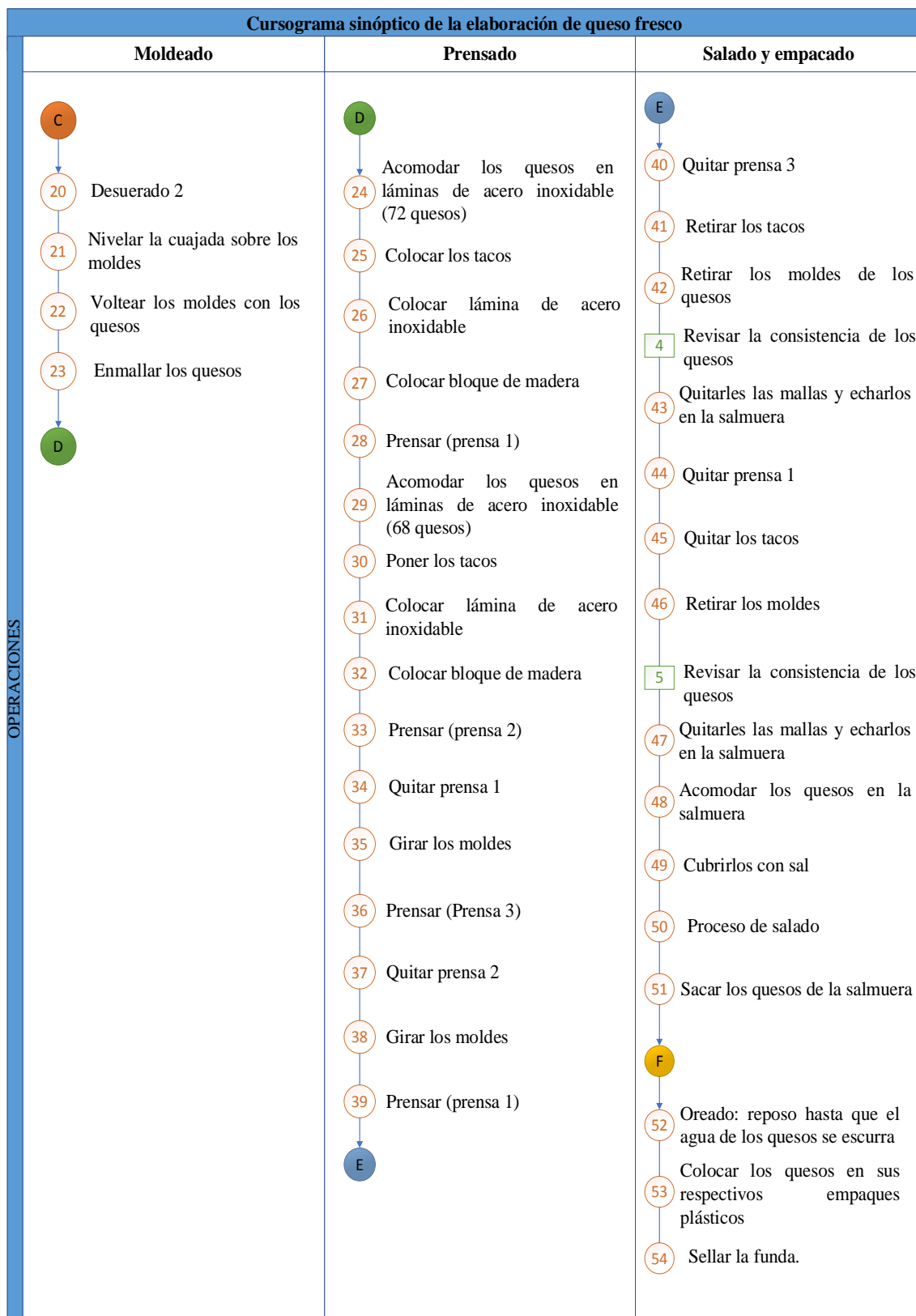
Seguidamente en este diagrama se procede a registrar todas las actividades que se desarrollan durante el proceso productivo, desde la recepción de materia prima hasta el empaque del producto terminado para su posterior despacho, para ello se ha tomado en consideración a todos los elementos que agregan valor al proceso productivo de queso fresco como las operaciones e inspecciones (Figura 42).



OPERACIONES

**Figura 42:** Cursograma sinóptico del proceso de elaboración de queso fresco





OPERACIONES

**Continuación:** Cursograma sinóptico del proceso de elaboración de queso fresco

## Diagrama o cursograma analítico del proceso

En el diagrama o cursograma analítico se realiza un análisis detallado de los distintos elementos como: operaciones, inspecciones, transportes y esperas con sus respectivos tiempos cronometrados en planta, así como las distancias recorridas por el material durante el proceso productivo, en el mismo se refleja el ritmo de trabajo actual para posteriormente efectuar el análisis de tiempos asignados en cada operación.

**Nota:** es necesario considerar que todos estos análisis se realizan tomando en cuenta un lote estándar de 140 quesos por lote.

**Tabla 6:** Cursograma analítico de material del proceso de elaboración de queso fresco

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Fecha:	03/08/2020	Diag. #:	1				
<b>Empresa:</b>	“La Esencia”	<b>Resumen</b>							
		<b>Actividad</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>				
<b>Producto:</b>	Queso fresco 750 gr.	Operación:	○	54					
<b>Área:</b>	Todas	Inspección:	□	6					
<b>Actividad:</b>	Elaboración de queso fresco.	Transporte:	⇒	8					
		Espera	D	1					
<b>Operario (s):</b>	4	Almacenamiento:	▽	1					
<b>Método:</b>	Actual/Propuesto	Total:		70					
<b>Elaborado por:</b>	Byron Maizancho	Distancia (m):		40					
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo	Tiempo (min):		255,03					
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama					
				○	⇒	□	D	▽	
Recepción e inspección del peso, temperatura y acidez de la leche.	--	--	9,22						
Almacenar la leche proveniente de los camiones en los tanques de recepción.	--	--	10,53						
Transporte de la leche del área de recepción hasta la olla de pasteurización.	600 lt	6,40	5,52						
Colocar y encender el agitador.			0,19						
Colocar el termómetro en la olla de cocción.			0,08						
Poner a pasteurizar la leche.	600 lt		0,10						
Proceso en el cual la leche se calienta alcanzando la temperatura deseada.			14,25						
Revisar que la temperatura de la leche alcance los 80 a 85 °C.			0,04						
Poner a enfriar la leche.			0,09						

Continuación: Cursograma analítico de material del proceso de elaboración de queso fresco

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Fecha:	03/08/2020	Diag. #:	1			
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
				○	⇒	□	D	▽
Enfriado de la leche.			10,13	○				
Inspección 2 (Temperatura 60-65 °C).			0,03					
Medir el cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> ).	120 gr		0,14	○				
Medir el cuajo.	30 ml		0,11	○				
Añadir el cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> ).			0,04	○				
Añadir el cuajo.			0,04	○				
Batir con remo de madera.			0,31	○				
Coagulado de la leche.			17,31	○				
Inspección 3 (consistencia de la cuajada)		-----	0,03					
Cortar la cuajada con lira tipo haba.		-----	0,56	○				
Batir la cuajada con un remo de madera.	-----	-----	1,07	○				
Reposo de cuajada para la expulsión del suero.	-----	-----	3,26	○				
Desuerado 1.	-----	-----	0,78	○				
Batir la mezcla con remo de madera.	-----	-----	0,40	○				
Limpiar el tubo para el transporte de la cuajada hasta la mesa de moldeo.	-----	-----	0,14	○				
Colocar el tubo en la salida de la olla de cocción.	-----	-----	0,12	○				
Traslado de la cuajada hasta la mesa de moldeo.	-----	1,2	3,45	○				
Desuerado 2.	-----	-----	4,03	○				
Nivelar la cuajada sobre los moldes de acero inoxidable.	-----	-----	0,40	○				
Voltear los moldes.	140 u	-----	5,25	○				
Enmallar los quesos.	140 u	-----	16,21	○				
Traslado de los quesos de la mesa de moldeo hasta la prensa 1 (Lado A).	72 u	0,85	1,52	○				
Acomodar los quesos en láminas de acero inoxidable (72 quesos).	72 u		5,41	○				
Colocar los tacos para ayudar a compactar los quesos.	72 u		1,43	○				
Colocar lámina de acero inoxidable.			0,11	○				
Colocar bloque de madera como peso para ayudar el prensado.			0,09	○				
Prensar prensa 1.			0,12	○				
Traslado de los quesos de la mesa de moldeo hasta la prensa 2 (Lado A).	68 u	0,95	1,42	○				

Continuación: Cursograma analítico de material del proceso de elaboración de queso fresco

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Fecha:	03/08/2020	Diag. #:	1				
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama					
				○	⇒	□	D	▽	
Acomodar los quesos en láminas de acero inoxidable (68 quesos).	68 u		5,03	○					
Colocar los tacos para ayudar a compactar los quesos.	68 u		1,33	○					
Colocar lámina de acero inoxidable.	1		0,11	○					
Colocar bloque de madera como peso para ayudar al prensado.	1		0,09	○					
Prensar (prensa 2).	-----		0,13	○					
Quitar la prensa 1	-----		0,25	○					
Girar los moldes para mejorar el prensado	72		1,87	○					
Traslado de los quesos hasta la prensa 3 (Lado B).	72	9,30	0,35	○					
Prensar (Prensa 3)	-----		0,32	○					
Quitar prensa 2.	-----		0,23	○					
Girar los moldes para mejorar el prensado	68		1,93	○					
Traslado de los quesos hasta la prensa 1 (Lado A).	68	5,70	0,12	○					
Prensar (Prensa 1)	-----		0,32	○					
Quitar la prensa 3.			0,23	○					
Quitar los tacos.			0,29	○					
Retirar los moldes de los quesos.			1,24	○					
Traslado de los quesos (72 quesos) hasta la salmuera.	72 u	10,20	0,26	○					
Revisar la consistencia de los quesos.	72 u		1,21	○					
Quitarles las mallas a los quesos y echarlos en la salmuera.	72 u		2,08	○					
Quitar la prensa 1.			0,25	○					
Quitar los tacos.			0,27	○					
Retirar los moldes de los quesos.			1,15	○					
Trasladar los quesos hasta la salmuera (68 quesos).	68 u	5,40	0,20	○					
Revisar la consistencia de los quesos.	68 u		1,13	○					
Quitarles las mallas a los quesos y echarlos en la salmuera.	68 u		1,97	○					
Acomodar los quesos en la salmuera.	140 u		1,58	○					
Cubrirlos con sal.	140 u		0,47	○					
Reposo de los quesos en la salmuera hasta que adquieran sus propiedades.	140 u		45	○					

**Continuación:** Cursograma analítico de material del proceso de elaboración de queso fresco

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Fecha:	03/08/2020	Diag. #:	1				
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama					
				○	⇒	□	D	▽	
Sacar los quesos de la salmuera y ubicarlos en los estantes.	140 u	-----	3,11	○					
Oreado: reposo hasta que se escurra toda el agua de los quesos.	140 u		10	○					
Espera de los quesos hasta que exista disponibilidad de personal.	140 u	-----	18,02				D		
Colocar los quesos en sus respectivos empaques plásticos.	140 u	-----	40,31	○					
Sellar la funda.	140 u	-----	4,25	○					

En resumen, el cursograma analítico nos detalla con claridad la secuencia de cada una de las actividades productivas e improductivas del proceso en estudio, así como la distancia recorrida y el tiempo de ejecución de cada elemento para ello a continuación se presenta el resumen obtenido de este diagrama:

**Tabla 7:** Resumen cursograma analítico, elaboración de queso fresco

Elementos		Distancia (m)	Tiempo (min)	Cantidad
Operación	○		201,98	54
Transporte	⇒	40	12,84	8
Inspección	□		11,66	6
Espera	D		18,02	1
Almacenamiento	▽		10,53	1
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>255,03</b>	<b>70</b>

**Resultado:** como información inicial se detalla que el método productivo actual cuenta con 54 operaciones llevadas a cabo en todas las áreas pertenecientes a la línea de elaboración de queso fresco, de igual manera se tiene 8 transportes, 6 inspecciones, 1 almacenamiento e inicialmente se evidencia 1 espera, con un tiempo de ejecución de 255,03 minutos, y una trayectoria recorrida de 40 metros proveniente del método de producción actual en especial en el área de prensado y salado, más adelante se conocerá con exactitud el tiempo total proveniente de las actividades productivas e improductivas del proceso en estudio.

Es necesario mencionar que este tiempo total resulta de procesar un lote de producción el mismo que consta de 140 unidades resultantes de 600 litros de leche.

### **3.1.6 Estudio de tiempos**

Se efectúa el estudio de tiempos en la línea de producción de queso fresco de 750 gramos, en base a la información previa recopilada en la planta de producción de la empresa de lácteos “La Esencia”.

Para ello se basa en el método de cronometraje conocido como vuelta a cero, en donde el equipo utilizado para realizar la toma de tiempos es reiniciado cada vez que se concluye con un elemento o actividad, del mismo modo se hace uso del criterio de General Electric Company para efectuar el número de observaciones, el criterio de la OIT para los suplementos y el sistema de valoración de trabajo mediante el criterio de la tabla Británica, posteriormente el cálculo del tiempo normal y estándar utilizado en cada operación en un lote de producción.

#### **Selección de las operaciones**

El proceso elegido para el estudio de tiempos consiste desde la operación de pasteurización hasta el empaclado, en vista que la operación de recepción y control de calidad se lo realiza de forma compartida para las líneas de producción de queso y yogurt, motivo por el cual no se considera para el estudio pertinente debido que este es un estudio enfocado especialmente en la línea de producción de queso fresco.

#### **Selección del operario**

El estudio se realiza tomando en cuenta a los cuatro operarios pertenecientes a esta línea de producción, a su vez por ser un proceso variable y debido a la rotación del personal durante los días de trabajo, el cálculo de suplementos se considera para los operarios indistintamente y dependiendo del tipo de operación, en vista que las operaciones se desarrollan en distintas áreas unas requieren de mayor valoración que otras.

De igual modo es necesario especificar que los operarios no son fijos para cada área, es decir, las estaciones o puestos de trabajo son ocupadas por cualquier operario indistintamente dependiendo de la disponibilidad del mismo durante la jornada laboral.

## Número de observaciones

Para este estudio se realiza el cálculo del número de observaciones o ciclos a efectuar mediante el criterio que establece General Electric Company para el muestreo de trabajo, para ello en primera instancia se realiza una observación preliminar de los tiempos llevados a cabo para cada operación para posteriormente establecer la comparación con la tabla que se muestra a continuación:

**Tabla 8:** General Electric Company para número de observaciones

Tiempo de Ciclo (min)	Observaciones a efectuar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8
20,00 a 40,00	5
más de 40,00	3

De esta manera se obtiene el número de observaciones a realizar en cada una de las operaciones concernientes a la elaboración de queso fresco.

**Tabla 9:** Cálculo el número de observaciones empresa de lácteos “La Esencia”

Número de observaciones a realizar			
Área	Operación	Tiempo Observado (min)	# Observaciones
Preparación	Pasteurizado	20,18	5
	Enfriado	10,25	8
	Coagulación	24,29	5
Moldeo	Moldeado	31,34	5
Prensado	Prensado	22,19	5
Salmuera	Salado	57,31	3
Almacenado	Empacado	72,58	3

## Descripción y codificación de las actividades o elementos

Cada operación necesaria para la elaboración de queso fresco se desarrolla mediante la ejecución de subactividades o elementos por lo cual se los procede a detallar y a codificar, de manera que puedan ser identificadas con facilidad y que ayuden en el manejo eficaz de la información durante el estudio de tiempos.

**Tabla 10:** Codificación de los elementos del área de preparación

<b>“LA ESENCIA”</b>		<b>Estudio N° 1</b>
<b>Área de preparación</b>		
<b>Elementos</b>	<b>Código</b>	
<b>Operación de pasteurizado</b>		<b>A</b>
Transporte de la leche hasta la olla de cocción	A0	
Colocar y encender el agitador	A1	
Colocar el termómetro en la olla de cocción	A2	
Poner a pasteurizar la leche	A3	
Proceso de pasteurización de la leche	A4	
Inspección (Temperatura 80 a 85 °C)	A5	
<b>Operación de Enfriado</b>		<b>B</b>
Poner a enfriar la leche	B0	
Proceso de enfriamiento de la leche	B1	
Inspección (Temperatura 58 a 60 °C)	B2	
<b>Operación de coagulación</b>		<b>C</b>
Medir el cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> )	C0	
Medir el cuajo	C1	
Añadir el cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> )	C2	
Añadir el cuajo	C3	
Batir con remo de madera	C4	
Reposo de la leche hasta formar la cuajada	C5	
Revisar la consistencia de la cuajada	C6	
Cortar la cuajada con lira tipo Haba	C7	
Batir la cuajada con remo de madera	C8	
Reposo de cuajada para expulsar el suero.	C9	
Desuerado 1	C10	
Batir la mezcla con remo de madera	C11	
Limpiar el tubo para el transporte de la cuajada	C12	
Colocar el tubo en la salida de la olla de cocción	C13	



**Tabla 11:** Codificación de los elementos del área de moldeo

<b>“LA ESENCIA”</b>		<b>Estudio N° 2</b>
<b>Área de Moldeo</b>		
Elementos	Código	
<b>Operación Moldeo</b>	<b>D</b>	
Traslado de la cuajada hasta la mesa de moldeo.	D0	
Desuerado 2	D1	
Nivelar la cuajada sobre los moldes de acero inoxidable	D2	
Voltear los moldes	D3	
Enmallar los quesos	D4	

**Tabla 12:** Codificación de los elementos del área de prensado

<b>“LA ESENCIA”</b>		<b>Estudio N° 3</b>
<b>Área de Prensado</b>		
Elementos	Código	
<b>Operación de prensado</b>	<b>E</b>	
Traslado de los quesos de la mesa de moldeo hasta la prensa 1 (Lado A)	E0	
Acomodar los quesos en láminas de acero inoxidable (72 quesos)	E1	
Colocar los tacos para ayudar a compactar los quesos	E2	
Colocar lámina de acero inoxidable	E3	
Colocar bloque de madera como peso para ayudar el prensado	E4	
Prensar (Prensa 1)	E5	
Traslado de los quesos hasta la prensa 2 (Lado A)	E6	
Acomodar los quesos en láminas de acero inoxidable (68 quesos)	E7	
Colocar los tacos para ayudar a compactar los quesos	E8	
Colocar lámina de acero inoxidable	E9	
Colocar bloque de madera como peso para ayudar al prensado	E10	
Prensar (prensa 2)	E11	
Quitar la prensa 1	E12	
Girar los moldes	E13	
Trasladar los quesos hasta la prensa 3 (Lado B)	E14	
Prensar (Prensa 3)	E15	
Quitar prensa 2.	E16	
Girar los moldes	E17	
Traslado de los quesos hasta la prensa 1 (Lado A)	E18	
Prensar (Prensa 1)	E19	

**Tabla 13:** Codificación de los elementos del área de salmuera

<b>“LA ESENCIA”</b>		<b>Estudio N° 4</b>
<b>Área de Salado</b>		
Elementos	Código	
<b>Operación de salado</b>	<b>F</b>	
Quitar la prensa 3	F0	
Quitar los tacos	F1	
Retirar los moldes de los quesos	F2	
Trasladar los quesos hasta la salmuera (72 quesos)	F3	
Revisar la consistencia de los quesos	F4	
Quitar las mallas a los quesos y colocarlos en la salmuera	F5	
Quitar la prensa 1	F6	
Quitar los tacos	F7	
Retirar los moldes de los quesos	F8	
Trasladar los quesos hasta la salmuera (68 quesos)	F9	
Revisar la consistencia de los quesos	F10	
Quitar las mallas a los quesos y colocarlos en la salmuera	F11	
Acomodar los quesos en la salmuera	F12	
Cubrirlos con sal	F13	
Reposo de los quesos en la salmuera hasta que adquieran sus propiedades.	F14	
Sacar los quesos de la salmuera y ubicarlos en los estantes	F15	

**Tabla 14:** Codificación de los elementos del área de almacenado

<b>“LA ESENCIA”</b>		<b>Estudio N° 5</b>
<b>Área de Almacenado</b>		
Elementos	Código	
<b>Operación de empaquetado</b>	<b>G</b>	
Oreado: reposo de los quesos hasta que el agua de los quesos se escurra.	G0	
Espera de los quesos hasta que exista disponibilidad de personal.	G1	
Colocar los quesos en sus respectivos empaques plásticos.	G2	
Sellar las fundas.	G3	

## **Valoración del ritmo de trabajo**

Aunque la valoración de ritmo de trabajo no posee un método universalmente planteado ni tampoco es considerada como una ciencia exacta, pues depende del análisis y criterio del analista de procesos, este factor es muy importante para el cálculo del tiempo normal y por ende del tiempo estándar de una tarea para un trabajador calificado [16].

En este caso mediante el criterio expuesto en la tabla británica de valoración del ritmo de trabajo, se otorga a los operarios analizados una valoración del ritmo tipo que pertenece al 100%, pues, debido a su experticia en el proceso se los consideran como obreros calificados, capaces, activos y motivados en la ejecución de su labor diaria.

## **Suplementos**

Para el cálculo de suplementos se basa en el criterio de valoración presentado por la Organización Internacional de Trabajo (OIT), (Figura 2).

## **Cálculo del tiempo normal o básico**

Una vez efectuadas las observaciones de cada elemento y con el factor de desempeño del operario, el cálculo del tiempo normal es posible mediante la fórmula número (1).

## **Cálculo de tiempo estándar**

Mediante la asignación de los suplementos y el tiempo básico o normal es factible calcular el tiempo en el que un operador capacitado y calificado realiza una tarea específica, conocido como tiempo tipo o estándar para ello se hace uso de la ecuación número (2).

De esta manera se obtiene el tiempo estándar que es indispensable para establecer la capacidad de producción estándar de cada operación, así como la identificación del cuello de botella o proceso lento, cabe reiterar que estos cálculos se los realiza para un lote de producción que consta de 140 quesos y se lo realiza por separado para todas las operaciones principales ejecutadas en cada área o estación de trabajo.

## Área de preparación

**Tabla 15:** Cálculo de suplementos para el área de preparación

Cálculo de Suplementos			
Área	Preparación		
Operación	Pasteurización. Enfriado y coagulación		
Investigador	Byron Maizancho	Operario	
Suplementos		M	F
Constantes	Por necesidades personales	5	.....
	Base por fatiga	4	.....
Variables	Por trabajar de pie	2	.....
	Por postura anormal	0	.....
	Uso de fuerza o energía muscular	2	.....
	Mala iluminación	0	.....
	Condiciones atmosféricas	0	.....
	Concentración intensa	0	.....
	Ruido	1	.....
	Tensión mental	0	.....
	Monotonía	1	.....
	Tedio	0	.....
<b>% Total</b>		15	.....
<b>s</b>		0,15	.....

**Tabla 16:** Cálculo de tiempo estándar, operación de pasteurización

Estudio de tiempos									Fecha:	10/08/2020		
Área	Preparación					Estudio N°	1					
Operación	Pasteurización					Operario	Hombre					
Tiempo	minutos					Hora inicio	10:30 AM					
Investigador	Byron Maizancho					Hora fin	12:10 PM					
Elemento	N° ciclos (min)					Resumen						
	1	2	3	4	5	TT	TP	Vd	TN	s	Ts	
A0	5,52	5,52	5,52	5,51	5,52	27,59	5,52	1,00	5,52	0,15	6,35	
A1	0,19	0,20	0,19	0,19	0,21	0,98	0,20	1,00	0,20	0,15	0,23	
A2	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,42	0,08	1,00	0,08	0,15	0,10	
A3	0,1	0,09	0,12	0,08	0,09	0,48	0,10	1,00	0,10	0,15	0,11	
A4	15,25	15,32	15,28	15,31	15,21	76,37	15,27	1,00	15,27	0,15	17,57	
A5	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05	0,19	0,04	1,00	0,04	0,15	0,04	
<b>Total (min)</b>											<b>24,39</b>	
TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos Ts: Tiempo estándar												

**Tabla 17:** Cálculo de tiempo estándar, operación de enfriado

Estudio de tiempos											Fecha:	10/08/2020			
Área	Preparación								Estudio N°	1					
Operación	Enfriado								Operario	Hombre					
Tiempo	minutos								Hora inicio	7:30 AM					
Investigador	Byron Maizancho								Hora fin	9:30 AM					
Elemento	N° ciclos								Resumen						
	1	2	3	4	5	6	7	8	TT	TP	Vd	TN	s	Ts	
<b>B0</b>	0,09	0,08	0,08	0,08	0,11	0,09	0,10	0,1	0,73	0,09	1,06	0,10	0,15	0,11	
<b>B1</b>	10,13	10,12	10,14	10,09	10,11	11,00	10,50	11,2	83,29	10,41	1,06	11,04	0,15	12,69	
<b>B2</b>	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,28	0,04	1,06	0,04	0,15	0,04	
<b>Total (min)</b>														<b>12,85</b>	
TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos Ts: Tiempo estándar															

**Tabla 18:** Cálculo del tiempo estándar operación de coagulación

Estudio de tiempos											Fecha:	11/08/2020			
Área	Preparación								Estudio N°	1					
Operación	Coagulación								Operario	Hombre					
Tiempo	minutos								Hora inicio	7:30 AM					
Investigador	Byron Maizancho								Hora fin	9:30 AM					
Elemento	N° ciclos								Resumen						
	1	2	3	4	5	TT	TP	Vd	TN	s	Ts				
<b>C0</b>	0,14	0,15	0,14	0,15	0,13	0,71	0,14	1,00	0,14	0,15	0,16				
<b>C1</b>	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,53	0,11	1,00	0,11	0,15	0,12				
<b>C2</b>	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,23	0,05	1,00	0,05	0,15	0,05				
<b>C3</b>	0,04	0,03	0,04	0,05	0,03	0,19	0,04	1,00	0,04	0,15	0,04				
<b>C4</b>	0,31	0,31	0,32	0,30	0,31	1,55	0,31	1,00	0,31	0,15	0,36				
<b>C5</b>	17,31	17,32	18,30	17,30	17,31	87,54	17,51	1,00	17,51	0,15	20,13				
<b>C6</b>	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,18	0,04	1,00	0,04	0,15	0,04				
<b>C7</b>	0,56	0,55	0,56	0,57	0,55	2,79	0,56	1,00	0,56	0,15	0,64				
<b>C8</b>	1,07	1,07	1,06	1,06	1,05	5,31	1,06	1,00	1,06	0,15	1,22				
<b>C9</b>	3,26	3,25	3,25	3,26	3,25	16,27	3,25	1,00	3,25	0,15	3,74				
<b>C10</b>	0,78	0,78	0,78	0,79	0,77	3,90	0,78	1,00	0,78	0,15	0,90				
<b>C11</b>	0,40	0,39	0,41	0,40	0,40	2,00	0,40	1,00	0,40	0,15	0,46				
<b>C12</b>	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14	0,69	0,14	1,00	0,14	0,15	0,16				
<b>C13</b>	0,12	0,13	0,12	0,12	0,13	0,62	0,12	1,00	0,12	0,15	0,14				
<b>Total (min)</b>												<b>28,17</b>			
TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos Ts: Tiempo estándar															

## Área de Moldeo

**Tabla 19:** Cálculo de suplementos área de moldeo

Cálculo de Suplementos			
Área	Moldeo		
Operación	Moldeado		
Investigador	Byron Maizancho	Operario	
		<b>M</b>	<b>F</b>
<b>Suplementos</b>			
Constantes	Por necesidades personales	5	.....
	Base por fatiga	4	.....
Variables	Por trabajar de pie	2	.....
	Por postura anormal	0	.....
	Uso de fuerza o energía muscular	2	.....
	Mala iluminación	0	.....
	Condiciones atmosféricas	0	.....
	Concentración intensa	2	.....
	Ruido	1	.....
	Tensión mental	0	.....
	Monotonía	1	.....
	Tedio	0	.....
<b>% Total</b>		17	.....
<b>s</b>		0,17	.....

**Tabla 20:** Cálculo de tiempo estándar, operación de moldeado

Estudio de tiempos									Fecha:	11/08/2020		
Área	Moldeo					Estudio N°	2					
Operación	Moldeado					Operario	Hombre					
Tiempo	minutos					Hora inicio	10:00 AM					
Investigador	Byron Maizancho					Hora fin	11:30 AM					
Elemento	N° ciclos					Resumen						
	1	2	3	4	5	TT	TP	Vd	TN	s	Ts	
D0	3,85	3,84	3,85	3,85	3,83	19,22	3,84	1,00	3,84	0,17	4,50	
D1	6,10	6,13	6,12	6,23	6,11	30,69	6,14	1,00	6,14	0,17	7,18	
D2	0,50	0,51	0,51	0,50	0,48	2,50	0,50	1,00	0,50	0,17	0,59	
D3	5,25	5,25	5,26	5,24	5,25	26,25	5,25	1,00	5,25	0,17	6,14	
D4	17,21	17,20	17,22	17,24	17,20	86,07	17,21	1,00	17,21	0,17	20,14	
<b>Total (min)</b>											<b>38,55</b>	
TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos Ts: Tiempo estándar												

## Área de prensado

**Tabla 21:** Cálculo de suplementos área de prensado

Cálculo de Suplementos			
Área	Prensado		
Operación	Prensado de los quesos		
Investigador	Byron Maizancho	Operario	
Suplementos		M	F
Constantes	Por necesidades personales	5	.....
	Base por fatiga	4	.....
Variables	Por trabajar de pie	2	.....
	Por postura anormal	2	.....
	Uso de fuerza o energía muscular	3	.....
% Total		16	.....
s		0,16	.....

**Tabla 22:** Cálculo de tiempo estándar, operación de prensado

Estudio de tiempos									Fecha:	12/08/2020	
Área	Prensado					Estudio N°			3		
Operación	Prensado de los quesos					Operario			Hombre		
Tiempo	minutos					Hora inicio			7:30 AM		
Investigador	Byron Maizancho					Hora fin			9:30 AM		
Elemento	N° ciclos					Resumen					
	1	2	3	4	5	TT	TP	Vd	TN	s	Ts
E0	1,52	1,52	1,53	1,53	1,52	7,62	1,52	1,00	1,52	0,16	1,77
E1	5,41	5,41	5,40	5,41	5,42	27,05	5,41	1,00	5,41	0,16	6,28
E2	1,43	1,44	1,44	1,43	1,43	7,17	1,43	1,00	1,43	0,16	1,66
E3	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,56	0,11	1,00	0,11	0,16	0,13
E4	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,47	0,09	1,00	0,09	0,16	0,11
E5	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,62	0,12	1,00	0,12	0,16	0,14
E6	1,42	1,42	1,42	1,41	1,42	7,08	1,42	1,00	1,42	0,16	1,64
E7	5,03	5,04	5,02	5,05	5,01	25,15	5,03	1,00	5,03	0,16	5,83
E8	1,33	1,34	1,33	1,34	1,33	6,67	1,33	1,00	1,33	0,16	1,55
E9	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11	0,53	0,11	1,00	0,11	0,16	0,12
E10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,42	0,08	1,00	0,08	0,16	0,10
E11	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	0,63	0,13	1,00	0,13	0,16	0,15
E12	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	1,25	0,25	1,00	0,25	0,16	0,29
E13	2,07	2,08	2,07	2,08	2,07	10,37	2,07	1,00	2,07	0,16	2,41
E14	0,35	0,34	0,35	0,34	0,34	1,71	0,34	1,00	0,34	0,16	0,40
E15	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	1,58	0,32	1,00	0,32	0,16	0,37
E16	0,23	0,24	0,23	0,23	0,24	1,17	0,23	1,00	0,23	0,16	0,27
E17	1,93	1,93	1,93	1,93	1,94	9,65	1,93	1,00	1,93	0,16	2,24
E18	0,12	0,12	0,13	0,12	0,15	0,64	0,13	1,00	0,13	0,16	0,15
E19	0,32	0,33	0,32	0,34	0,33	1,64	0,33	1,00	0,33	0,16	0,38
Total (min)											25,98
TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos Ts: Tiempo estándar											

## Área de salmuera

**Tabla 23:** Cálculo de suplementos, área de salmuera

Cálculo de Suplementos			
Área	Salmuera		
Operación	Salado de los quesos		
Investigador	Byron Maizancho	Operario	
Suplementos		M	F
Constantes	Por necesidades personales	5	.....
	Base por fatiga	4	.....
Variables	Por trabajar de pie	2	.....
	Uso de fuerza o energía muscular	3	.....
% Total		14	.....
s		0,14	.....

**Tabla 24:** Cálculo de tiempo estándar para la operación de salado

Estudio de tiempos										Fecha:	13/08/2020
Área	Salmuera					Estudio N°	4				
Operación	Salado de los quesos					Operario	Hombre				
Tiempo	minutos					Hora inicio	7:30 AM				
Investigador	Byron Maizancho					Hora fin	9:30 AM				
Elemento	N° ciclos					Resumen					
	1	2	3	4	5	TT	TP	Vd	TN	s	Ts
F0	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23	1,14	0,23	1,00	0,23	0,14	0,26
F1	0,29	0,29	0,29	0,28	0,29	1,43	0,29	1,00	0,29	0,14	0,33
F2	1,24	1,23	1,24	1,23	1,24	6,18	1,24	1,00	1,24	0,14	1,41
F3	0,26	0,27	0,27	0,26	0,26	1,31	0,26	1,00	0,26	0,14	0,30
F4	1,21	1,22	1,21	1,22	1,21	6,07	1,21	1,00	1,21	0,14	1,38
F5	2,07	2,05	2,05	2,06	2,06	10,29	2,06	1,00	2,06	0,14	2,35
F6	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	1,28	0,26	1,00	0,26	0,14	0,29
F7	0,27	0,27	0,28	0,26	0,28	1,36	0,27	1,00	0,27	0,14	0,31
F8	1,15	1,15	1,14	1,15	1,15	5,74	1,15	1,00	1,15	0,14	1,31
F9	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20	1,02	0,20	1,00	0,20	0,14	0,23
F10	1,13	1,13	1,14	1,14	1,12	5,66	1,13	1,00	1,13	0,14	1,29
F11	1,97	1,95	1,98	1,98	1,97	9,85	1,97	1,00	1,97	0,14	2,25
F12	1,58	1,59	1,58	1,58	1,59	7,92	1,58	1,00	1,58	0,14	1,81
F13	0,47	0,46	0,46	0,47	0,46	2,32	0,46	1,00	0,46	0,14	0,53
F14	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	225,00	45,00	....	....	....	45,00
F15	2,21	2,22	3,11	3,52	3,54	14,60	2,92	1,00	2,92	0,14	3,33
Total (min)											62,36
TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos Ts: Tiempo estándar											



## Área de almacenado

**Tabla 25:** Cálculo de suplementos, área de almacenado

Cálculo de Suplementos			
Área	Almacenado		
Operación	Empacado		
Investigador	Byron Maizancho	Operario	
Suplementos		M	F
Constantes	Por necesidades personales	5	.....
	Base por fatiga	4	.....
Variables	Por trabajar de pie	2	.....
	Uso de fuerza o energía muscular	2	.....
	Monotonía	1	.....
% Total		14	.....
s		0,14	.....

**Tabla 26:** Cálculo de tiempo estándar, operación de empaque

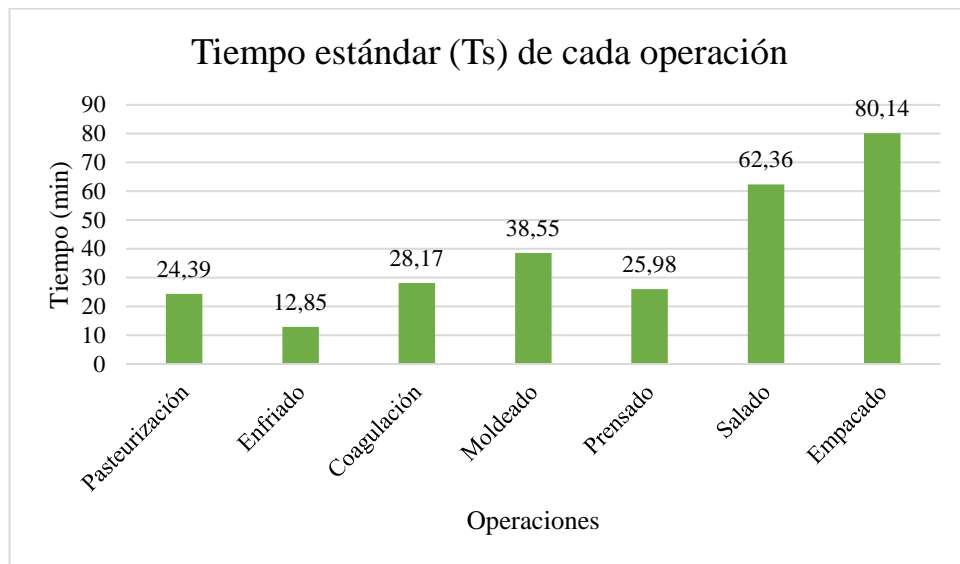
Estudio de tiempos									Fecha:	14/08/2020	
Área	Almacenado					Estudio N°	5				
Operación	Empacado					Operario	Hombre				
Tiempo	minutos					Hora inicio	7:30 AM				
Investigador	Byron Maizancho					Hora fin	2:00 PM				
Elemento	N° ciclos					Resumen					
	1	2	3	4	5	TT	TP	Vd	TN	s	Ts
G0	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	50,00	10,00	....	....	....	10,00
G1	15,98	16,02	16,10	16,08	16,04	80,22	16,04	....	....	....	16,04
G2	40,31	45,26	41,22	44,15	40,36	211,30	42,26	1,00	42,26	0,14	48,18
G3	5,21	5,20	5,17	5,20	5,18	25,96	5,19	1,00	5,19	0,14	5,92
Total (min)											80,14
TT: tiempo total TP: Tempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos Ts: Tiempo estándar											

### Resumen del tiempo estándar actual

Considerando la situación y el método actual en la que se desempeña la empresa, se calcula el tiempo estándar para cada una de las operaciones necesarias para la obtención del queso fresco de 750 gramos, tomando en cuenta siete operaciones principales las mismas que se llevan a cabo dentro de las áreas o estaciones de trabajo respectivas, en la tabla número 27 se presenta un resumen del tiempo estándar en minutos de cada operación tanto para el lote como para la unidad, sabiendo que un lote consta de 140 unidades.

**Tabla 27:** Cuadro de resumen del tiempo estándar (Ts) total de cada operación

Área	Operación	Ts/Lote (min)	Ts/unidad (min)
Preparación	Pasteurización	24,39	0,17
	Enfriado	12,85	0,09
	Coagulación	28,17	0,20
Moldeo	Moldeado	38,55	0,28
Prensado	Prensado	25,98	0,19
Salmuera	Salado	62,36	0,45
Almacenado	Empacado	80,14	0,57
<b>Total</b>		<b>272,44</b>	<b>1,95</b>



**Figura 43:** Tiempo estándar empleado en cada operación

### Interpretación de la gráfica

Como es notorio de acuerdo al tiempo estándar destinado para cada operación en la elaboración de queso fresco, la operación que más tiempo requiere para ejecutarse es la de empacado con 80,14 minutos la misma que pertenece al área de almacenado, por lo tanto, esta será quien restrinja el ritmo de producción del proceso productivo.

### 3.1.7 Capacidad de producción

En base a los tiempos estándar calculados es posible hallar la capacidad de producción con la que cuenta actualmente la línea de queso fresco de 750 gramos, considerando los métodos actuales de trabajo en vista que cada operación cuenta con una capacidad de producción diferente.

El estudio se realiza en lotes de producción, considerando como tal una olla donde se procesan 600 litros de leche en el área de preparación, de la misma se obtienen 140 quesos durante su paso por el área de moldeo, prensado, salmuera y almacenado, es decir un queso se obtienen de aproximadamente 4,29 litros de leche.

La empresa “La Esencia” labora en un horario de 8:00 am hasta las 17:00 pm con una hora para el almuerzo y descanso para los trabajadores, por lo cual la capacidad de producción se analiza para una jornada laboral de 8 horas al día y tomando en cuenta el número de operarios que intervienen actualmente en las operaciones dentro de cada área o estación de trabajo.

### **Jornada laboral**

$$Jornada\ laboral = 8h * \frac{60\ min}{1h} = 480\ min$$

### **Capacidad de producción estándar**

$$Cp_s = \frac{1}{T_s} * jornada\ laboral \quad (8)$$

### **Capacidad de producción estándar**

#### ➤ **Pasteurización**

- Capacidad de producción estándar en lotes:

$$Cp_s = \frac{480 \frac{min}{día}}{24,39 \frac{min}{lote}} = 19,68 \frac{lotes}{día} = 20 \frac{lotes}{día}$$

- Capacidad de producción en unidades:

$$20 \frac{lotes}{día} * \frac{140\ unidades}{lote} = 2800 \frac{unidades}{día}$$

#### ➤ **Enfriado**

- Capacidad de producción estándar en lotes:

$$Cp_s = \frac{480}{12,85} = 37,35 \frac{lotes}{día} = 37 \frac{lotes}{día}$$

- Capacidad de producción en unidades:

$$37 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} * \frac{140 \text{ unidades}}{\text{lote}} = 5180 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}$$

#### ➤ **Coagulación**

- Capacidad de producción estándar en lotes:

$$Cp_s = \frac{480}{28,17} = 17,04 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} = 17 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}$$

- Capacidad de producción en unidades:

$$17 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} * \frac{140 \text{ unidades}}{\text{lote}} = 2380 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}$$

#### ➤ **Moldeado**

- Capacidad de producción estándar en lotes:

$$Cp_s = \frac{480}{38,55} = 12,45 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} = 12 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}$$

- Capacidad de producción en unidades:

$$12 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} * \frac{140 \text{ unidades}}{\text{lote}} = 1680 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}$$

#### ➤ **Prensado**

- Capacidad de producción estándar en lotes:

$$Cp_s = \frac{480}{25,98} = 18,48 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} = 18 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}$$

- Capacidad de producción en unidades:

$$18 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} * \frac{140 \text{ unidades}}{\text{lote}} = 2520 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}$$

#### ➤ **Salado**

Esta operación en particular consta de un tiempo manual en el cual el operador coloca los quesos en las tinas de la salmuera y los retira, adicional, otro tiempo en el cual los quesos permanecen en reposo en la tina de salmuera hasta adquirir las propiedades que agregan valor al mismo, en este caso sin intervención del operador.

**Tabla 28:** Tiempo estándar actual por lote, operación de salado

Tipo	Actividad	Consideraciones	Ts (min)
Manual	Colocar		14,03
No manual	Salado	tinas de salmuera	45
Manual	Retirar		3,33
<b>LOTE</b>			<b>62,36</b>

- Capacidad de producción estándar en lotes:

$$Cp_s = \frac{480}{62,36} = 7,70 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} = 8 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}$$

- Capacidad de producción en unidades:

$$8 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} * \frac{140 \text{ unidades}}{\text{lote}} = 1120 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}$$

### ➤ Empacado

Al igual que la operación de salado el empaque de quesos también consta de tres tiempos: un tiempo fijo asignado para el oreado en donde los quesos reposan hasta escurrir el agua proveniente de la salmuera, un tiempo de operación manual y un tiempo desperdiciado por una espera que no agrega valor al proceso debido a la falta de disponibilidad de operarios, que depende a su vez de la deficiencia existente en el método actual de trabajo.

**Tabla 29:** Tiempo estándar actual por lote, operación de empackado

Tipo	Actividad	Ts (min)
No Manual	Oreado	10,00
Manual	Empacado	54,10
Espera	Ninguna	16,04
<b>Total</b>		<b>80,14</b>

- Capacidad de producción estándar en lotes:

$$Cp_s = \frac{480}{80,14} = 5,98 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} = 6 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}$$

- Capacidad de producción en unidades:

$$6 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} * \frac{140 \text{ quesos}}{\text{lote}} = 840 \frac{\text{quesos}}{\text{día}}$$

## Cuello de botella

Considerando el tiempo estándar y la capacidad de producción calculada de cada operación, se puede identificar el cuello de botella que restringe la producción de queso fresco en “La Esencia”, impidiendo que la misma pueda satisfacer la demanda a tiempo y por ende se haga uso de recursos adicionales para el logro de dicho objetivo.

De acuerdo al análisis efectuado se observa que la operación de empacado perteneciente al área de almacenado es la que limita la producción, la misma que vendría a considerarse como el cuello de botella, en consecuencia, la empresa en su línea de queso fresco y con la intervención de sus cuatro operarios únicamente produce 6 lotes u 840 quesos diarios considerando los métodos actuales de trabajo.

## Resumen de la capacidad de producción actual

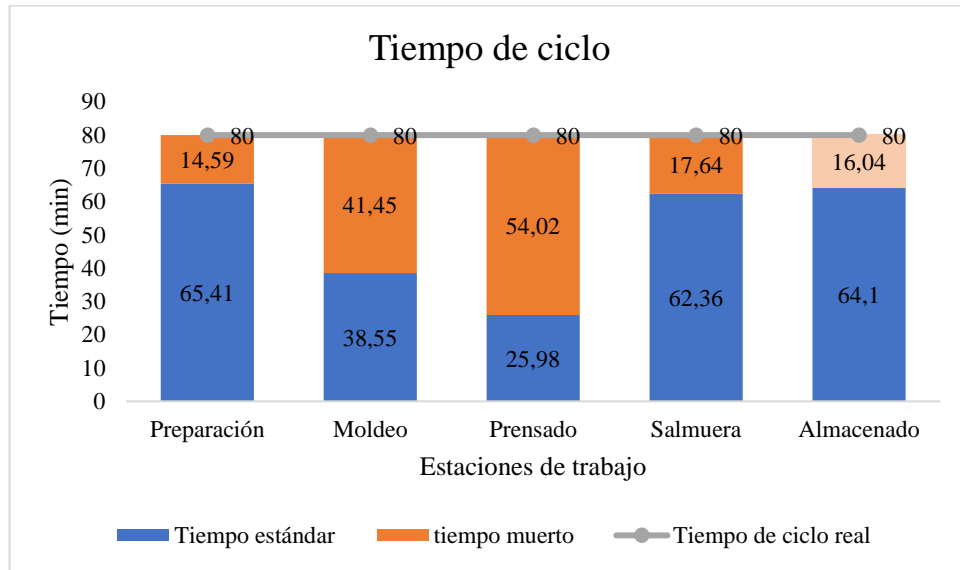
Seguidamente se presenta una tabla resumen de la capacidad y el tiempo de ciclo real manejado en la empresa, cabe recalcar que por tratarse de productos alimenticios en la línea de queso fresco únicamente se manejan lotes completos, por lo tanto, los cálculos efectuados anteriormente se aproximan.

**Tabla 30:** Capacidad de producción estándar y real actual de la empresa “La Esencia”, en su línea de quesos

Áreas o estaciones de trabajo	Operación	Ts/ lote (min)	Cps (Lotes)	Cpr (Lotes)	Tc Real (min)	Tc (áreas)	Tm	Operarios
Preparación	Pasteurización	24,39	19	6	80,00	65,41	14,59	Juan
	Enfriado	12,85	37	6	80,00			
	Coagulación	28,17	17	6	80,00			
Moldeo	Moldeado	38,55	12	6	80,00	38,55	41,45	Juan, Diego, Carlos, Wilmer
Prensado	Prensado	25,98	18	6	80,00	25,98	54,02	Carlos
Salmuera	Salado	62,36	8	6	80,00	62,36	17,64	Wilmer
Almacenado	Empacado	80,14	6	6	80,00	80,14	15,90	Diego, Carlos, Wilmer, Juan
Ts: Tiempo estándar, Cps: Capacidad de producción estándar, Cpr: Capacidad de producción real, Tm: Tiempo muerto o inactivo								

En concordancia con los datos registrados en la tabla 30, se puede observar que la línea de producción de queso fresco actualmente procesa 6 lotes completos al día que equivaldría a 840 quesos, ya que cada lote consta de 140 unidades.

De esta manera el tiempo de ciclo que rige la producción es de 80 minutos por lote debido al cuello de botella que posee un tiempo de 80,14 minutos, resultado de un tiempo que no agrega valor al proceso de 16,04 minutos en la operación de empaque como se muestra en la tabla 29, esto ocasiona la aparición de tiempos inactivos en todas las operaciones involucradas, provocando a su vez tiempos muertos o inactivos de las estaciones de trabajo después de procesar un lote completo (Figura 44).



**Figura 44:** Tiempo de espera generado por el cuello de botella

La producción de queso fresco se lo realiza en lotes no se lo puede hacer en unidades por lo que en un área debe realizarse todo el lote para avanzar a la siguiente y así sucesivamente, a más de ello el tiempo de ciclo actual es de 80 minutos, y en relación con el tiempo estándar calculado ocasiona un tiempo de espera entre cada operación como se lo puede apreciar en la figura 44.

Este tiempo ocioso suma un total de 143,60 minutos, debido a que en ocasiones dos o más estaciones de trabajo permanecen inactivas a falta de disponibilidad de personal, pues no se han asignado trabajadores fijos para cada puesto, influyendo negativamente en el cumplimiento de la demanda, haciendo que el proceso se torne deficiente y no aproveche al máximo los recursos disponibles, la causa de este y otros problemas se analizarán más adelante mediante el análisis del mapa de cadena de valor del proceso.

### **3.1.8 Manufactura Esbelta para el proceso productivo**

La mayor parte de los problemas que se presentan en las organizaciones se da por la existencia de despilfarros o desperdicios en los procesos productivos, es decir la presencia de aquellas actividades que no agregan valor al producto final consumiendo recursos que podrían ser aprovechadas de mejor manera, es por este motivo que el proceso de elaboración de queso fresco en la empresa “La Esencia” es analizada mediante la filosofía de optimización y mejora continua conocida como Manufactura Esbelta, la misma que permitirá identificar los desperdicios presentes en este proceso productivo.

Para ello el análisis se lo considera en tres etapas, la primera consiste en realizar un diagnóstico del proceso productivo que permita localizar las mudas o desperdicios consideradas por esta metodología, seguidamente de una selección de las herramientas que mejor se adapten minimizando los inconvenientes presentes y por último la etapa de aplicación teórica de la herramienta seleccionada.

### **3.1.9 Etapa 1: Diagnóstico**

Antes de establecer una propuesta de mejora es importante realizar un diagnóstico del proceso productivo para ello se utiliza una herramienta conocida en manufactura esbelta como Mapa de Cadena de Valor o VSM.

#### **3.1.9.1 Mapa de cadena de valor (VSM) actual del proceso**

Para el desarrollo del mapa de cade vade valor (VSM) de la situación actual del proceso productivo de la empresa se realizó un estudio de tiempos previo, con el fin de conocer el tiempo de ciclo que conlleva la ejecución de cada operación, esto tomando en cuenta las condiciones actuales en las que se desarrollan las mismas, y considerando el número de operarios que intervienen en el desempeño de estas operaciones.

Además, se especifica que el work in process o trabajo en proceso (WIP), que en este caso es el lote de procesamiento consta de 140 quesos resultantes de 600 litros de leche aproximadamente, proveniente de los carros recolectores de leche cruda que arriban a la empresa dos veces al día una en la mañana y otra por la tarde, con suficiente materia prima para abastecer a la línea de yogurt y queso fresco.



Los despachos se realizan cinco días a la semana en donde se envían por igual quesos y yogurt en los mismos camiones, a más de ello los pedidos se lo realizan mediante llamadas telefónicas o correo electrónico puesto que la gran mayoría de los clientes de lácteos “La Esencia” se encuentran fuera de la provincia.

Durante el día solo se pueden producir lotes enteros no se puede dejar productos en proceso, ya que al ser productos alimenticios estos pueden llegar a dañarse de un día para el otro es por eso que en ocasiones se recurren a tiempos u operarios extras para poder satisfacer la demanda.

Los operarios destinados para la línea de producción de queso fresco son cuatro, a más de ello existen ocasiones en los que se apoya con dos operarios extra para disminuir el tiempo de procesamiento ya que ciertas áreas se acumulan de producto en proceso.

**Tabla 31:** Parámetros considerados en el VSM actual del proceso de elaboración de queso fresco

Estación de trabajo	Operación	Tiempo ciclo/ lote	Tiempo disponible (min)	WIP	Producción real (lotes)	Tiempo por estación de trabajo	Tiempo muerto o inactivo
Preparación	Pasteurizado	24,39	480	600 lt	6,00	65,41	14,59
	Enfriado	12,85	480	600 lt	6,00		
	Coagulación	28,17	480	600 lt	6,00		
Moldeo	Moldeado	38,55	480	140 u	6,00	38,55	41,45
Prensado	Prensado	25,98	480	140 u	6,00	25,98	54,02
Salmuera	Salado	62,36	480	140 u	6,00	62,36	17,64
Almacenado	Empacado	64,10	480	140 u	6,00	64,10	15,90

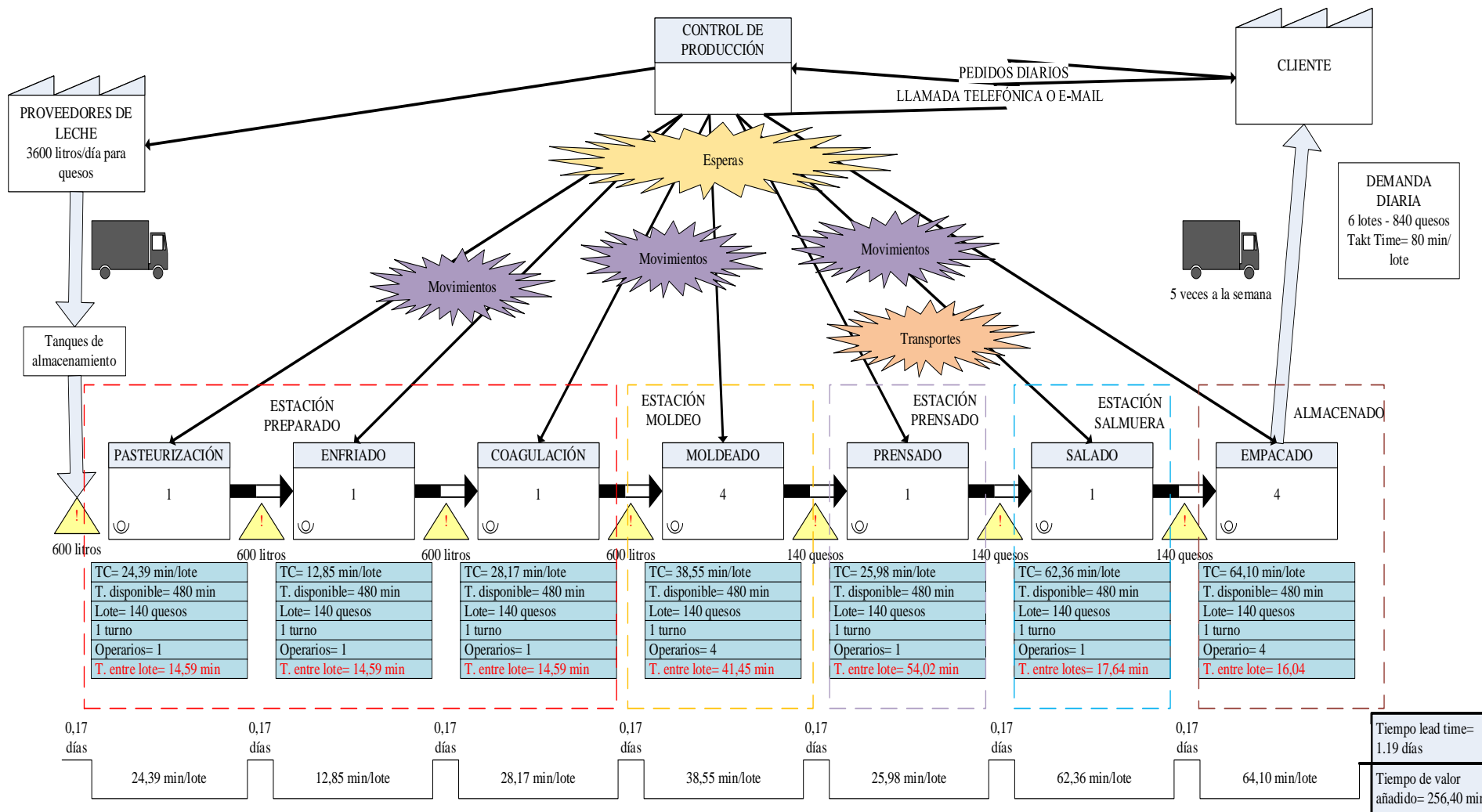


Figura 45: VSM actual del proceso productivo de elaboración de queso fresco en "La Esencia"

### Análisis del VSM actual de la empresa en su línea de queso fresco

Como es evidente en el VSM, el proceso para la elaboración de queso fresco es secuencial y se lo realiza por lotes de 600 litros los mismos que vendrían a generar 140 quesos por lote, cada proceso está siendo realizado por un número específico de operarios pero que no permanecen siempre para dicha área u operación, es decir los cuatro operarios son los encargados de realizar todas las operaciones dividiéndose el trabajo entre ellos de acuerdo a su percepción y con el apoyo de dos operarios extra para las operaciones que lo requieran, es decir que a más de los recursos destinados para dicha línea requiere de más recursos.

La demanda promedio actual en quesos de la empresa, de acuerdo a los registros de ventas vienen siendo alrededor de 530 cajas por mes, teniendo en cuenta que cada caja consta de 48 unidades cada una y se laboran 28 días durante el mes.

$$Demanda_{actual,mes} = 530 \text{ cajas} * \frac{48 \text{ unidades}}{1 \text{ caja}} = 25440 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}$$

$$Demanda_{día} = \frac{25440 \text{ u}}{\text{mes}} * \frac{\text{mes}}{28 \text{ días}} = 908,57 = 909 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}$$

$$Demanda_{día} = \frac{909 \text{ unidades}}{\text{día}} * \frac{\text{lote}}{140 \text{ unidades}} = 6,49 = 7 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}$$

En los cálculos efectuados se considera que la demanda diaria de la empresa es de 909 quesos aproximadamente que en sí vendrían a conformar 6,49 lotes, pero en vista que solo se pueden procesar lotes enteros para un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles y evitar costos por mal uso de los mismos se aproxima a 7 lotes al día, con esta producción la empresa estaría satisfaciendo la demanda actual requerida y tendría un margen de productos en caso de haber faltantes o nuevos requerimientos.

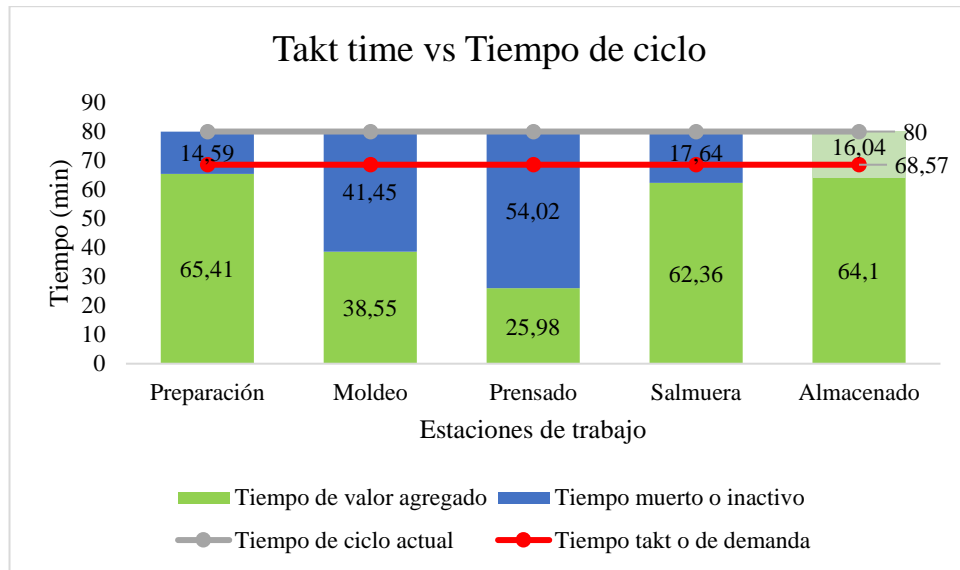
Ahora de acuerdo a la demanda establecida es factible el cálculo del takt time al cual el ritmo de producción de la línea de quesos en la empresa tiene que adaptarse para cumplir con la demanda teniendo en cuenta que el tiempo disponible es de 8 horas o 480 minutos.

$$Takt \text{ time} = \frac{480 \text{ min}}{7 \text{ lotes}} \text{ ó } \frac{480 \text{ min}}{980 \text{ unidades}}$$

De esta manera se obtiene un takt time de:

$$Takt\ time = 68,57 \frac{min}{lote} \text{ ó } 0,489 \frac{min}{unidad}$$

Seguidamente se presenta un análisis del takt time con el tiempo de ciclo actual y así corroborar si efectivamente la empresa no está cumpliendo con la demanda actual requerida por sus clientes.



**Figura 46:** Representación tiempo de ciclo actual vs el takt time

Mediante la figura 46 se puede apreciar que la línea de producción de queso fresco no puede satisfacer la demanda sugerida, en vista que el tiempo takt o de demanda perteneciente a 68,57 minutos requeridos para producir 7 lotes diarios está por debajo del tiempo de ciclo actual de 80 minutos por lote, esto debido al tiempo de espera o inactivo generado entre lotes como es evidente en todas las estaciones de trabajo.

Considerando que la operación de empackado o cuello de botella en el área de almacenado posee un tiempo estándar de 80,14 minutos por lote y que el mismo incluye un tiempo de espera o inactivo de 16,04 minutos como se muestra en la tabla 29, este influye en las demás operaciones provocando tiempos de esperas o inactivos en las estaciones después de procesas un lote como se puede evidenciar en la figura 46, por tanto, la propuesta de solución debe ir enfocada principalmente en reducir este tiempo inactivo ya que es un recurso desperdiciado que está ocasionando pérdidas a la empresa.

Según versiones de los trabajadores este tiempo se genera debido a que no cuentan con los operarios suficientes para poder satisfacer la demanda, ya que todos los procesos deben realizarlo los cuatro trabajadores que actualmente colaboran en esta línea de producción, esto se comprobará en un análisis que se realice posteriormente.

### **3.1.9.2 Identificación de los desperdicios (mudas)**

Mediante el mapa de cadena de valor (VSM) se ha podido identificar en primera instancia lo que en manufactura esbelta se conocen como mudas o desperdicios dentro del proceso de producción de queso fresco en la empresa “La Esencia”, los mismos que se detallan y evidencian a continuación:

#### **➤ Esperas/ Tiempo muerto entre lote**

La muda de espera o tiempo muerto se genera debido a que al ser una empresa que elabora productos alimenticios y que el producto final es el resultado de la transformación de la materia prima que se encuentra en estado líquido (leche) a un producto netamente sólido, éste debe ser procesado por totalidad en cada área o estación de trabajo antes de continuar a la siguiente generando una espera de producto o de estaciones de trabajo.



**Figura 47:** Muda o desperdicio de espera de producto y de estación de trabajo

A su vez esta espera o tiempo inactivo generado entre lotes de producción ocasiona un consumo inadecuado del tiempo disponible dentro de la jornada laboral, así como un mal manejo del recurso humano disponible en la empresa haciendo que el proceso en sí sea ineficiente.

Este tipo de desperdicio está presente en todo el proceso productivo es decir para todas las operaciones en cada estación de trabajo no solamente para el cuello de botella, lo que vendría siendo un problema general y la más grave de la línea de producción, por lo que se procede a efectuar la búsqueda de la causa raíz de la misma, mediante los 5 ¿Por qué? una técnica sencilla pero capaz de garantizar nuestro objetivo.

**Tabla 32:** Análisis 5 ¿Por qué? para identificar la causa raíz del desperdicio “espera”

<b>Esperas/Tiempos muertos o inactivos de las estaciones o áreas de trabajo</b>	
<b>1. ¿Por qué existen esperas o tiempos inactivos muy largas de las áreas o estaciones de trabajo?</b>	Porque el personal destinado para esta línea de producción está ocupado en otra área de trabajo y tienen que dejar inactiva el área en donde ya terminaron su operación.
<b>2. ¿Por qué el personal está efectuando operaciones en otras áreas o estaciones de trabajo?</b>	Porque no han sido destinados para un área o estación específica y consideran que unas operaciones requieren de la intervención de más personal que otras.
<b>3. ¿Por qué los operarios no han sido destinados para un área o estación específicas?</b>	Porque consideran que la carga de trabajo en algunas estaciones o áreas es mayor en especial en la del moldeado y empaquetado y no sería justo para los operarios.
<b>4. ¿Porque algunas áreas o estaciones de trabajo existe más carga de trabajo que otras?</b>	Porque no se ha efectuado una correcta distribución de la carga de trabajo, así como la asignación de operarios específicos para las mismas en cada área.
<b>5. ¿Por qué no se ha efectuado una correcta distribución de carga de trabajo?</b>	Porque el personal administrativo posee un conocimiento escaso en cuanto a herramientas de producción y no han nivelado la carga de trabajo adecuadamente.

**Análisis causa raíz:** Mediante la aplicación de los 5 ¿Por qué?, se ha llegado a la conclusión que la inactividad de las estaciones o áreas de trabajo entre lotes generado por las esperas o tiempos muertos, vienen a presentarse debido a que la carga de trabajo en la línea de producción se encuentra desbalanceada o desequilibrada, por tal motivo algunas áreas en sus operaciones tienen exceso de carga de trabajo y mientras que otras permanecen inactivas, de igual manera en los operarios, algunos en ocasiones se recargan de trabajo y otros tengan tiempos ociosos.

Esta es la razón por la que no se llega al objetivo de producción planeada, pues para satisfacer la demanda de queso fresco, la empresa tiene que hacer uso de recursos adicionales como utilizar dos operarios de la línea de yogurt, así como el uso de tiempos adicionales.

➤ **Movimientos innecesarios**

En cuanto a la muda de movimientos se puede decir que esta proviene a causa de la desorganización existente en el área de trabajo, a lo que suma el desorden en los lugares de circulación especialmente entre las áreas de moldeado, prensado y salado las demás no tienen mucho impacto por este tipo de desperdicio, puesto que desde el área de preparación hasta el moldeo se transporta la materia prima mediante gravedad por una manguera de 20 centímetros de diámetro, la presencia de gavetas y tanques de suero en el trayecto de los transportes hace que los operarios tengan dificultad de circulación acudiendo a movimientos o rutas adicionales, del mismo modo los materiales y herramientas no se encuentran debidamente organizados en el lugar de trabajo.



**Figura 48:** Desorganización que provoca la muda o desperdicio por movimiento

Por otro lado, la presencia de agua en el piso en el área de moldeado y prensado es casi permanente esto causa que el piso sea resbaladizo y pueda ocasionar movimientos innecesarios y afecte al traslado de un área a otra con posibilidad de generar accidentes.

Este tipo de desperdicio está presente por lo general en los pasillos de circulación entre las áreas de moldeado, prensado, y salado por lo que es primordial tener un control que permita disminuir los riesgos ocasionados por esta muda o desperdicio, al igual que se analizó la espera o tiempo muerto entre lote también este desperdicio se analiza mediante los 5 ¿Por qué? Para corroborar la causa raíz del problema.

**Tabla 33:** Análisis 5 ¿Por qué? para identificar la causa raíz del desperdicio "Movimiento"

<b>Movimientos</b>	
<b>6. ¿Por qué existen movimientos innecesarios en la ejecución de la labor?</b>	
	Porque el personal tiene que desplazarse de un lugar a otro para hacerse de una herramienta, material o información que requiera y por ende tiende a tardarse.
<b>7. ¿Por qué el personal tiene la necesidad de desplazarse de un lugar a otro y se tarda mucho?</b>	
	Porque algunas cosas no se encuentran en el lugar de trabajo como por ejemplo las fundas para el empaque, la presencia de objetos y agua en el piso que impide la circulación entre las áreas de trabajo, además deben solicitar alguna información que se requiera.
<b>8. ¿Por qué algunas cosas se encuentran fuera del lugar de trabajo y existen obstáculos que impiden el movimiento?</b>	
	Porque no se ha establecido un lugar para ciertas cosas, carecen de una cultura de orden y disciplina en el lugar de trabajo.
<b>9. ¿Porque existen faltas en cuanto ordenamiento y disciplina?</b>	
	Porque los operarios no ponen en práctica las escasas normas de disciplina expuestas por la empresa, no existe un espacio señalizado para cada cosa, además no existe un método estandarizado que comprometa a los trabajadores a mantener una cultura de orden y limpieza.
<b>10. ¿Por qué los operarios no ponen en práctica las normas estandarizadas de orden, disciplina y limpieza y no existe un lugar señalizado para cada cosa?</b>	
	Porque no hay personal capacitado que les incentive y la falta de interés en este aspecto.

**Análisis causa raíz:** mediante el análisis de los 5 ¿Por qué?, se puede constatar que la causa principal que ocasiona la muda de movimientos, es la carencia de una metodología estandarizada en cuanto a la disciplina de orden y limpieza en el puesto de trabajo, lo que trae consigo el desorden, la inexistencia de información visual tanto para ubicación de materiales, estaciones de trabajo, además la presencia de objetos y agua en el piso obstaculizando y dificultando la rápida circulación de un lugar a otro.

#### ➤ **Transportes**

La muda en cuanto a transporte de material se lo puede evidenciar en el área de prensado y salado, de acuerdo al cursograma analítico se estima un recorrido de 16,80 y 15,60 metros respectivamente en las dos áreas.



Esto se debe principalmente al método de trabajo efectuado, no porque existan largas distancias entre estaciones, pues, al ser una prensa doble el operario debe colocar 72 quesos en una prensa y 68 quesos en la otra considerando que el lote posee 140 quesos, esto a su vez es un proceso muy variable en vista que los operarios no son fijos para cada operación cada uno lo ejecuta a su criterio, por lo tanto sería necesario el uso de una herramienta de manufactura esbelta para evitar la variación de actividades.



**Figura 49:** Prensado de los quesos, genera transportes

Por otra parte, la empresa para garantizar la calidad de sus quesos realiza un doble prensado esto en la siguiente prensa que se encuentra ubicada a centímetros de la primera pero que genera nuevos transportes afectando al tiempo de ejecución y aumentando la variabilidad de las actividades.

En resumen, el desperdicio por transportes se produce por el método de trabajo inadecuado y por la variabilidad existente en llevar a cabo las operaciones en las áreas de prensado y salado en vista que sus operaciones no están estandarizadas.

#### ➤ **Productos defectuosos y reprocesos**

En cuanto a productos defectuosos la empresa no tiene un impacto considerable puesto que solo se mandan a reprocesar los quesos que al desenmallarlos en el área de salmuera se rompen, además de acuerdo al estudio de campo efectuado y a versiones del administrador de producción, el margen de productos que se echan a perder al final del lote es mínimo.

Existen otros tipos de defectos presentes en los quesos que produce la empresa, pero en este estudio no se los considera puesto que no generan reprocesos, estos tendrían un estudio más a fondo mediante un análisis de variabilidad.

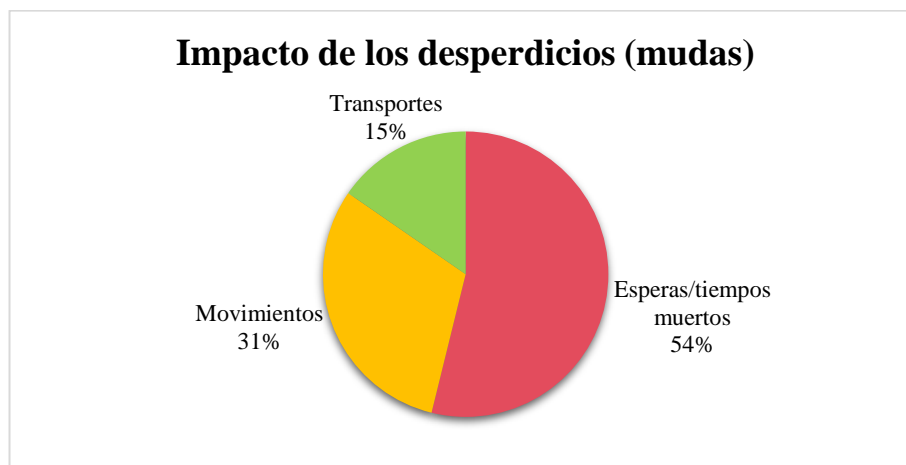
### Impacto de las mudas o desperdicios

De acuerdo al análisis del mapa de cadena de valor (VSM) se pudo identificar los desperdicios presentes en la línea de producción de queso fresco en “La Esencia”, los cuales fueron analizados a profundidad para determinar las posibles causas que ocasionan estos desperdicios, teniendo una visión más clara de los problemas presentes.

A continuación, en la tabla 34 se realiza un análisis a criterio propio del grado de afectación o impacto de cada una de estas mudas en el proceso productivo, para ello se coloca un 1 en el casillero que corresponda al tipo de muda y a la operación afectada para finalmente realizar la suma y obtener el porcentaje

**Tabla 34:** Impacto de las mudas o desperdicios en las distintas operaciones

Operación	Esperas/Tiempos muertos	Movimientos	Transportes
Pasteurización	1		
Enfriado	1		
Coagulación	1		
Moldeado	1	1	
Prensado	1	1	1
Salado	1	1	1
Empaquetado	1	1	
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>



**Figura 50:** Porcentaje de afectación causada por los desperdicios en el proceso

En función a los datos representados en la figura 50 se concluye que la muda o desperdicio que mayor impacto provoca en el proceso productivo corresponde a esperas o tiempo muerto por lote con un 54%, es decir, si se controla este desperdicio o muda se logrará ajustar el tiempo de fabricación al tiempo de demanda dando solución a gran parte del problema para elevar la producción de 6 a 7 lotes diarios mediante un aprovechamiento óptimo de los recursos en la planta de producción.

Para ello se tendrá que buscar el apoyo de la herramienta de manufactura esbelta que permita una solución produciendo un impacto significativo en este desperdicio mitigándolo o eliminándolo por completo de ser posible.

Por otra parte debido a que en ocasiones estos desperdicios son dependientes unos de otros, se puede considerar que los movimientos innecesarios producto de la desorganización en el lugar de trabajo puede ser un posible factor para que se produzcan las esperas o tiempos muertos por lotes, debido a que intervienen directa e indirectamente afectando el rendimiento del operario, por esto se lo considera como un desperdicio de segundo impacto (Figura 50), ya que el control de la misma evitará que el desperdicio de primer impacto aparezca.

Por último, el desperdicio de transportes posee un 15% de impacto en el proceso productivo de la empresa, lo que es considerablemente bajo con respecto a las mudas anteriores, ya que solo está presente en las operaciones de prensado y salado, además este problema corresponde a la variabilidad existente en la ejecución de las operaciones, por lo tanto, es de vital importancia contar con una herramienta de manufactura esbelta para controlar esta muda o desperdicio.

Cabe especificar que este análisis es realizado por el criterio propio del investigador debido al tipo de problema presentado en la empresa.

### **3.1.10 Etapa 2: Selección de las herramientas de manufactura esbelta**

Se procede a la selección de la herramienta de manufactura esbelta que mejor se adapte al tipo de necesidad presentado por las mudas o desperdicios, para ello es necesario considerar algunos detalles del proceso productivo:

**Consideraciones:**

- El diseño de planta en la línea de queso fresco es favorable puesto que no existe distancias extensas entre áreas o estaciones de trabajo.
- Los recursos disponibles para la producción de queso fresco se consideran adecuados.
- La empresa necesita aprovechar sus recursos de manera que estos sean desperdiciados en lo más mínimo.
- Los procesos no están estandarizados, posiblemente la causa de los problemas existentes actualmente.
- Los operarios presentan un buen desempeño, pero necesitan de capacitación en cuanto a buenas técnicas de producción.
- Las áreas de trabajo no están delimitadas, de igual modo no existe información visual que permita a los operarios informarse sobre la cantidad de pedido que debe ir en diferentes presentaciones.

**Tabla 35:** Relación de las mudas o desperdicios con las posibles acciones y herramientas a aplicar

<b>Desperdicios</b>	<b>Posibles acciones</b>	<b>Herramientas</b>
Esperas/Tiempos muertos	Balanceo de líneas para nivelar la producción	Heijunka
	Trabajo estandarizado	Estandarización
	Redistribución de layout	Diseño y distribución de planta
	Cambio rápido de técnicas de utillaje	SMED
	Sistemas de entregas de proveedores y programación de productos sincronizada.	Pull/Kanban
	Flujo continuo pieza a pieza	Celdas de manufactura
Movimientos	Mejora de las condiciones de trabajo	5'S
	Sistemas de información y visualización	Control visual
Transporte	Mejora en las condiciones de trabajo	5'S
	Redistribución de layout	Diseño y distribución de planta
	Trabajo estandarizado	Estandarización

## Método de factores ponderados

En vista de que algunos desperdicios pueden ser tratados por varias herramientas a la vez se procede a seleccionar la más adecuada mediante la consideración de varios criterios para ello se apoya en el método de factores ponderados a través de un análisis cuali-cuantitativo:

- **Relación con la causa raíz:** factor muy importante ya que la herramienta seleccionada debe tener una estrecha relación con la causa raíz que ocasiona el problema, la misma que se determinó mediante la herramienta de los 5 ¿Por qué? previamente elaborada, por ello se le da una valoración del 30%, pues, no cualquier metodología se adapta a la necesidad suscitada tomando en cuenta las consideraciones que de una u otra manera son favorables para el proceso productivo, para aclarar este punto tomaremos el caso del desperdicio de esperas o tiempos muertos, no sería favorable aplicar una redistribución de planta o un Smed cuando su causa raíz es un desequilibrio de la carga de trabajo y teniendo en cuenta que la distribución actual de las áreas o estaciones operativas están favorablemente instaladas.
- **Impacto de la herramienta:** factor de igual relevancia que la anterior pues la herramienta seleccionada debe mitigar en gran parte o lograr eliminar por completo el desperdicio que ocasiona la problemática, motivo por el cual se lo considera asignar un peso del 30 %.
- **Facilidad de aplicación:** considerando la disponibilidad de recursos y que la herramienta sea de fácil comprensión para el personal administrativo y trabajadores, puesto que de ello dependerá en gran parte la efectividad de la misma, se le asigna una valoración del 20%.
- **Capacitación:** factor no menos importante y que posee una estrecha relación con la anterior ya que de ello dependerá el resultado final de la herramienta seleccionada, se le asigna un valor del 20%.

Del mismo modo para la valoración de las alternativas se elige una escala del 1 a 10, de esta forma un valor de 9-10 se valora como muy importante, del 7-8 importante, del 5-6 medianamente importante, del 3-4 importante y por último del 1-2 no es importante.

**Tabla 36:** Matriz de factores ponderados para el desperdicio de esperas/tiempos muertos

<b>Muda o desperdicio</b>	<b>Esperas/tiempo muerto</b>						
<b>Consideraciones</b>	<b>Causa raíz</b>						
	* Carga de trabajo desequilibrada						
	<b>Ventajas</b>						
	* Diseño de planta favorable						
	* Recurso disponible adecuado						
<b>Factores</b>	<b>Ponderación (%)</b>	<b>Alternativas</b>					
		Nivelación de carga	Estandarización	Diseño de planta	SMED	Pull/Kanban	Celdas de manufactura
Relación con la causa raíz	30%	9	8	6	0	0	0
Impacto de la herramienta	30%	8	8	6	x	x	x
Facilidad de aplicación	20%	8	6	4	x	x	x
Capacitación	20%	6	6	3	x	x	x
<b>Resultado final</b>	<b>100%</b>	<b>7,9</b>	<b>7,2</b>	<b>5</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

**Resultado:** considerando varios factores en cuanto a la valoración, la herramienta seleccionada para contrarrestar el desperdicio de esperas y tiempos muertos es la de nivelación de producción con la demanda con una valoración de 7,9 puntos, en este caso se lo realizará mediante un balanceo de líneas de producción para balancear el trabajo y ajustar el tiempo de fabricación al de demanda solicitada.

**Tabla 37:** Matriz de factores ponderados para el desperdicio de movimientos

<b>Muda o desperdicio</b>	<b>Movimientos</b>		
<b>Consideraciones</b>	<b>Causa raíz</b>		
	* Carencia de un método estandarizado de orden y limpieza en el puesto de trabajo		
	<b>Ventajas</b>		
	* Los operarios poseen un amplio conocimiento del lugar de trabajo		
	* Disponibilidad de personal		
<b>Factores</b>	<b>Ponderación (%)</b>	<b>Alternativas</b>	
		5'S	Control visual
Relación con la causa raíz	30%	9	7
Impacto de la herramienta	30%	9	8
Facilidad de aplicación	20%	8	8
Capacitación	20%	9	7
<b>Resultado final</b>	<b>100%</b>	<b>8,8</b>	<b>7,5</b>

**Resultado:** al igual de para la muda o desperdicio de esperas mediante la aplicación del mismo método la herramienta seleccionada para mitigar el desperdicio de movimiento es la de 5'S, con una valoración de 8,8 puntos en relación a la de control visual.

**Tabla 38:** Matriz de factores ponderados para el desperdicio de transportes

<b>Muda o desperdicio</b>	<b>Transportes</b>			
<b>Consideraciones</b>	<b>Causa raíz</b>			
	* Método de trabajo			
	<b>Ventajas</b>			
	* Diseño de planta favorable			
	* Disponibilidad de personal			
	* Estaciones de trabajo cercanas			
	* Afecta únicamente al cuello de botella			
	* No tiene mayor impacto en la producción			
<b>Factores</b>	<b>Ponderación (%)</b>	<b>Alternativas</b>		
		Diseño de planta	Estandarización	5'S
Relación con la causa raíz	30%	9	9	8
Impacto de la herramienta	30%	6	8	5
Facilidad de aplicación	20%	8	8	7
Capacitación	20%	6	7	6
<b>Resultado final</b>	<b>100%</b>	<b>7,3</b>	<b>8,1</b>	<b>6,5</b>

**Resultado:** en este caso particular como herramienta de control o mitigación de la muda de transportes se selecciona a la estandarización con una valoración de 8,1 puntos respecto a las demás.

### **3.1.11 Etapa 3: Aplicación teórica de las herramientas de manufactura esbelta**

Seguidamente se procede a realizar la aplicación teórica de las herramientas de manufactura esbelta antes seleccionadas y de esta manera sustentar la propuesta de solución de este trabajo de investigación.

#### **3.1.11.1 Balanceo de líneas para nivelar la carga de trabajo**

Se aplica el balanceo de la línea de producción de queso fresco en la empresa “La Esencia”, con el objetivo de nivelar la carga de trabajo para cada una de las estaciones operativas, así como para los trabajadores, de manera que evite los tiempos ociosos permitiendo una producción más eficiente y ajustada al tiempo takt o de demanda.

Esta herramienta garantizará el control y mitigación del desperdicio de tiempo muerto o de espera entre lote causado por un desbalance de la carga de trabajo.

En vista de que el siguiente trabajo de investigación únicamente realiza una propuesta de solución mas no de ejecución en planta, esta propuesta se la realiza mediante un procedimiento sistemático numerado para cuando los administradores de lácteos “La Esencia” sugieran la implementación no exista confusiones y se pueda ejecutarlo con facilidad.

### **Asignación de responsabilidades**

El balanceo de líneas de producción al igual que otras herramientas ligadas a la metodología de manufactura esbelta, requiere de responsabilidad y compromiso tanto de administradores, analistas y colaboradores involucrados en el proceso, motivo por el cual existe la necesidad de delegar cargos a los distintos entes responsables del manejo productivo de la empresa especialmente en la línea de producción de queso fresco.

Esto garantizará un buen manejo de la herramienta de producción, así como el logro del resultado esperado mediante la implementación de esta metodología, para ello posteriormente se presenta una tabla con la asignación de roles a cada responsable:

**Tabla 39:** Asignación de responsabilidades a los entes inmersos en el proceso productivo

<b>Responsable</b>	<b>Rol</b>
Gerente propietario	Proveer de los recursos necesarios que requiera la implementación del balanceo de líneas, puesto que para obtener buenos resultados se necesita realizar capacitaciones, así como un tiempo de prueba de funcionamiento.
Administrador de producción	Capacitarse en cuanto al manejo y aplicación del balanceo de líneas de producción, tomar evidencias, registrar el cumplimiento de la estrategia aplicada y revisar la factibilidad del mismo.
Analista de procesos	En este caso por estar presente únicamente en el período durante el cual se realiza el trabajo propuesto, es el encargado de realizar el estudio y de capacitar al personal administrativo y operativo de ser necesario.
Colaboradores u operarios	Comprometerse y asumir las nuevas responsabilidades que sugiere la herramienta propuesta, asistir a las capacitaciones, adaptarse al cambio de paradigmas y acoger a las técnicas propuestas como una cultura de mejora continua.



Seguidamente se procede a detallar cada uno de los pasos que conlleva la ejecución del balanceo de líneas propuesto:

### **Paso 1: Secuencia de tareas u operaciones**

Para ello se hace uso de las tareas u operaciones principales en la elaboración de queso fresco con sus respectivos tiempos y actividades que preceden a cada una de ellas como se muestra en la tabla a continuación:

**Tabla 40:** Secuencia de tareas para elaborar el queso fresco de 750 gramos

<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo de tarea por lote (min)</b>	<b>Tarea predecesora</b>
A	Pasteurización de la leche	24,39	--
B	Enfriado de la leche	12,85	A
C	Coagulación	28,17	B
D	Moldeado de los quesos	38,55	C
E	Prensado	25,98	D
F	Salado	62,36	E
G	Empacado	64,10	F

Los tiempos de tarea considerados para el balanceo de líneas en la tabla 40 se establecen tomando en cuenta la intervención de un único operario en cada tarea u operación, de la misma manera se excluyen los tiempos que no agregan valor a las operaciones como son los tiempos de espera o inactivos para garantizar el resultado y mejorar la eficiencia del tiempo invertido.

Del mismo modo el tiempo de la operación de salado se toma en referencia a los datos de la tabla 28, considerando únicamente el tiempo en donde interviene el operador sin tomar en cuenta el tiempo en la que no interviene la mano de obra, para que el balanceo de líneas proporcione un valor más exacto y se aprovechen los recursos de mejor manera.

De igual manera para la operación de empacado se toma únicamente el tiempo que agrega valor al proceso productivo (Tabla 29) obviando los tiempos muertos para garantizar el resultado del balanceo de líneas.

## Paso 2: Realizar un diagrama de precedencia

Es de vital importancia especificar la relación secuencial que existe entre cada tarea ejecutada para la obtención de queso fresco, por tal motivo se procede a demostrar gráficamente mediante el diagrama de precedencia, que consiste en círculos que representan las tareas con su debida identificación y su correspondiente tiempo ciclo.

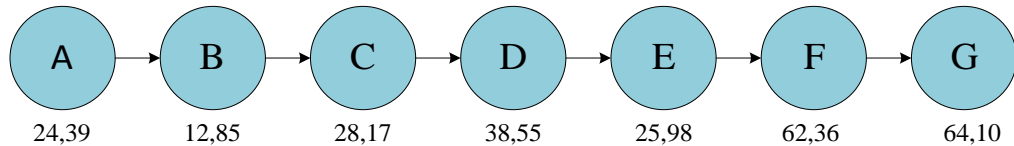


Figura 51: Diagrama de precedencia de la elaboración de queso fresco

## Paso 3: Determinar el tiempo ciclo (Tc)

Seguidamente se calcula el tiempo ciclo o el tiempo que debe destinarse a cada estación de trabajo, este tiempo se ajusta de acuerdo al requerimiento diario en esta línea de producción que en este caso serían los 7 lotes, considerando la disponibilidad de la jornada laboral que vendían a ser 8 horas o 480 minutos al día.

$$T_c = \frac{\text{Tiempo disponible al día}}{\text{Producto requerimiento al día}} \quad (3)$$

De esta manera se obtiene:

$$T_c = \frac{480 \text{ min}}{7 \text{ lotes}} = 68,57 \frac{\text{min}}{\text{lote}}$$

Es preciso destacar que los cálculos efectuados son debido a que el balanceo de líneas se lo realiza considerando los lotes de producción y no las unidades.

## Paso 4: Cálculo del número teórico de estaciones de trabajo (Nt)

Se calcula el número mínimo de estaciones de trabajo (Nt) requeridos para satisfacer la demanda diaria aprovechando al máximo el tiempo de ciclo calculado con anterioridad para ello se hace uso de la fórmula (4).

$$N_t = \frac{\sum \text{tiempo de tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$N_t = \frac{256,40 \text{ min}}{68,57 \text{ min}} = 3,74 = 4 \text{ estaciones de trabajo}$$

### Paso 5: Elegir la regla para la asignación de tareas

Posterior al cálculo del número mínimo de estaciones de trabajo es importante seleccionar una de las reglas presentadas por la distribución heurística para la asignación de las tareas a las estaciones de trabajo, considerando la que mejor se adapte al proceso productivo debido a que cada proceso es distinto en cada planta o empresa.

**Tabla 41:** Reglas de la distribución heurística para la asignación de tareas [20]

Reglas	Descripción
Mayor número de tareas subsecuentes	De todas las tareas disponibles tomar la que tenga mayor número de tareas subsecuentes.
Menor número de tareas subsecuentes	De todas las tareas disponibles tomar la que tenga menor número de tareas subsecuentes.
Tarea con el tiempo más largo	De todas las tareas disponibles tomar la que tenga el tiempo más largo.
Tarea con el tiempo más corto	De todas las tareas disponibles tomar la que tenga el tiempo más corto.
Ponderación de la posición	Elegir la tarea que cuya suma de tiempos de las tareas subsecuentes sea mayor.

Para este caso se empieza por elegir la regla de mayor número de tareas subsecuentes posteriormente en caso de tener empates o que la regla impida seguir la secuencia específica de las tareas, se deberá elegir otra regla que deberá proporcionar la mayor ventaja en cuanto al balanceo de líneas, adicionalmente se especifica que todo este análisis depende del criterio del investigador y el porcentaje de eficiencia que proporcione cada regla.

**Tabla 42:** Número de tareas subsecuentes

Tareas	Número de tareas subsecuentes
A	6
B	5
C	4
D	3
E	2
F	1

**Tabla 43:** Asignación de las tareas a las estaciones de trabajo considerando el tiempo ciclo

Estación	Tareas	Tiempo tarea por lote (min)	Tiempo restante (min)	Tarea disponible
I	A	24,39	44,18	B
	B	12,85	31,33	C
	C	28,17	3,16	--
II	D	38,55	30,02	E
	E	25,98	4,04	--
III	F	62,36	6,21	--
IV	G	64,10	4,47	--

**Análisis de la tabla:** Como se puede evidenciar en la (Tabla 43) la regla de tareas subsecuentes es la que mejor ayuda al balanceo de líneas puesto que coincide con el número mínimo de estaciones teóricas calculadas además permite la ejecución de las tareas sin alterar el orden secuencial especificado, de este modo en el balanceo de líneas propuesto para la elaboración de queso fresco se obtienen 4 estaciones de trabajo.

#### Cálculo del tiempo inactivo o de ocio ( $T_o$ )

Después de corroborar que efectivamente el número mínimo de estaciones teóricas es el mismo que el real, se procede al cálculo del tiempo de ocio ( $T_o$ ) actual y generado por la propuesta en el balanceo de líneas para ello se hace uso de la siguiente fórmula:

$$T_o = (Tc * N_t) - \sum \text{tiempo de las tareas} \quad (9)$$

$$T_{o \text{ Actual}} = (80 * 5) - 256,40$$

$$T_{o \text{ Actual}} = 143,60 \text{ min}$$

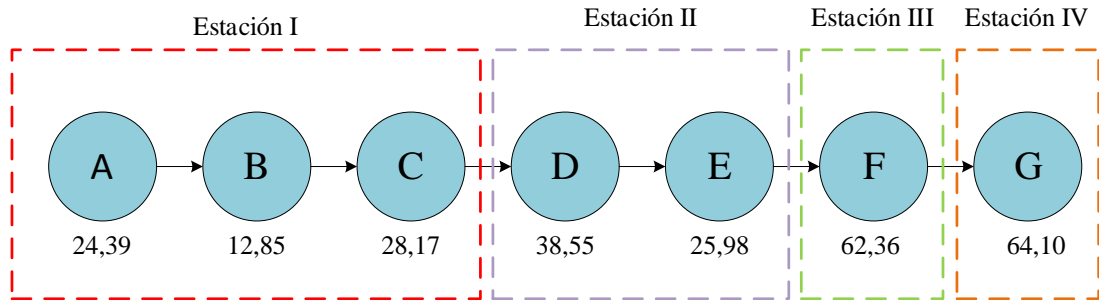
$$T_{o \text{ Propuesto}} = (68,57 * 4) - 256,40$$

$$T_{o \text{ Propuesto}} = 17,88 \text{ min}$$

De acuerdo al resultado se puede evidenciar que esta propuesta de solución con 4 estaciones de trabajo posee un tiempo inactivo por lote de 17,88 minutos, cabe recalcar que este resultado es el mismo de sumar todos los tiempos restantes representados con color rojo en la tabla 43, a diferencia del tiempo inactivo actual de 143,60 minutos.

### Paso 6: Asignación de las tareas a las estaciones de trabajo

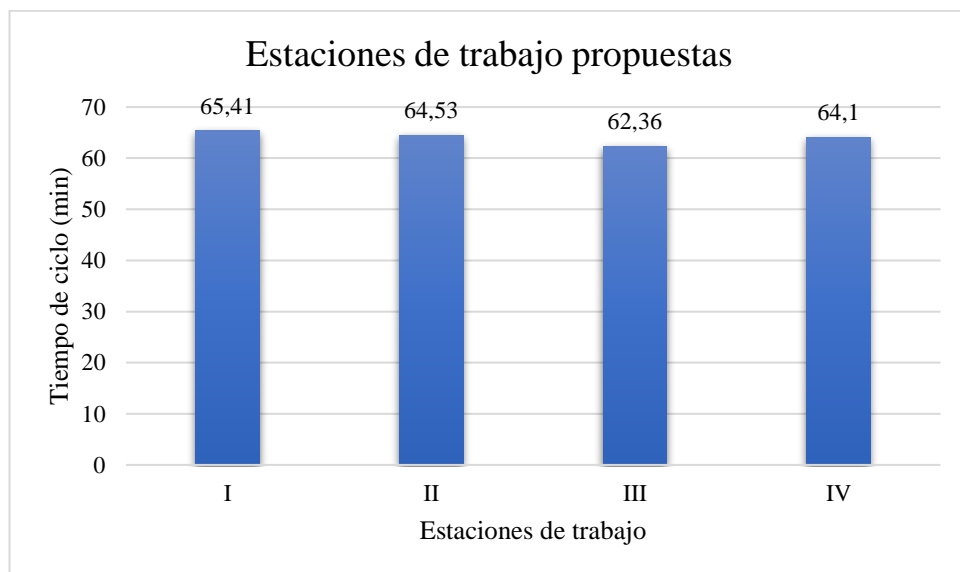
Se asigna las tareas a las debidas estaciones de trabajo de acuerdo a los cálculos efectuados en el balanceo de líneas, a continuación se muestra gráficamente como quedarían compuestas las estaciones de trabajo propuestas.



**Figura 52:** Balanceo de líneas propuesto

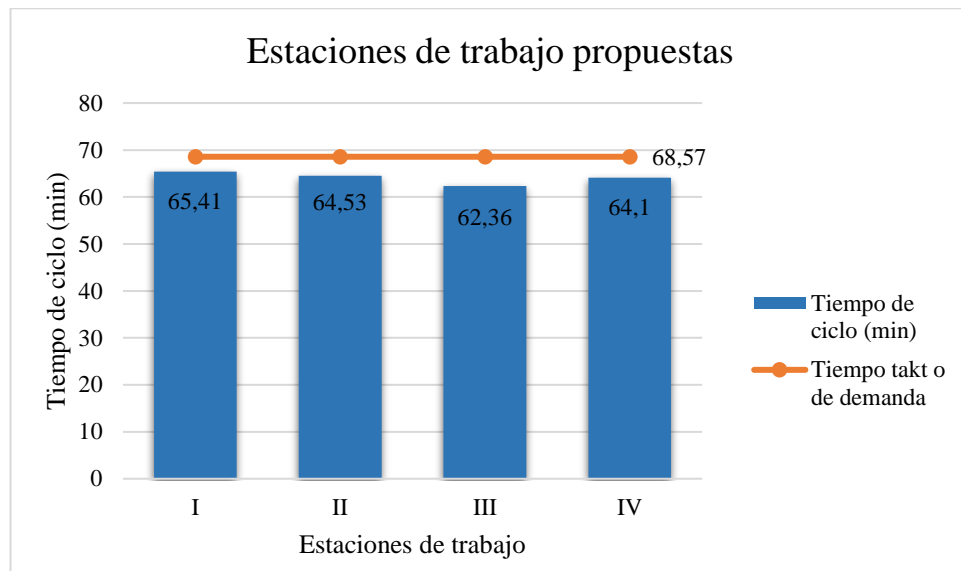
**Tabla 44:** Propuesta de las estaciones de trabajo con sus respectivas tareas

Estación	Tareas	Tiempo tarea (min)/lote	Tiempo por estación (min)/lote
I	A	Pasteurización	24,39
	B	Enfriado	12,85
	C	Coagulación	28,17
II	D	Moldeado	38,55
	E	Prensado	25,98
III	F	Salado	62,36
IV	G	Empacado	64,10



**Figura 53:** Tiempo de ciclo propuesto para cada estación de trabajo

**Análisis:** Se obtiene las estaciones de trabajo resultantes del balanceo de líneas con sus respectivos tiempos de ciclo asignadas para cada una como se muestra en la figura 53, es decir que el proceso de elaboración de queso fresco en la empresa lácteos “La Esencia” estará conformada por 4 estaciones las cuales suplirán la demanda actual de 7 lotes o 980 quesos diarios.



**Figura 54:** Análisis tiempo de ciclo de balanceo y tiempo takt o de demanda

Además, en la figura 54 se observa que no se puede eliminar por completo los tiempos ociosos o inactivos en cada estación, pero si se puede ajustar el tiempo de ciclo al tiempo takt requerido de 68,57 minutos para cumplir con la demanda actual de queso fresco, disminuyendo en gran parte dicho tiempo inactivo.

Del mismo modo, con esta propuesta de solución a través de la herramienta analizada la empresa estaría en la capacidad de satisfacer la demanda actual de 7 lotes diarios, haciendo un uso eficiente del recurso tiempo, pues, se disminuyó la muda de tiempos muertos o de espera entre lotes de producción como se evidencia en el proceso actual (Figura 44).

Ahora es cuestión de corroborar si efectivamente el número de trabajadores destinados a esta línea de producción son suficientes para satisfacer la demanda, de ser el caso se tendría un proceso altamente eficiente caso contrario se tendría que hacer uso de otro operario adicional para el balanceo de líneas, este análisis se lo realizará más adelante.

### Paso 7: Evaluar la eficiencia obtenida mediante el balanceo

Después del balanceo de líneas es necesario evaluar la eficiencia del mismo y realizar una comparación con la eficiencia anterior para determinar la mejora propuesta en relación al método de producción actual.

#### Cálculo de la eficiencia actual

Se calcula la eficiencia actual del proceso productivo para ello se hace uso de un tiempo de ciclo de 80 minutos debido a que actualmente la línea de queso fresco procesa 6 lotes diarios, y considerando las 5 estaciones de trabajo existentes en la actualidad fórmula (5).

$$Eficiencia = \frac{\sum \text{tiempos de las tareas}}{\text{Número real de estaciones } (N_t) * \text{Tiempo de ciclo } (T_c)}$$

$$Eficiencia_{Actual} = \frac{256,40 \text{ min}}{5 * 80 \text{ min}} * 100\% = 64,10\%$$

#### Cálculo de la eficiencia propuesta

Mediante la misma fórmula se procede al cálculo de la eficiencia con el método propuesto para comprobar si efectivamente se tiene una mejora o no, para lo cual se considera un tiempo ciclo por lote de 68,57 requeridos para cumplir con una demanda de 7 lotes diarios y las 4 estaciones resultantes del balanceo de líneas.

$$Eficiencia_{Propuesta} = \frac{256,40 \text{ min}}{4 * 68,57 \text{ min}} * 100\% = 93,48\%$$

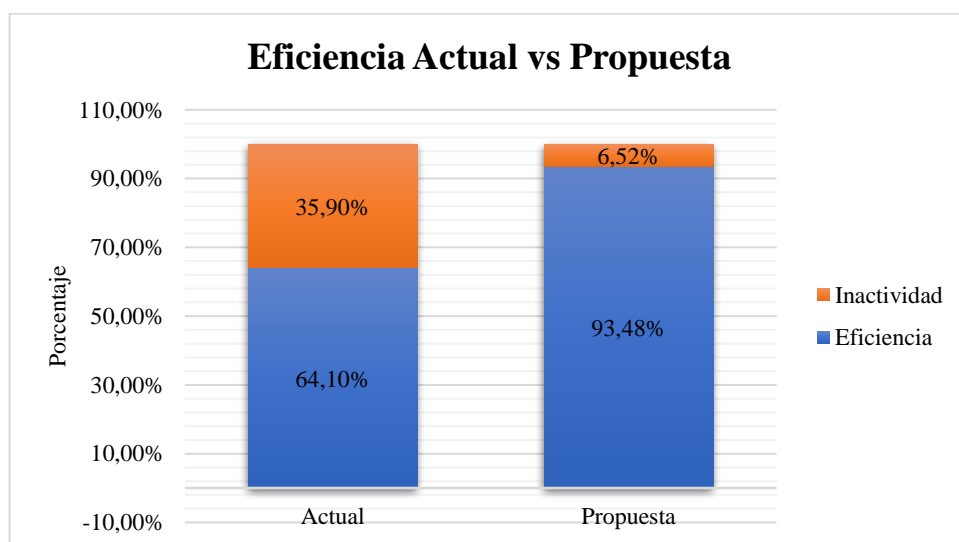


Figura 55: Comparación de la eficiencia actual y propuesta

**Análisis:** Mediante el balanceo de líneas en el proceso productivo de queso fresco en la empresa “La Esencia” se puede notar un aumento considerable de la eficiencia, resultado de la mitigación del tiempo muerto o de espera generado entre lotes, como es notorio en la figura 55 la eficiencia asciende de 64,10% a 93,48%, con un retraso de balanceo o también considerada como inactividad que desciende de 35,90% a 6,52%.

Esto quiere decir que el balanceo de líneas efectuado mediante la regla de asignación que se eligió es satisfactorio, puesto que aumenta la eficiencia de la línea de producción en un 29,38%, del mismo modo que disminuye la inactividad en el proceso.

Esto se traduce a su vez en un incremento de la productividad puesto que la empresa podrá cumplir satisfactoriamente con su demanda de queso fresco de 750 gramos, en vista que la línea está balanceada tomando en cuenta el tiempo de ciclo que requiere la fabricación de 7 lotes diarios o 980 unidades al día.

#### **Paso 8: Cálculo del número de operarios (No) por estación**

Como último paso se tiene el cálculo de los operarios (No) que se destinarán para cada estación de trabajo propuesta por el balanceo de líneas.

Para ello es importante considerar los trabajadores que actualmente están destinados para esta línea de producción los mismos que son 4, y de esta manera verificar si son capaces de ejecutar las operaciones pertenecientes a cada estación o si se requiere la intervención de más trabajadores.

$$No = \frac{\textit{Tiempo estándar (Ts)} * \textit{Requerimiento diario}}{\textit{Tiempo disponible al día}} \quad (10)$$

Cálculo del número de operarios par la estación 1:

$$No = \frac{65,41 \frac{\textit{min}}{\textit{lote}} * 7 \frac{\textit{lotes}}{\textit{día}}}{480 \frac{\textit{min}}{\textit{día}}}$$

$$No = 0,95 \textit{ operarios}$$



Cálculo del número de operarios para la estación 2:

$$No = \frac{64,53 \frac{\text{min}}{\text{lote}} * 7 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}}{480 \frac{\text{min}}{\text{día}}}$$

$$No = 0,94 \text{ operarios}$$

Para la estación 3 en donde únicamente se considera a la operación de salado, para un mejor aprovechamiento de la mano de obra únicamente se toma en consideración el tiempo ejecutado por el operador sin considerar el tiempo que el producto permanece en reposo en la salmuera ya que es un tiempo en donde no interviene el operador, por lo que si se considera este tiempo para la asignación del personal este vendría a convertirse en un tiempo de ocio para el mismo.

**Tabla 45:** Tiempo manual llevado a cabo en la operación de salado

Tipo	Actividad	Consideraciones	Ts (min)
Manual	Colocar los quesos en la salmuera	1 operario	14,03
Manual	Retirar los quesos en la salmuera	1 operario	3,33
<b>LOTE</b>			<b>17,36</b>

$$No = \frac{17,36 \frac{\text{min}}{\text{lote}} * 7 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}}{480 \frac{\text{min}}{\text{día}}}$$

$$No = 0,253 \text{ operarios}$$

Cálculo del número de operarios para la estación 4, del mismo modo que en la estación 3 se valora únicamente el tiempo que interviene el operador en el proceso (Tabla 29):

$$No = \frac{54,10 \frac{\text{min}}{\text{lote}} * 7 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}}{480 \frac{\text{min}}{\text{día}}}$$

$$No = 0,788 \text{ operarios}$$

De esta manera se obtienen el número de operarios que estarán a cargo de cada estación de trabajo, evitando en lo posible tiempos ociosos o inactivos de mano de obra y considerando el tiempo de ciclo destinado para cada estación mediante un aprovechamiento eficaz de los recursos de tiempo y mano de obra disponibles.

**Tabla 46:** Número de operarios por estación de trabajo

Estación	Tareas	Tiempo tarea (min)	Horas hombre por estación (min)	Número de operarios	Total Operarios	
I	A	Pasteurización	24,39	65,41	0,95	1
	B	Enfriado	12,85			
	C	Coagulación	28,17			
II	D	Moldeado	38,55	64,53	0,94	1
	E	Prensado	25,98			
III	F	Salado	62,36	17,36	0,253	1
IV	G	Empacado	64,10	54,10	0,788	
<b>Total de horas hombre por estación (min)</b>				<b>201,40</b>		
<b>Requerimiento diario en lotes de 140 unidades</b>				<b>7</b>		
<b>Tiempo disponible al día en minutos</b>				<b>480</b>		
<b>Total del número de operarios</b>				<b>2,93</b>	<b>3</b>	

### **Análisis de la mano de obra actual y calculada**

Actualmente en la línea de producción de queso fresco colaboran 4 operarios los cuales ejecutan todas las tareas en cada una de las estaciones de trabajo, a su vez hay ocasiones en los que se deja acumular producto en proceso por la deficiente distribución de la carga de trabajo por lo que deben intervenir dos operarios de la línea de yogurt para colaborar con el proceso.

De acuerdo al balanceo de líneas planteado debido a la necesidad provocada por una mala distribución de trabajo, en la tabla 46 se muestra que para satisfacer la demanda actual de 7 lotes diarios los mismos que constan con 980 quesos son necesarios únicamente 3 operarios, esto a su vez tomando en consideración solo las horas hombre que son indispensables para cada estación propuesta, con el fin de obtener un mejor aprovechamiento de este recurso y evitar la presencia de tiempos muertos o inactivos tanto de operarios como de producto en proceso en las estaciones de trabajo.

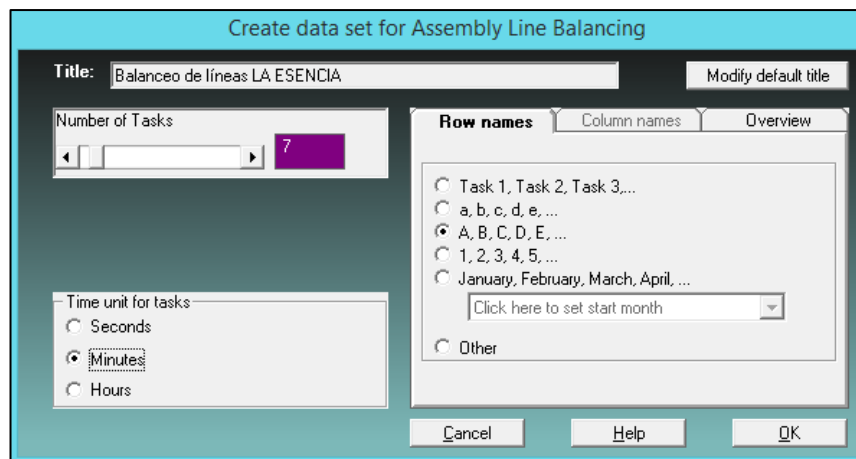
Con esta aclaración se destina 1 operario para la estación I, 1operario a la estación II y la estación III y IV tendrán la intervención de 1 operario dando como resultado que el proceso requiere la intervención de 3 operarios de acuerdo a los cálculos efectuados, de este modo los dos operarios de la línea de producción de yogurt ya no intervendrán en el proceso, además quedando 1 operario como apoyo para las estaciones de trabajo que lo requieran o en caso de presentarse alguna eventualidad como puede ser la ausencia de algún trabajador por enfermedad o cualquier otra causa fuera de control.

## Balanceo de líneas en POM para Windows

Para ratificar la respuesta obtenida mediante el procedimiento manual del balanceo de líneas en la empresa “La Esencia” en su proceso productivo de queso fresco, se utiliza el software POM para Windows, el cual es un software para resolver problemas y elaborar proyectos en cuanto a productividad, el mismo que nos permitirá constatar si efectivamente el resultado obtenido es el mismo o se debe efectuar la corrección respectiva.

**Paso 1:** Ingresar al software, elegir la opción de balanceo de líneas, establecer el número de operaciones que se van a analizar, las unidades en las que se va a trabajar y la manera de codificar o identificar las tareas.

En este caso el número de tareas van a ser 7 representadas con letras del abecedario en mayúsculas y se trabajan en minutos recordando que el análisis se lo realiza por lotes de producción.



**Figura 56:** Opción balanceo de líneas número de operaciones:

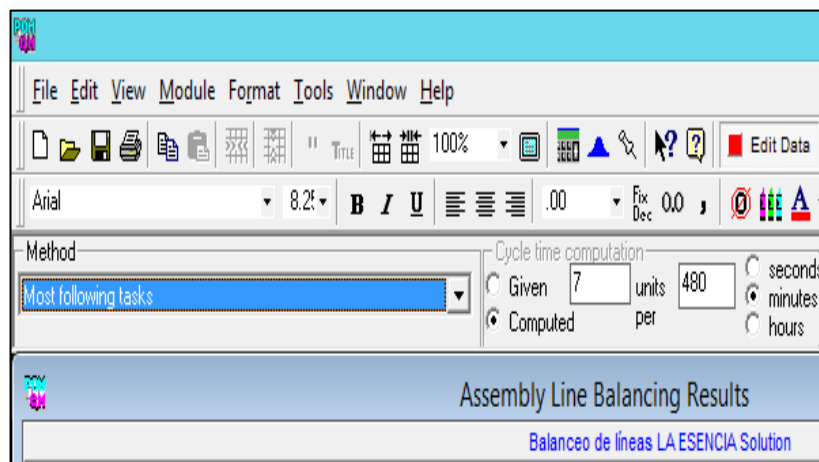
**Paso 2:** Con los valores obtenidos (Tabla 40) se ingresan los tiempos de ciclo de cada actividad, así como sus actividades predecesoras tal y como se efectuó en el balanceo de líneas manual.

TASK	Minutes	Predecesor
		1
A	24,39	
B	12,85	A
C	28,17	B
D	38,55	C
E	25,98	D
F	62,36	E
G	64,1	F

**Figura 57:** Introducción de tiempos y actividades predecesoras

**Paso 3:** Introducción de los requerimientos en lotes o unidades, tiempo disponible, seleccionar el método de asignación y fijar la unidad en la que se va a manejar el cálculo sean estos minutos, segundos u horas.

**Nota:** Si se va introducir el requerimiento en lotes pues se debe introducir el tiempo de cada actividad llevado a cabo para producir el lote entero, caso contrario si se manejan en unidades se tendrá que introducir el tiempo por unidad de cada actividad.



**Figura 58:** Introducción de requerimientos, tiempo disponible y unidades a manejar.

En este caso se consideran los 7 lotes de requerimiento en base a la demanda y los 480 minutos disponibles en la jornada laboral como ya se explicó con anterioridad, además se selecciona el método de asignación de mayor número de tareas subsecuentes.

**Paso 4:** Presionar *Solver* y esperar a que el programa POM arroje los resultados pertinentes.

## Resultados obtenidos con POM

Seguidamente se presentan los resultados obtenidos mediante el balanceo de líneas efectuado por POM para Windows.

Assembly Line Balancing Results					
La Esencia Solution					
Station	Task	Time (minutes)	Time left (minutes)	Ready tasks (# followers)	
					A(6)
1	A	24,39	44,18	B(5)	
	B	12,85	31,33	C(4)	
	C	28,17	3,16	D(3)	
2	D	38,55	30,02	E(2)	
	E	25,98	4,04	F(1)	
3	F	62,36	6,21	G(0)	
4	G	64,1	4,47		
<b>Summary Statistics</b>					
Cycle time	68,57	minutes			
Min (theoretical) # of stations	4				
Actual # of stations	4				
Time allocated (cycle time * # stations)	274,29	minutes/cycle			
Time needed (sum of task times)	256,4	minutes/unit			
Idle time (allocated-needed)	17,89	minutes/cycle			
Efficiency (needed/allocated)	93,48%				
Balance Delay (1-efficiency)	6,52%				

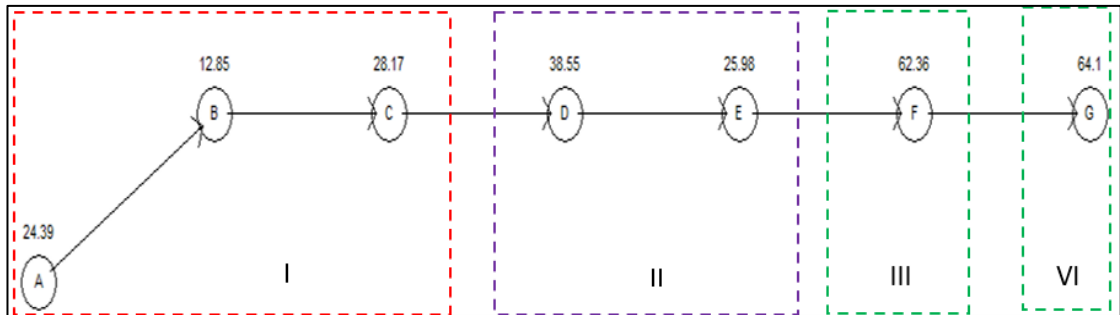
**Figura 59:** Resultados del balanceo de líneas en POM

Como se puede evidenciar el resultado obtenido mediante POM es similar al obtenido manualmente, el cual propone cuatro estaciones de trabajo con un tiempo de ciclo para cada lote de 68,57 minutos, además la primera estación está conformada por las tres primeras operaciones, la segunda estación por las dos siguientes y las demás por las dos últimas operaciones respectivamente.

Por otra parte, se puede corroborar también que el tiempo inactivo o de ocio viene siendo de 17,89 minutos igual al calculado anteriormente, del mismo modo con una eficiencia del 93,48% y un retraso de eficiencia de 6,52%, con ello se reafirman que los resultados obtenidos mediante el balanceo manual están correctamente elaborados.

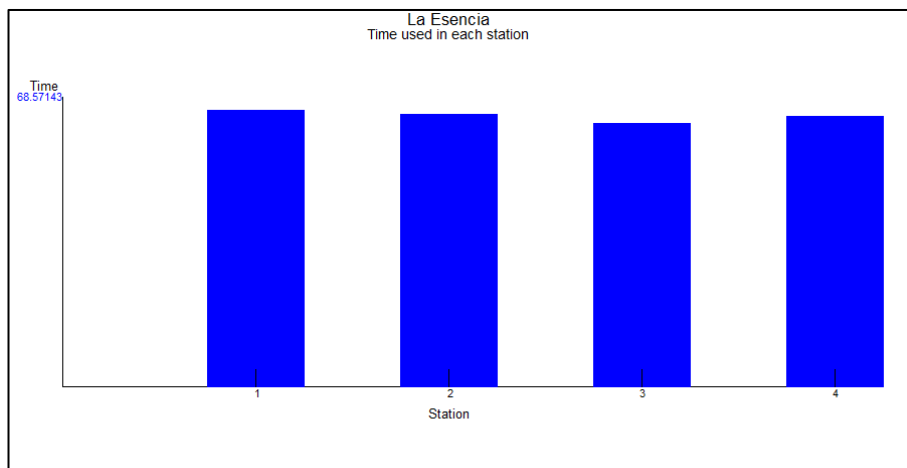
## Estaciones de trabajo en POM

Como ya se pudo ratificar que el resultado obtenido con el método manual es similar al obtenido mediante el software POM para Windows, se sustenta mediante los resultados gráficos el número de estaciones de trabajo propuestas en la solución de esta manera se obtiene:



**Figura 60:** Estaciones propuestas por POM para Windows

De igual modo se puede observar en un gráfico de barras presentado a continuación la distribución del tiempo de ciclo destinado para cada estación de trabajo propuesto mediante el balanceo de líneas, esto ajustado a tiempo takt o de demanda para un requerimiento de 7 lotes diarios o lo equivalente a 980 unidades o quesos en vista que cada lote de producción consta de 140 unidades.



**Figura 61:** Distribución del tiempo ciclo para estaciones

Finalmente se puede concluir que el resultado obtenido mediante el método manual es similar al obtenido a través del software POM para Windows, por lo cual se da la validez de los mismos asegurando que es preciso aplicar el balanceo de líneas con el uso de los parámetros propuestos, esperando alcanzar los objetivos de mejora en la línea de producción de queso fresco de la empresa “La Esencia”.

Seguidamente se presenta una herramienta de seguimiento para después de aplicar el balanceo de líneas, esta ayudará a los administradores a tener un enfoque del estado del que se encuentra la herramienta.

## **Estado del balanceo de líneas**

El balanceo de líneas de producción es una herramienta muy práctica y efectiva en cuanto al problema de baja productividad por un desequilibrio de la carga de trabajo, pero no proporciona una solución definitiva, pues con el paso del tiempo las líneas de producción suelen desequilibrarse por la intervención de muchos factores como; modificaciones del producto final, introducción de nuevos productos a la línea de producción, introducción o uso de nuevas herramientas o máquinas, cambios generados en el proceso productivo, aumento o disminución de requerimiento o demanda, rediseño de nuevas instalaciones, etc.

Por lo cual es preciso un rebalanceo de la línea de producción, considerando un cierto período de tiempo o cuando el proceso presente falencias en cuanto a aspectos como la productividad o eficiencia de la misma.

Por este motivo es de suma importancia que el analista de procesos o el administrador encargado de la producción de la empresa, establezca un parámetro o ciertas condiciones que le permita conocer la situación del balanceo de líneas propuesto o si el mismo necesita efectuarse nuevamente.

Si bien es cierto, los parámetros como la productividad y eficiencia son buenos indicadores que muestran el comportamiento del proceso productivo y una baja en estas magnitudes implicaría que la línea de producción presenta falencias en cuanto a funcionabilidad, pero en este caso estos indicadores no garantizan que los problemas presentes sean consecuencia de un desequilibrio de la carga de trabajo, si no que pueden ser objeto de otro tipo de problemas.

Por este motivo en esta investigación, se sugiere realizar una auditoría del balanceo de líneas implantado con el fin de conocer su situación, además, estas auditorías se tendrán que realizar en un lapso de 3 a 6 meses de acuerdo a la disponibilidad de tiempo del administrador, con ello se conocerá con mayor exactitud si el problema presentado se debe al balanceo de línea actual y si el mismo requiere de ajustes.

A continuación se presenta una propuesta de posibles cuestionamientos que serían parte de la auditoría a ejecutarse con el fin de conocer el estado del balanceo de líneas (Tabla 47).

**Tabla 47:** Propuesta para la auditoría del balanceo de líneas

Auditoría “Balanceo de líneas”		“LA ESENCIA”		
Auditor:		Planta: Línea de producción de queso fresco		
N°	Cuestionamiento	SI	NO	Observaciones
<b>Instalaciones</b>				
1	¿En los últimos meses se han introducido nuevas máquinas o herramientas al proceso?			<i>Si: Rebalanceo</i> <i>No: continuar</i>
2	¿Ha habido modificaciones en las operaciones efectuadas para la elaboración del producto?			<i>Si: Diagnóstico</i> <i>No: continuar</i>
3	¿En los últimos meses se ha movido de lugar algún equipo o máquina es decir se han hecho reubicaciones?			<i>Si: Rebalanceo</i> <i>No: continuar</i>
<b>Producto</b>				
4	¿En los últimos meses se ha introducido un nuevo producto a la línea de producción de queso fresco?			<i>Si: Rebalanceo</i> <i>No: continuar</i>
5	¿La demanda ha aumentado dentro de los últimos meses?			<i>Si: Rebalanceo</i> <i>No: continuar</i>
6	¿La demanda ha disminuido en los últimos meses?			<i>Si: Diagnóstico</i> <i>No: continuar</i>
7	¿Ha habido alguna modificación del producto?			<i>Si: Diagnóstico</i> <i>No: continuar</i>
<b>Personal</b>				
8	¿Se ha recibido quejas del personal o sugerencias en cuanto a los cambios efectuados?			<i>Si: Diagnóstico</i> <i>No: continuar</i>
9	¿Los operarios han dejado los puestos de trabajo asignados?			<i>Si: Diagnóstico</i> <i>No: continuar</i>
<b>Adicionales</b>				
10	¿En los últimos meses ha habido retrasos en la entrega de pedidos?			<i>Si: Diagnóstico</i> <i>No: continuar</i>
11	¿En los últimos meses se ha hecho uso de recursos adicionales (personal, tiempos extras, costos, herramientas etc.), para cumplir con la demanda?			<i>Si: Diagnóstico</i> <i>No: continuar</i>
12	¿En los últimos meses la producción ha bajado considerablemente?			<i>Si: Diagnóstico</i> <i>No: continuar</i>



Con esta herramienta el administrador podrá tomar la mejor decisión en cuanto al estado del proceso productivo mediante el balanceo, si la respuesta es sí, se deberá efectuar el rebalanceo de la línea de acuerdo a los criterios establecidos, de otro modo si se sugiere un diagnóstico se deberá efectuar un estudio para determinar la causa de dicha problemática, si la causa proviene de un desequilibrio de carga de trabajo se efectuará un nuevo balanceo, de ser otra se tomaran las medidas respecto al caso, finalmente si la respuesta es no se deberá continuar con el proceso productivo.

### **Consideraciones**

Recordando que el balanceo de líneas propuesto se efectúa para nivelar la producción a 7 lotes diarios, pues es la cantidad requerida para satisfacer la demanda mensual, no se puede sobredimensionar la mejora o la capacidad productiva a más lotes, en vista que no es conveniente dejar productos elaborados en inventario cuando no hay salida en el mercado.

Además, como se analizó en el cuello de botella en la parte de capacidad de producción, la empresa actualmente procesa 6 lotes diarios cada lote de 140 quesos tomando en cuenta los 4 operarios que colaboran en el proceso productivo, tras el balanceo de líneas se obtiene una disminución de tiempos de espera que no añaden valor alguno al proceso, con lo cual se logra aumentar la capacidad de producción a 7 lotes diarios equivalente a 980 unidades es decir se tiene un incremento de 140 quesos al día.

El objetivo que persigue la empresa es de mejorar el proceso productivo de queso fresco, nivelando su capacidad de producción a la demanda solicitada mensualmente, mediante un óptimo uso de los recursos disponibles evitando el uso de mano de obra y tiempos adicionales.

Por esta razón el balanceo de líneas se convierte en una solución factible a los inconvenientes presentados, pues, mediante los cálculos efectuados se requiere únicamente de 3 operarios para colaborar con el proceso productivo quedando 1 operario de apoyo en vista que son 4 operarios destinados para esta línea de producción, con esto se evitará el uso de mano de obra extra y aprovechar al máximo el tiempo disponible.

### 3.1.11.2 Herramienta 5'S para el control del desperdicio de movimientos

Con el objetivo de mejorar el ambiente de trabajo de la línea de producción de queso fresco en la empresa “La Esencia” mediante la mitigación del desperdicio de movimientos innecesarios, se hace la propuesta de aplicación de la metodología de manufactura esbelta conocida como 5'S, la misma que se basa en 5 principios fundamentales; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke los mismos que significan seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar, y crear hábito respectivamente.

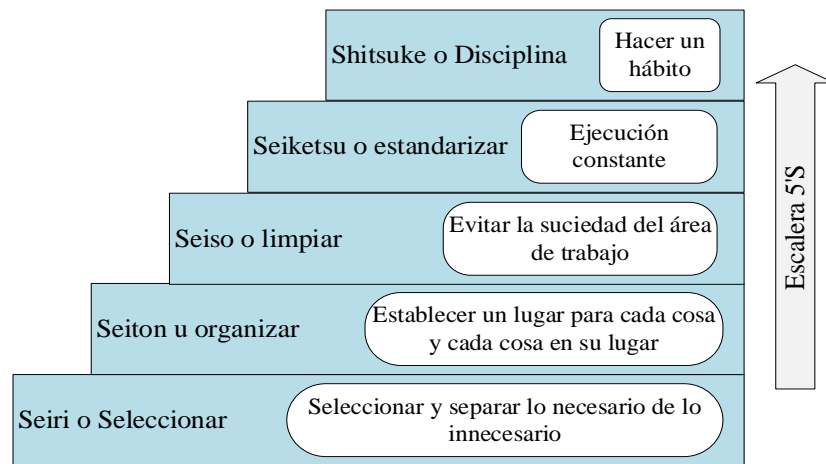


Figura 62: Escalera del procedimiento de las 5' [23]

Para ello en primera instancia se realiza una auditoría interna de la planta de producción para verificar la situación actual de las 5'S, mediante una lista de chequeo la misma que se muestra a continuación (Tabla 48).

Del mismo modo con el fin de establecer una calificación adecuada de la situación actual se considera ciertos criterios de evaluación tomando como rango valores del 1 al 5; de este modo el 0= muy deficiente, 1= deficiente, 2= aceptable, 3= bueno, 4= muy bueno y 5= excelente, puesto que hay ciertos aspectos en cuanto a la organización del puesto de trabajo que la empresa si las toma en cuenta, pero no las ejecuta satisfactoriamente.

En la lista de chequeo se consideran varias preguntas relacionadas con el manejo actual de cada una de las S en la planta de producción, las mismas que serán valoradas de acuerdo al rango anteriormente especificado así poder conocer el porcentaje de cumplimiento general e individual de las 5'S en la situación actual.

**Tabla 48:** Auditoría inicial de las 5'S

AUDITORÍA 5'S		“LA ESENCIA”	
Auditor: Byron Maizancho		Planta: Línea de producción de queso fresco	
Seiri o Seleccionar			
Nº	Cuestionamiento	Valoración	
1	¿Los artículos considerados como necesarios para la ejecución del trabajo se encuentran separados de los innecesarios?	3	
2	¿Los objetos que se observan pertenecen al lugar de trabajo donde se encuentran?	3	
3	En caso de generarse desperdicios resultantes del proceso ¿Existe un plan para el retiro inmediato de dicho material del lugar de trabajo?	1	
4	¿Los artículos considerados como innecesarios para la ejecución del trabajo están debidamente identificados?	0	
5	¿Los lugares de desplazamiento de personas y materiales se encuentran libres de objetos, productos elaborados o semielaborados y residuos que pueden obstaculizar la circulación?	2	
6	¿Los objetos observados en el lugar de trabajo se encuentran todos en perfecto estado?	4	
<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>43%</b>
Seiton u Ordenar			
Nº	Cuestionamiento	Valoración	
1	¿Existen áreas asignadas para los materiales y herramientas necesarias para la ejecución del proceso?	4	
2	¿Los lugares destinados para el albergue de herramientas y objetos necesarios están correctamente señalizados?	1	
3	¿Las estaciones de trabajo, áreas de almacenamiento y pasillos se encuentran visiblemente delimitadas con su debida identificación?	0	
4	¿Los objetos y herramientas se las ubica de acuerdo a su frecuencia de uso y son claramente identificables?	2	
5	¿Existe señalización en cuanto a condiciones inseguras en el lugar de trabajo?	0	
6	¿Cuenta con un lugar adecuado para el almacenaje de los equipos de protección personal de los operarios?	3	
7	¿Están los elementos de limpieza como; trapeadores, escobas, guantes, productos, etc., correctamente ubicados e identificados?	3	

8	¿Se manejan registros u hojas de verificación del uso respectivo de las herramientas?	0	
<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>33%</b>
<b>Seiso o Limpieza</b>			
N°	Cuestionamiento	Valoración	
1	De acuerdo a la inspección del piso, lugares de circulación y paredes ¿Se encuentran limpios y fuera de cualquier tipo de impurezas?	5	
2	De acuerdo a la inspección de ollas de cocción, mesas de trabajo, prensas, estantes y herramientas ¿Se encuentran limpias y fuera de cualquier tipo de impurezas y residuos de producto?	4	
3	¿Existe una persona o grupo de personas encargadas de supervisar la limpieza del lugar de trabajo?	1	
4	¿Se llevan a cabo periódicamente tareas de mantenimiento y limpieza de la planta de operación?	4	
5	¿Los operarios son conscientes por sí solos de mantener el lugar de trabajo y herramientas limpias durante la jornada laboral?	3	
6	¿Se dispone de contenedores de residuos en buen estado, debidamente ubicados y señalizados?	4	
<b>Total</b>		<b>21</b>	<b>70%</b>
<b>Seiketsu o estandarizar</b>			
N°	Cuestionamiento	Valoración	
1	¿Existe un manual escrito que ayude a dar el cumplimiento cabal de la selección, organización y limpieza del del lugar de trabajo?	1	
2	¿Existe una pizarra de información que informe a los trabajadores de eventualidades y niveles de producción o despacho?	0	
3	¿El personal conoce y ejecuta las buenas prácticas para un manejo organizado del ambiente de trabajo?	3	
4	¿Existe señalización en cuanto a seguridad en el trabajo y puntos de acceso o salida en caso de emergencia?	2	
5	¿Se cuenta con fichas técnicas que permitan un buen manejo de herramientas y operaciones?	0	
<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>24%</b>
<b>Shitsuke o Disciplina</b>			
N°	Cuestionamiento	Valoración	

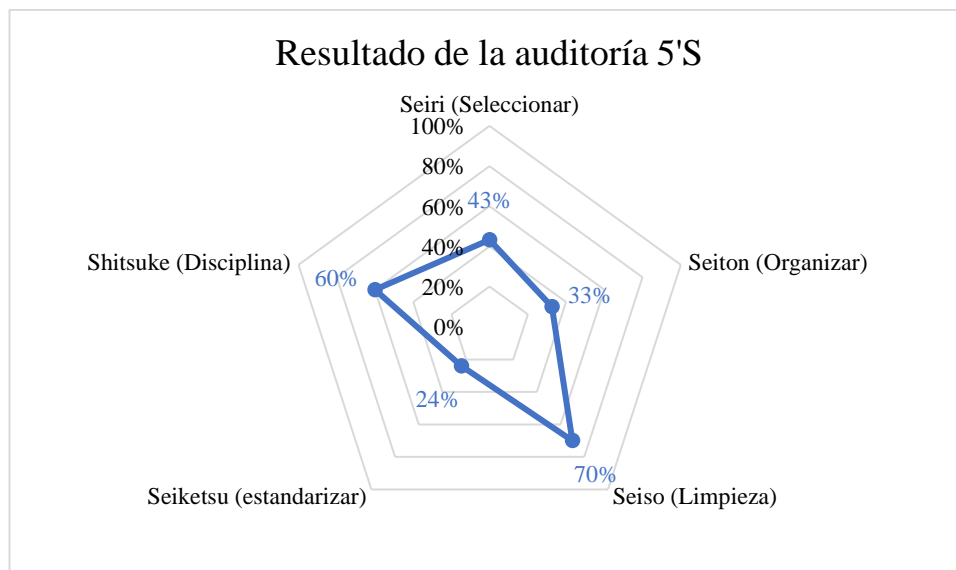
1	¿El área de trabajo, equipos y herramientas se encuentran limpias al inicio y al final de la jornada laboral?	3
2	¿Se aplica la cultura implantada por la empresa en cuanto a los espacios de trabajo y herramientas limpias y organizadas?	2
3	Los operarios; ¿Hacen uso el uniforme dispuesto por la empresa, así como sus debidos equipos de protección personal y mascarilla?	2
4	¿Existe motivación por parte del personal en acoger esta nueva metodología de mejora del ambiente laboral 5'S?	5
<b>Total</b>		<b>12</b> <b>60%</b>

**Tabla 49:** Resumen de la evaluación de las 5'S

Herramienta 5'S	Valoración	Más alto	Cumplimiento
Seiri (Seleccionar)	13	30	43%
Seiton (Ordenar)	13	40	33%
Seiso (Limpieza)	21	30	70%
Seiketsu (estandarizar)	6	25	24%
Shitsuke (Disciplina)	12	20	60%
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>145</b>	
<b>General (valoración/más alto) *100</b>			<b>45%</b>

El resultado de la auditoria inicial en las instalaciones de la empresa (Tabla 49) da como resultado un cumplimiento general del 45% en cuanto a las 5'S analizadas, esto nos da a entender que por ser menos del 50% se considera un cumplimiento insatisfactorio de dichos parámetros, por ende, se propone efectuar el estudio e implementación de las 5'S en la planta de producción de queso fresco de la empresa "La Esencia".

Para una mejor representación y entendimiento se presenta el resultado de la auditoría mediante un gráfico radial (Figura 63), el mismo que muestra el comportamiento de cada una de las S así como su debido porcentaje de cumplimiento.



**Figura 63:** Evaluación del cumplimiento de los 5'S

**Análisis de la primera S (Seiri o Seleccionar):** con un cumplimiento del 43% se lo considera como deficiente, debido a que en algunos puestos de trabajo existen materiales que no son necesarios para la ejecución de la tareas además que no están correctamente identificados como tal, adicional a ello en la empresa no se cuenta con un plan de retiro inmediato de los residuos que resultan de la elaboración de quesos y producto empacado, los mismos que obstaculizan la movilidad del material así como del personal de un área a otra, por tal motivo se debe tomar acción inmediata en cuanto a este parámetro pues incide en el proceso productivo creando demoras, movimientos innecesarios y puede ocasionar fallos en la calidad del producto final.

**Análisis de la segunda S (Seiton u Ordenar):** en cuanto a este parámetro se tiene un cumplimiento del 33%, considerado como insatisfactorio ya que está por debajo del 50% por ende requiere de acción inmediata, las razones de dicha valoración son debido a que la empresa ha dispuesto de un área adecuada para los materiales y herramientas necesarias pero que carecen de su debida identificación o señalización, de igual modo la ausencia de delimitación visual en las áreas de trabajo y lugares de circulación así como señalética que permita informarse de los posibles riesgos inseguros presentes al momento de efectuar la labor.

Por otro lado, no se cuenta con un área específica que permita ubicar los productos de limpieza y los equipos de protección personal de los trabajadores.

**Análisis de la tercera S (Seiso o Limpieza):** de acuerdo a la evaluación se puede notar que la empresa se ha esforzado por implementar buenas técnicas que permitan tener un ambiente de trabajo más limpio y agradable, así como el mantenimiento periódico de sus máquinas, herramientas e instalaciones, por ello este parámetro representa un cumplimiento del 70%, que viene a ser mejor que las anteriores pero que si necesita de atención pues se requiere asignar a un ente que asuma la responsabilidad de hacer cumplir a cabalidad las tareas de limpieza y mantenimiento, la concientización a los trabajadores mediante capacitaciones finalmente la implementación de señalética en los contenedores de residuos.

Además, el objetivo de esta S no se enfoca únicamente en realizar una buena limpieza sino de asumir una cultura de ensuciar menos.

**Análisis de la cuarta S (Seiketsu o estandarizar):** parámetro con un porcentaje de cumplimiento del 24%, la más baja en relación a las demás y que requiere atención inmediata, a su vez esta calificación resulta en vista que la empresa al provenir de un ámbito tradicional no se ha enfocado en normalizar sus actividades por lo que carece de procedimientos escritos que permitan ejecutar las tareas y buenas técnicas de trabajo de manera adecuada, del mismo modo los trabajadores desconocen muchas técnicas de trabajo limpio y seguro por último la falta de información visual o registros técnicos que ayuden a un buen manejo de los equipos y distribución de responsabilidades.

**Análisis de la quinta S (Shitsuke o Disciplina):** por último se considera al parámetro de disciplina con un porcentaje de cumplimiento del 60%, esto debido a que el administrador de producción ha tratado de implantar una cultura de mantener un ambiente de trabajo adecuado a todos sus colaboradores, considerando que el mismo posee escasos conocimientos en cuanto a herramientas de producción y mejora continua, además existe la disponibilidad y el interés de cada uno de los trabajadores pertenecientes a la línea de producción de queso fresco en asumir la responsabilidad y disciplina que la herramienta 5'S requiere, por tal motivo se tendría que considerar capacitaciones que vendrían a ser fundamentales para la implementación de esta cultura de mejora continua que ofrece manufactura esbelta.

### **Fase1: Aplicación del Seiri o Seleccionar**

El objetivo del Seiri o seleccionar es eliminar del puesto de trabajo los objetos que no son considerados como necesarios para la ejecución de la tarea, estos pueden ser; materia prima, herramientas, materiales, equipos, producto terminado o semiterminado, y residuos provenientes del proceso, es decir todas aquellos objetos que ya no son útiles para el mismo y que ocasionan un mal desempeño del operario en la ejecución de su labor, del mismo modo se trata de mantener dentro del área aquellos equipos y objetos que si son necesarios con el fin de agilizar el proceso productivo.

Para ello el operario destinado a cada puesto de trabajo debe conocer con exactitud los objetos que sí son necesarios y los que no de acuerdo al tipo de trabajo que realice, esta identificación debe llevarse a cabo para todos y cada uno de los objetos presentes en las respectivas áreas de trabajo, sean estas herramientas, equipos, materiales etc.

Si el elemento analizado es innecesario para esa área se deberá transferirla a otra área que si lo requiera o ubicarlo en algún lugar en donde no estorbe, de ser el caso de un producto terminado y empacado se deberá transferir al lugar de despacho inmediatamente para evitar obstaculizar las vías de circulación, si son residuos provenientes del proceso como el suero se procederá venderlo o regalarlo con previa autorización o transferirlo a otra línea de producción donde se necesite, en el caso de elementos necesarios pero que presenten averías buscar la manera de como repararlos y ponerlos de nuevo en funcionamiento y por último si son objetos obsoletos o residuos que ya no sirven desecharlos con la debida autorización.

### **Listado de elementos necesarios e innecesarios**

El operario debe estar en la capacidad de identificar los objetos innecesarios y necesarios del puesto de trabajo al que pertenece, para ello en primera instancia de la aplicación del Seiri o seleccionar es muy importante contar con un listado de dichos objetos, hay que enfatizar que este análisis se lo puede realizar tomando en cuenta la frecuencia con las que se utilizan los elementos y la razón por las que se utilizan.

Además, no todos los objetos considerados como innecesarios para la ejecución de la tarea pueden ser eliminados o desechados, ya que estos elementos pueden ser utilizados para otras actividades específicas dentro de la planta.



Este es el caso de las escobas o trapos para realizar la limpieza, no pueden ser desechados del lugar simplemente reubicados en un área específica para ello donde puedan estar disponibles y accesibles cuando se las requiera.

Seguidamente se presenta a breves rasgos algunos de los objetos o elementos que se consideran como innecesarios al momento de la ejecución de las operaciones, ojo, esto no quiere decir que se tengan que desechar, simplemente no cumplen con la función requerida para el trabajo solicitado:

- **Desechos:** envases vacíos de cuajos, fundas para el empaque en las gavetas y producto residuales de los quesos mal formados.
- **Gavetas, baldes y botes vacíos:** las gavetas, así como los baldes y botes de plásticos vacíos son objetos necesarios, pero si estos se encuentran ubicados en lugares donde obstaculizan la movilidad se convierten en objetos innecesarios por lo que se deben reubicar en un lugar específico y debidamente señalizado.
- **Herramientas de limpieza:** además se pueden notar escobas y material utilizado para la limpieza tiradas en las zonas de trabajo por lo que es importante contar con un área destinado para su almacenamiento y que permitan tener a la mano estos objetos para mantener la limpieza del lugar.
- **Tanques de suero:** el suero es un líquido resultante de procesar la leche para transformarlo en queso por lo que durante el proceso se tienen una cantidad considerable de este producto que muchas veces se ubican entre las áreas de moldeo y prensado obstaculizando el traslado.
- **Delantales:** durante la jornada laboral los operarios tienden a dejar sus equipos de protección personal como delantales en los pasamanos de las escaleras lo que ocasionan dificultad al momento de desplazarse puesto que como el piso en sí es resbaladizo evita que se tenga un lugar firme de apoyo, por lo que se debe asignar un lugar específico para este fin.
- **Cajas con producto terminado:** las cajas que contienen producto terminado al momento de realizar el empaclado vienen a considerarse como elementos innecesarios, ya que las mismas vienen a obstaculizar las vías de circulación de personas y materiales, por tanto, se deben acomodarlos en un lugar destinado para el despacho.

## Aplicación de la tarjeta roja

Con el fin de garantizar un buen manejo de esta S se hace uso de una herramienta conocida como tarjeta roja, la misma que será manejada por el administrador de producción o por los mismos operarios quienes deben asignar una tarjeta roja a cada elemento que no consideren necesarios en el lugar de trabajo para su posterior retiro o reubicación fuera del mismo.

La tarjeta roja diseñada debe contener la información necesaria como el número de tarjeta, la fecha que se colocó la misma y la fecha que se tomó acción al respecto, además del área en donde se detectó los elementos innecesarios y el responsable de la acción.

Adicional a ello debe registrar el tipo de objeto identificado, y la razón por la que no debería estar en el lugar en el que se encontró, por último, la acción a tomar de acuerdo a la necesidad con su debido comentario final para mayor comprensión de la decisión.

**Tabla 50:** Tarjeta roja para la aplicación del Seiri

<b>TARJETA ROJA 5'S</b>		<b>N°: 01</b>	
Fecha de inicio	<i>03/11/2020</i>		
Fecha ejecución	<i>03/11/2020</i>		
Área:	<i>Moldeo</i>		
Nombre del objeto:	<i>Botes de suero</i>		
Responsable:	.....		
<b>TIPO</b>			
Herramienta	Desechos		
Equipo	Gavetas, baldes, botes		
EPP	Producto terminado		
Herramientas de aseo	Otros (suero, etc.)		✓
Otros, observaciones	<i>bote amarillo lleno de suero</i>		
<b>RAZÓN</b>			
Dañado	Excedente		
Innecesario	✓ Pertenece a otra área		
Obsoleto	Otros		
Otros, observaciones	.....		
<b>ACCIÓN A TOMAR</b>			
Reubicar	✓ Eliminar		
Reparar	Otros		
Otros, observaciones	.....		
Comentarios	<i>Trasladar al área de despacho</i>		



**Figura 64:** Colocación de la tarjeta roja en los objetos innecesarios

Como se puede apreciar en la (Figura 64) se tiene el ejemplo de la aplicación de la tarjeta roja en el bote amarillo de suero resultante en el área de moldeo, del mismo modo se hará con los demás objetos mencionados con anterioridad para posteriormente efectuar la acción de acuerdo a la decisión tomada mediante los criterios de reubicación, reparación, venta, o el retiro por completo del lugar de trabajo.

Para complementar la aplicación del Seiri o seleccionar y garantizar un buen manejo de las tarjetas rojas se debe llevar un registro de las mismas, con el fin de controlar las acciones tomadas y la ubicación de cada uno de los artículos considerados como no necesarios, seguidamente se muestra un formato de registro que permita realizar el seguimiento de esta metodología.

**Tabla 51:** Modelo de registro para tarjetas rojas aplicadas

Reg. N°	"LA ESENCIA"						
N° de pág.	REGISTRO DE TARJETAS ROJAS						
N° Tarjeta	Fecha		Objeto	Cant.	Ubicación	Acción	Responsable
	Inicio	Ejecución					
Revisado por: .....				Aprobado por: .....			

## Fase 2: Aplicación del Seiton u Ordenar

Posterior a la aplicación del Seiri o seleccionar y tomar acción con los elementos que se consideran como innecesarios, el siguiente paso consiste en ordenar los objetos necesarios dentro de los puestos de trabajo de manera que sean identificables, de fácil acceso y que se puedan retornar a su ubicación original sin complicaciones, evitando de esta manera excesivos tiempos de búsqueda, movimientos y esfuerzos innecesarios de los trabajadores mediante unas condiciones de trabajo más seguras.

Por tanto, la filosofía de Seiton u ordenar se basa en que hay que destinar un lugar para cada cosa de la misma manera mantener el orden colocando cada cosa en su lugar, en vista de aquello, para la correcta aplicación del Seiton y para garantizar el ordenamiento de estos elementos necesarios se hace uso de los siguientes criterios:

**Tabla 52:** Criterios para la asignación de ubicaciones [33]

Frecuencia	Ubicación
Elemento usado muchas veces al día	Ubicarlo lo más cercano posible al trabajador
Elemento usado varias veces al día	Ubicarlo cerca del trabajador
Elemento usado varias veces a la semana	Ubicarlo cerca del puesto de trabajo
Elemento usado algunas veces al mes	Ubicarlo entre las áreas o puestos de trabajo
Elemento usado algunas veces al año	En algún lugar con su debida identificación
Elemento no usado, pero podría utilizarse con otro fin	Ubicarlo en un área destinada para estos elementos

De acuerdo a la aplicación de los criterios citados anteriormente (Tabla 52) los elementos deben quedar correctamente identificados, además se deben destinar las áreas en donde se las va a ubicar, para ello es necesario efectuarse las siguientes preguntas:



- Con el fin de ubicar en una zona cercana al operador: ¿Dentro de qué área o puesto de trabajo se utiliza la mayor cantidad de elementos y de qué tipo?
- Con el fin de ubicarlos por orden de importancia: ¿Con qué frecuencia se hace uso de cada uno de los elementos?
- Con el fin de ubicar sólo los necesarios: ¿Cuántos y qué elementos son indispensables tomando en cuenta posibles factores que alteren su funcionamiento?

Una vez resueltas estas inquietudes la ubicación de las zonas para el almacenaje de los elementos necesarios se establecerá en un lugar en donde no obstaculice la movilidad o puedan generar algún accidente al trabajador.

### Propuestas de mejora

- **Moldes de acero inoxidable:** estos elementos son muy importantes dentro del desarrollo del proceso productivo especialmente en el área de moldeo en donde se utilizan con mayor frecuencia, los mismos que presentan un problema en cuanto al Seiton u orden, pues la mayor parte del tiempo permanecen desordenados en una de las mesas de moldeo existentes en el lugar, por lo que sería indispensable contar con un estante o recipiente que permita albergar dichos elementos cerca al sitio de trabajo, y evitar inconvenientes al momento de hacer uso de las dos mesas de moldeo.



**Tabla 53:** Asignación de zona de almacenamiento para moldes

Actual	Propuesto
	
<p><b>Figura 65:</b> Almacenamiento de moldes actual</p>	<p><b>Figura 66:</b> Almacenamiento de moldes propuesto</p>

**Propuesta:** Debido al trabajo efectuado en el área de moldeo se propone que el almacenamiento de los moldes de acero inoxidable se lo realice en un recipiente cuadrangular existente en la planta de producción (Tabla 53, Figura 66), con ello la empresa evita costos en adquirir estantes adicionales a más de ello este recipiente permite la movilización del elemento de un lugar a otro sin dificultad. Adicionalmente la implementación de su identificación para que el mismo pueda ser retornado rápidamente a su lugar de ubicación una vez que ya no se requiera de su uso y evitar en lo posible obstáculos en las vías que dificulten la movilidad.

- **Útiles de aseo y limpieza:** elementos innecesarios para el proceso productivo, pero si indispensables para mantener una buena cultura de limpieza en el lugar de trabajo, por lo que no se desechan del sitio (a excepción de los productos químicos de limpieza), sino que se los ordena de modo que estén disponibles al momento de necesitarlos, del mismo modo puesto que son herramientas que no se utilizan con mucha frecuencia se coloca en un lugar que no estorbe a los trabajadores.



➤ **Tabla 54:** Situación actual y propuesta de los elementos de limpieza

Actual	Propuesto
	
<p><b>Figura 67:</b> Situación actual de los útiles de aseo</p>	<p><b>Figura 68:</b> Espacio propuesto para ubicar útiles de aseo</p>

**Propuesta:** en la situación actual estos elementos no cuentan con un espacio destinado para su almacenaje, por lo cual se propone ubicarlos junto a la pared entre las áreas de prensado y salmuera en vista que son elementos que se utilizan pocas veces al día y no deben obstruir el paso a los trabajadores, además es conveniente identificarlas con señalética para que los mismos puedan ser retornados al lugar destinado una vez cumplida la función.

- **Equipos de protección personal (Delantales):** los delantales blancos son objetos muy importantes para el desarrollo de la actividad laboral, pues impide que el operario se moje durante la ejecución del trabajo, dado que es un proceso en donde interviene mucho líquido, estos están propensos a mojarse y a adquirir algún tipo de dolencia con el paso del tiempo, razón por la cual se lo considera como un elemento necesario dentro del lugar de trabajo.

**Tabla 55:** Propuesta para la ubicación de los equipos de protección (Delantales)



Actual	Propuesto
 <p data-bbox="360 734 794 763"><b>Figura 69:</b> Situación actual de los delantales</p>	 <p data-bbox="879 734 1374 790"><b>Figura 70:</b> Espacio propuesto para la ubicación de delantales</p>

**Propuesta:** en la actualidad los trabajadores se quitan el delantal varias veces al día ya sea por movilizarse, por necesidades fisiológicas, en la hora del almuerzo y descanso o porque necesitan realizar algún trabajo en otra área, y los dejan colgadas en los equipos de las áreas de trabajo o en la escalera utilizada para la circulación, debido a que en la actualidad la empresa no cuenta con un espacio destinado para el almacenamiento de los mismos.

En vista de ello se propone la implementación de una zona señalizada con sus respectivos colgantes para que los trabajadores puedan ubicar sus delantales y tomarlos con facilidad cuando los requieran, por lo cual se toma en consideración la pared del lado derecho del galpón como se indica en la figura 70, pues al ser un elemento que se utiliza en todo el proceso productivo este debe estar al alcance de cualquier puesto de trabajo.

- **Señalética de las áreas de almacenamiento y de trabajo:** Para garantizar un buen desempeño del Seiton u ordenar en la planta de producción, esta debe ser complementada mediante control visual que permita identificar las distintas ubicaciones de manera fácil y directa, es por ello que la propuesta se complementa con el uso de señalética que ayude a distinguir un área o punto de almacenamiento de otro, de manera que cualquier persona pueda dar con los elementos sin mayor esfuerzo incluso si no pertenece al lugar de trabajo.



**Tabla 56:** Propuesta de identificación visual de las áreas destinadas para el almacenamiento

Actual	Propuesto
	
<p><b>Figura 71:</b> Situación actual, sin señalética</p>	<p><b>Figura 72:</b> Propuesta, implementación de señalética</p>

**Propuesta:** en la actualidad la empresa carece en gran parte de señalética tanto de áreas de trabajo como de los sitios de almacenaje de los elementos necesarios (herramientas, materiales, residuos etc.), debido a esto se propone la implementación de letreros que permitan la fácil identificación de ubicaciones.

- **Delimitación de las áreas de trabajo:** continuando con el trabajo mediante fábrica visual para la fácil identificación de cada una de las estaciones de trabajo, es importante que las mismas cuenten con sus respectivas limitaciones y separaciones que permitan al operario un desarrollo de sus actividades de manera holgada y disminuir el riesgo de sufrir accidentes.

**Tabla 57:** Delimitación de las áreas de trabajo


Actual	Propuesto
	
<p><b>Figura 73:</b> Situación actual sin delimitación</p>	<p><b>Figura 74:</b> Propuesta, delimitar pisos</p>



**Propuesta:** en este trabajo se propone la delimitación de cada una de las áreas o puestos de trabajo mediante una cinta que se adhiera al piso la misma que debe ser de color negro y amarillo como lo regula la norma técnica ecuatoriana NTE INNEN-ISO 3864-1:2013 referente a todo lo relacionado a símbolos, colores y señalética de seguridad, esta a su vez se colocará a una distancia de 40 centímetros de la parte más saliente de la máquina como lo regula el decreto 2393 en su artículo 74 numeral 3.

- **Señalética de prevención:** como ya se manifestó con anterioridad la empresa cuenta con una señalización escasa en cuanto a riesgos laborales y seguridad en el puesto de trabajo.

**Tabla 58:** Propuesta, señalética de riesgos laborales

Actual	Propuesto
 <p data-bbox="363 1272 793 1330"><b>Figura 75:</b> Situación actual, inexistencia de señalética de seguridad</p>	 <p data-bbox="911 1272 1340 1330"><b>Figura 76:</b> Propuesta, colocar señalética de precaución</p>

**Propuesta:** para complementar el estudio se propone la implementación de señalética de precaución que permita identificar los riesgos presentes en el área de trabajo, así como las zonas o lugares seguros en caso de eventualidades que puedan presentarse.

### **Fase 3: Aplicación del Seiso o Limpiar**

Una vez seleccionados y ordenados los elementos necesarios para el puesto de trabajo se procede con la aplicación de la tercera S “Seiso” o limpiar, la cual se basa en mantener completamente limpio el lugar de trabajo antes y después de la jornada laboral.

## **Objetivos de Seiso o limpiar en lácteos “La Esencia”**

Considerando que Seiso no sólo busca efectuar la limpieza la mayor cantidad de veces, sino que se debe tratar de mantener un lugar limpio controlando las fuentes de suciedad encontradas para minimizar los riesgos que pueden generar las mismas.

Al tratarse de una empresa de producción de alimentos hay que tener en consideración algunos objetivos que se anhelan alcanzar mediante la aplicación de esta metodología:

- Controlar la presencia de microbios, bacterias, y demás agentes patógenos que puedan introducirse en los quesos afectando a la salud de los consumidores.
- Mantener las instalaciones, equipos y herramientas limpias y desinfectadas al inicio y al término la jornada laboral.
- Eliminar la suciedad generada por la elaboración de quesos como; charcos de leche, grasa, residuos de producto semielaborado o elaborado los cuales se quedan pegados en las superficies de los equipos y herramientas originando un mal aspecto lo que puede dar lugar a la aparición de bacterias.
- Mantener limpio e impecable las superficies de las mesas de moldeo, ollas de cocción, prensas, estantes y moldes con su respectiva desinfección.

## **Tipos de suciedad generada**

Se procede a identificar los tipos de suciedad que resultan del proceso de elaboración de quesos para posteriormente establecer un manual de limpieza y la asignación de responsabilidades a los trabajadores.

## **Residuos de producto semielaborado**

Este tipo de residuo es muy en común en el proceso de moldeo, puesto que resulta de la cuajada semisólida manipulada en las mesas de moldeo durante el procesamiento de un lote, estos residuos pueden adherirse a las paredes de la mesa generando grasa en la superficie de la misma así como en los moldes rectangulares utilizados para formar el queso, por lo que es necesario establecer un método de limpieza eficiente que ayude a remover a tiempo estos desechos y evitar complicaciones durante el proceso así como daños en el producto elaborado.



**Figura 77:** Residuos resultantes de moldear los quesos

Del mismo modo se puede notar la existencia de migajas de producto semielaborado, así como de materia prima (leche) y también suero en el suelo, resultado de ejecutar las operaciones para la elaboración de queso fresco, esto a su vez está presente en el piso de casi todas las áreas de trabajo.



**Figura 78:** Residuos presentes en el piso del lugar de trabajo

### **Nata o grasa en la olla de cocción**

Generalmente después de ejecutar un lote de producción (600 litros de leche), en las paredes de las ollas de cocción suelen presentarse la nata o grasa resultante de cocinar o pasteurizar la leche a temperaturas de 80°C, esto hace que se dificulte el procesamiento del próximo lote, por lo que es indispensable limpiarlo cada vez que se termina de procesar.



**Figura 79:** Olla de cocción con grasa

## **Otros**

Así como los antes mencionados hay ocasiones en que se pueden presentar otro tipo de residuos como plásticos, recipientes vacíos, contenedores de cuajos, sobrantes de waipes que se utilizan para la limpieza, suero regado en el piso etc., los mismos que tendrán que ser removidos o pueden ocasionar riesgos tanto para el operario como para el producto.

## **Propuestas de mejora**

Al igual que en la fase anterior es necesario las propuestas de mejora que permitan tener control del Seiso o limpieza:

## **Recipientes de basura**

En todo proceso productivo existe la generación de residuos o basura producto de manufacturar la materia prima o de utilizar productos adicionales para dicho fin, este no es la excepción, y aunque no existe grandes cantidades de basura es necesario el control y el buen manejo de la misma, pues al ser una empresa de producción de alimentos estos residuos pueden ser foco de infección o de generación de bacterias que pueden llegar a causar enfermedades a los consumidores, por lo que es de vital importancia la implementación de recipientes que permitan almacenar los residuos de manera clasificada hasta su pronto retiro.

## Manual de limpieza

Esta herramienta es la encargada de guiar a los operarios en la ejecución eficaz las tareas de limpieza tanto de las instalaciones, equipos y utensilios o herramientas utilizadas para el proceso durante la jornada laboral, en ella se hace énfasis en el procedimiento que debe llevarse a cabo, así como en los elementos a utilizar y el tiempo que debe durar las tareas de limpieza.

**Tabla 59:** Manual de limpieza (Equipos)

MANUAL DE LIMPIEZA	“LA ESENCIA”
<i>“El lugar más limpio no es el que más se asea, sino el que menos se ensucia”</i>	
<p><b>Objeto o sitio a limpiar</b></p> <p>Ollas de cocción, mesas de moldeo, prensas, superficies de saleros, estantes.</p>	<p><b>Encargado (s):</b> Operarios</p> <p><b>Supervisado:</b> Comité de limpieza</p>
<p><b>Riesgos posibles debido elementos de trabajo sucios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proliferación de bacterias.</li> <li>• Contaminación de producto final (quesos).</li> <li>• Mal aspecto.</li> <li>• Generación de grasa.</li> </ul>	
<p><b>Elementos a utilizar</b></p> <p><b>Materiales:</b> escobas suaves, palas plásticas pequeñas, trapos o waipes, manguera con agua, manguera con vapor.</p> <p><b>Equipos de protección personal:</b> botas, guantes, mascarilla, delantal, gorro.</p> <p><b>Químicos:</b> productos de limpieza.</p> <p><b>Nota:</b> Uso obligatorio de equipos de protección personal</p>	<p><b>Procedimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocarse sus debidos equipos de protección personal para evitar caída de cabello en las zonas de procesamiento y posibles afecciones.</li> <li>• En caso de haber residuos sólidos recogerlos y ubicarlos en sus respectivos contenedores (pala).</li> <li>• Efectuar la limpieza total de cada uno de los elementos hasta los últimos rincones (escoba, waipes o trapos y productos de limpieza).</li> <li>• Enjuagar con abundante agua para evitar el contacto de los productos de limpieza con los alimentos.</li> <li>• En caso de necesitar, recurrir al vapor para garantizar la limpieza.</li> </ul>
<p><b>Tiempo:</b> 10 minutos una vez concluida la jornada laboral</p>	

**Tabla 60:** Manual de limpieza (herramientas y utensilios)

MANUAL DE LIMPIEZA	“LA ESENCIA”
<i>“El lugar más limpio no es el que más se asea, sino el que menos se ensucia”</i>	
<p><b>Objeto o sitio a limpiar</b></p> <p>Herramientas y utensilios (moldes, lira tipo haba, remo de madera, mallas, tacos, láminas de prensado, mangueras etc.)</p>	<p><b>Encargado (s):</b> Operarios</p> <p><b>Supervisado:</b> Comité de limpieza</p>
<p><b>Riesgos posibles debido herramientas y utensilios sucios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proliferación de bacterias.</li> <li>• Contaminación de producto final (quesos).</li> <li>• Mal aspecto.</li> <li>• Generación de grasa.</li> <li>• Deterioro del objeto.</li> </ul>	
<p><b>Elementos a utilizar</b></p> <p><b>Materiales:</b> trapos o waipes, baldes, recipientes, manguera con agua, manguera con vapor.</p> <p><b>Equipos de protección personal:</b> botas, guantes, mascarilla, delantal, gorro.</p> <p><b>Químicos:</b> productos de limpieza.</p> <p><b>Nota:</b> Uso obligatorio de equipos de protección personal</p>	<p><b>Procedimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocarse sus debidos equipos de protección personal para evitar posibles afecciones.</li> <li>• Lavar todos y cada uno de los objetos utilizados durante la jornada laboral (con trapos, waipes y productos de limpieza).</li> <li>• Enjuagar con abundante agua para evitar el contacto de los productos químicos de limpieza con los alimentos.</li> <li>• En caso de las mallas de envoltura de los quesos efectuar un buen lavado que quede libre de impurezas.</li> <li>• En caso de las mangueras para el transporte de la leche, suero, cuajada, realizar su limpieza mediante vapor.</li> <li>• Lavar todos los recipientes utilizados para el almacenaje de suero y producto final sin excepción.</li> <li>• En caso de requerir el uso de vapor para garantizar la limpieza hacer uso del mismo.</li> </ul>
<p><b>Tiempo:</b> 7 minutos una vez concluida la jornada laboral</p>	

**Tabla 61:** Manual de limpieza (Pisos)

MANUAL DE LIMPIEZA	“LA ESENCIA”
<i>“El lugar más limpio no es el que más se asea, sino el que menos se ensucia”</i>	
<p><b>Objeto o sitio a limpiar</b></p> <p>Pisos de los puestos de trabajo, vías de circulación y áreas de almacenaje.</p>	<p><b>Encargado (s):</b> Operarios</p> <p><b>Supervisado:</b> Comité de limpieza</p>
<p><b>Riesgos posibles debido al piso sucio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel debido al piso resbaladizo o con grasa.</li> <li>• Dificultad de movilización.</li> <li>• Movimientos innecesarios.</li> <li>• Proliferación de bacterias.</li> </ul>	
<p><b>Elementos a utilizar</b></p> <p><b>Materiales:</b> escobas, palas, trapeadores, manguera con agua.</p> <p><b>Equipos de protección personal:</b> botas, guantes, mascarilla, delantal, gorro.</p> <p><b>Químicos:</b> desinfectante.</p> <p><b>Nota:</b> Uso obligatorio de equipos de protección personal</p>	<p><b>Procedimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocarse sus debidos equipos de protección personal para evitar caída de cabello en las zonas de procesamiento y posibles afecciones.</li> <li>• Ordenar todos los objetos presentes en el piso.</li> <li>• En caso de haber residuos sólidos de cualquier índole recogerlos y ubicarlos en sus respectivos contenedores (pala y escoba).</li> <li>• Utilizar la manguera con agua para lavar el piso (escoba).</li> <li>• Pasar desinfectante mediante el uso de un trapeador.</li> </ul>
<p><b>Tiempo:</b> 7 minutos una vez concluida la jornada laboral</p>	

Seguidamente de la propuesta del manual de limpieza para cada objeto presente en las instalaciones de la fabricación de queso fresco en lácteos “La Esencia”, y para garantizar la eficiente aplicación y funcionalidad de las S, se procede con la aplicación de la cuarta S, Seiketsu o estandarizar.

#### **Fase 4: Aplicación del Seiketsu o estandarizar**

El Seiketsu o estandarizar es una de las herramientas más importantes presente en esta metodología, pues, garantiza el buen manejo y el cumplimiento continuo de las 3 primeras S aplicadas, debido que si no existe un proceso de mejora estandarizado hay la probabilidad de que la empresa tienda a volver a la condición inicial encontrada, por tal razón es de relevancia crear una cultura de organización en el personal tanto administrativo como operacional.

Sabiendo que la metodología de las 5'S no solo es una herramienta de productividad, sino que es una herramienta de mejora continua y que debe ser perdurable en el tiempo, ayudando a crear hábitos que potencien un sitio de trabajo más limpio y ordenado, para lo cual es indispensable considerar los siguientes pasos:

##### **Paso 1: Socialización de la metodología 5'S propuesta**

La socialización es un aspecto trascendental para el logro de los resultados, ya que de ella dependerá el conocimiento de las responsabilidades que deben asumir cada ente partícipe de esta línea de producción, además, en ella se podrá explicar a detalle el procedimiento que sugiere la metodología 5'S y solventar dudas que tengan los trabajadores en función de la metodología expuesta.

Para socializar la metodología el analista deberá planificar los siguientes puntos:

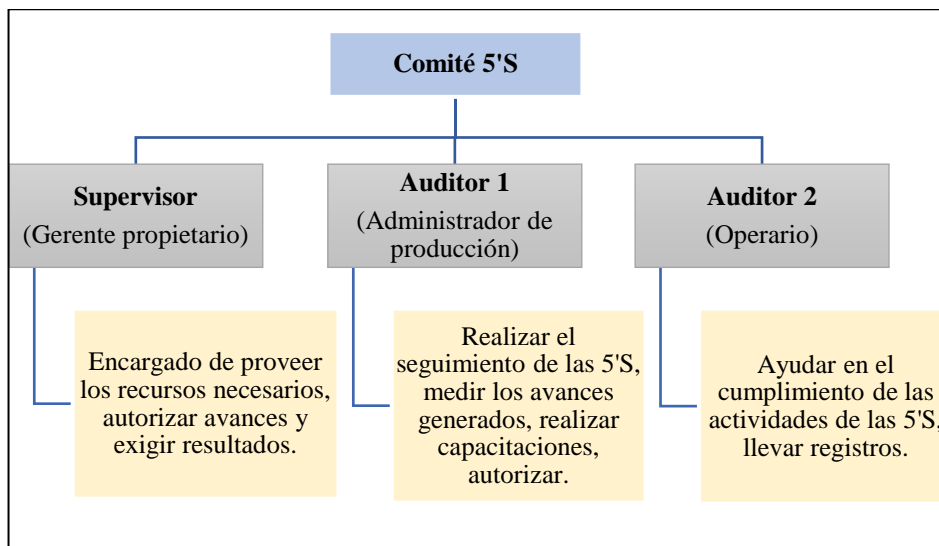
- Realizar una reunión de trabajo conjuntamente con los operarios de la línea de producción de queso fresco, el administrador y el gerente propietario de la empresa para socializar el plan de la mejora 5'S propuesta.
- Socializar a los obreros la importancia que conlleva la aplicación de las tres primeras S (Seleccionar, Ordenar y Limpiar).
- Solventar dudas presentes acerca de la metodología.

##### **Paso 2: Asignación de responsabilidades**

Consecuentemente a la socialización de la metodología es necesario la asignación de responsabilidades a ejecutarse dentro de la planta de producción, en donde todos y cada uno de los entes que conforman su funcionalidad deben participar, del mismo modo que en el paso anterior el analista debe considerar los siguientes puntos:



- Asignación de un comité de 5'S, cuya función será de realizar el seguimiento y auditoría de la metodología propuesta, el mismo que contará en este caso con 3 integrantes, quienes serán; el gerente propietario de la empresa, el administrador encargado de la producción y el trabajador más experimentado de la línea de producción.



**Figura 80:** Propuesta del comité 5'S

- Asignar las responsabilidades de las 3 primeras S (seleccionar, ordenar y limpiar a todos los operarios pertenecientes al lugar estudiado, en vista que son los que deben llevar a cabo dichas tareas, seguidamente (Tabla 62) se presenta un ejemplo de asignación de responsabilidades en las actividades de limpieza.

**Tabla 62:** Ejemplo de registro para la asignación de actividades de limpieza

Reg. N°: 001		"LA ESENCIA"			
N° pág.: 1		REGISTRO DE ASIGNACIÓN DE LIMPIEZA			
Fecha	Hora	Lugar o área	Por limpiar	Responsable	Observaciones
02/11/2020	10:15 am	Preparación	Ollas de cocción	Juan P.	Después del lote.
02/11/2020	4:48 pm	Moldeo	Piso	Oswaldo C.	Final de la jornada
Revisado por: .....			Aprobado por: .....		

Mediante el registro para la asignación de responsabilidades se puede realizar todas las actividades pues los responsables tienen que hacerse cargo de la actividad que se le asignó.

### **Paso 3: Proveer de material didáctico**

Para dar cumplimiento a lo acordado es necesario brindar ayuda a los encargados de ejecutar las responsabilidades mediante medios de información e instrucciones que permitan seguir el procedimiento, para lo cual se plantean las siguientes propuestas:

- Colocar en cada área o puesto de trabajo el listado de los materiales necesarios para desempeñar el trabajo, con el fin de agilizar el procedimiento de la tarjeta roja y descartar los objetos innecesarios.
- Pegar en un lugar visible el manual de limpieza detallado en la fase anterior (Tablas 59, 60 y 61).
- Pegar en un lugar visible las políticas de orden y limpieza promovidas por la empresa.
- Proveer de recursos materiales como útiles de aseo necesarios que permitan efectuar la limpieza.
- Aplicar efectivamente las 3 primeras S.

### **Paso 4: Promover una cultura de mejora en la empresa**

Posterior a los cambios efectuados es importante que los operarios asuman a conciencia que cada uno es responsable del orden y limpieza de su puesto de trabajo y de todas las instalaciones en donde se desenvuelven en la empresa, por tanto, se debe concientizar al personal administrativo y operativo que la aplicación de la metodología de las 5'S no se trata de técnicas que se deben asumir por obligación, sino que se trata de una cultura que permite mejorar las condiciones de vida dentro de las instalaciones de la planta de producción.

Por otra parte, el cambio de cultura si bien es cierto trae muchos beneficios palpables para la empresa si se lo efectúa con seriedad y responsabilidad, pero que implican asumir muchas responsabilidades tanto para los administradores como para el personal operativo de la planta por lo cual se deberá tener en consideración lo siguiente:

- Destinar un tiempo al final de la jornada laboral para efectuar la limpieza adecuada de las instalaciones de la línea de queso fresco tal y como se detalla en los manuales de limpieza de la fase 3 (Tabla 59, 60 y 61), esto a su vez se lo debe realizar todos los días.
- Realizar un plan de mantenimiento y limpieza total de las instalaciones del proceso productivo, el mismo que puede ser cada mes.
- Llevar registros de mantenimiento y limpieza mensual.
- Tomar evidencias (fotografías) del cumplimiento de las actividades asignadas.
- Exigir a los operarios que cumplan con las actividades de orden y limpieza asignadas.
- Incentivar a los operarios que se destaquen en el cumplimiento de la metodología propuesta.

#### **Fase 5: Aplicación del Shitsuke o Disciplina**

Shitsuke o disciplina implica asumir las cuatro S anteriores (seleccionar, ordenar, limpiar y estandarizar) como parte del trabajo diario y esto se logra mediante el respeto y la ejecución consciente de las actividades por parte de cada uno de los involucrados haciendo énfasis en las normas establecidas.

Para alcanzar este objetivo se plantea el uso de las siguientes herramientas:

**Registros de cumplimiento de las S:** esta herramienta ayudará a mantener la disciplina mediante el seguimiento de las actividades asignadas para su debido cumplimiento, permitiendo detectar a su vez en cuál de las tres S principales existen falencias y necesitan la toma de acción inmediata, este registro permitirá la verificación por día de las S con su debida observación en el caso de no cumplir a cabalidad con dicha función, a continuación se muestra un ejemplo de registro que se puede aplicar para esta tarea.

En el cual se registra el cumplimiento de las actividades mediante una (S) en caso de si cumplir a cabalidad con lo sugerido, (N) para decir que no se ejecutó la labor que sería en el peor de los casos y con una (P) si el trabajo se lo realizó a medias es decir si existen objetos innecesarios presentes o se quedó algo sin limpiar.

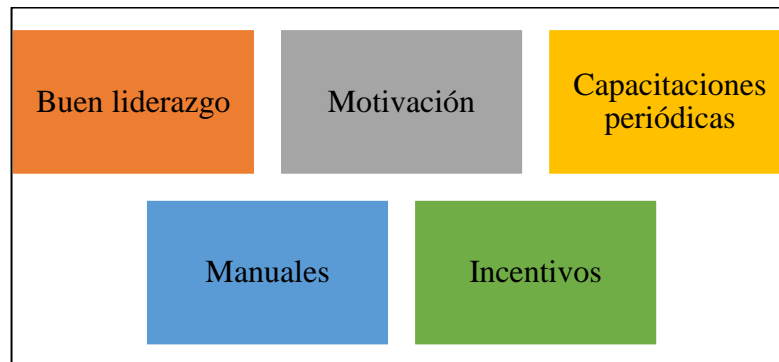
**Tabla 63:** Ejemplo de registro para el cumplimiento de las S

REGISTRO DE CUMPLIMIENTO 5'S	Reg. N°: <i>001</i>					"LA ESENCIA"
	N° hoja: <i>1</i>					
Responsable:	Hora: <i>8:05 am</i>					Fecha: <i>02-07/11/2020</i>
Herramienta 5'S	Día					En caso de ser parcial (P) especificar:
	1	2	3	4	5	
<b>Seiri (Seleccionar)</b>						
Objetos necesarios completos	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	Observaciones: <i>día miércoles baldes en el área de moldeo.</i>
						<i>Viernes, cajas de quesos en los pasillos.</i>
<b>Seiton (Ordenar)</b>						
Objetos debidamente ordenados	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	Observaciones: <i>día jueves el remo de madera no se encuentra en su lugar</i>
						.....
<b>Seiso (Limpieza)</b>						
Herramientas y utensilios	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	Observaciones: .....
						.....
Equipos (Ollas de cocción, mesas de moldeo, prensas, estantes, tinas de salado).	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	Observaciones: <i>día martes estantes sucios</i>
						.....
Pisos (puestos de trabajo, pasillos, lugares transitables).	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	Observaciones: <i>viernes piso sucio del área de preparación.</i>
						.....
<i>S= Si, todo perfecto N= No se cumple P= se cumple, pero parcialmente</i>						
Revisado por comité de limpieza:						
Aprobado por gerente propietario:						

**Auditorías:** las auditorías son herramientas muy útiles si se quiere llevar a cabo el seguimiento de la metodología planteada, con ella se verificará el cumplimiento de las actividades por parte de los entes involucrados, así de acuerdo a los resultados obtenidos se podrá realizar ajustes en la S que presenta falencias.

Esta auditoría debe ser similar a la que se efectuó inicialmente en el estudio de las 5'S (Tabla 48), en base a las mismas preguntas y verificar el porcentaje de mejora después de la aplicación de la metodología planteada, por otro lado para garantizar el resultado se considera conveniente aplicar la auditoría en un período de 15 a 20 días después de establecidas las mejoras, cuyo resultado debe representarse en un gráfico radial o de barras y tomar medidas en caso de mostrarse un porcentaje de cumplimiento bajo.

**Estrategias para mantener la disciplina:** como último punto, pero no el menos importante es conveniente tener en cuenta algunas estrategias que ayuden a mantener la disciplina dentro del lugar de trabajo, sin necesidad de recurrir a sanciones, sino más bien que todo el personal se mantenga entusiasmado y se esfuercen persiguiendo un mismo objetivo el de conservar un lugar limpio y ordenado por ende la mejora de la productividad de la empresa, esto a su vez se logra mediante los siguientes puntos:



**Figura 81:** Estrategias para apoyar al mantenimiento de la disciplina

### **Indicadores para el cumplimiento de las S**

Los indicadores son herramientas que permiten verificar el grado de cumplimiento de estrategias o métodos implantados en un proceso, en este caso para medir el cumplimiento de la metodología 5'S se proponen ciertos parámetros que nos indiquen si existen falencias en alguna de las tres primeras S y por ende realizar los ajustes necesarios de ser el caso.

#### **Indicador para Seiri o seleccionar (ISeiri)**

Como bien sabemos Seiri o seleccionar se enfoca en la identificación, selección y eliminación de elementos u objetos innecesarios del lugar de trabajo, por lo tanto, el lugar o área de trabajo respectivo solo debe contener los elementos que se consideran necesarios para la ejecución de la tarea, si existen otros elementos u excedentes estos indicarían que no se está dando cumplimiento eficaz en lo que respecta a esta S.

Cabe recalcar que en esta parte como material de ayuda se propuso realizar un listado de los elementos necesarios en cada área de trabajo para ayudar a descartar los elementos innecesarios como se registra en el paso 3 de la aplicación del Seiketsu o estandarizar, esto a su vez ayudará a saber cuántos elementos deben contarse cada día y si existen excedentes u objetos sobrantes.

Con lo dicho anteriormente el indicador para esta S se basa en la razón existente entre la cantidad de artículos o elementos excedentes o sobrantes respecto al total de elementos registrados en el listado de cantidad máxima, con ello se verificará el porcentaje de cumplimiento del Seiri o seleccionar así también como fomentar la disciplina que requiere la metodología.

$$I_{Seiri} = \frac{\text{Elementos excedentes}}{\text{Elementos máximos}} * 100\%$$

Además del indicador es indispensable contar con un registro de seguimiento que permita documentar las variables por día o semana, este a su vez deberá contener el área donde se está evaluando, los objetos a revisar (herramientas o utensilios, materiales y equipos), la cantidad máxima de elementos necesarios registrados en el listado, los elementos excedentes o sobrantes y las observaciones donde se registren los tipos de elementos excedentes.

**Tabla 64:** Ejemplo de propuesta de registro de cumplimiento Seiri

Reg. N°: <i>001</i>		<b>REGISTRO DE CUMPLIMIENTO SEIRI</b>		<b>“LA ESENCIA”</b>	
N° Hoja: <i>1</i>					
Responsable:			Fecha:		Hora:
Área	Objetos	Cantidad Máx.	Observado	Exceso	Observaciones
<i>Moldeo</i>	<i>Herramientas (moldes)</i>	<i>142</i>	<i>145</i>	<i>3</i>	<i>3 waipes</i>
<i>Preparación</i>	<i>Herramientas</i>	<i>10</i>	<i>14</i>	<i>4</i>	<i>1 escoba, 2 palas de limpieza, 1 galón vacío</i>
Revisado por: .....			Aprobado por: .....		

Continuando con el ejemplo se tiene:

$$I_{Seiri} = \frac{3}{142} * 100\% = 2,11\%$$

Con ello se tendría que existe un grado de incumplimiento del 2,11% en lo que respecta al Seiri o lo que es lo mismo se estaría cumpliendo en un 97,89%, lo que es muy bueno pero en este caso se busca evitar en lo posible todo el grado de incumplimiento pues solo de esta manera se estaría dando cumplimiento a la disciplina de la que se habla en la quinta S, por lo cual el objetivo es no tener ningún excedente en los lugares de trabajo únicamente lo necesario, es decir alcanzar un cumplimiento del 100%.

**Nota:** el cálculo anterior es un ejemplo demostrativo de cómo aplicar el registro conjuntamente con el indicador para medir el nivel de cumplimiento e incumplimiento de la primera S (Seiri), ajeno a la situación de la empresa, el mismo análisis se efectúa para las demás S (Seiton y Seiso).

### Indicador para Seiton u Ordenar (ISeiton)

En un caso similar al indicador propuesto en el caso del Seiri, en esta parte se hace uso del mismo método, mediante un registro de variables que intervienen en el indicador, en este caso será de los elementos encontrados fuera de lugar o áreas sin identificación respecto al total de elementos pertenecientes al lugar de trabajo o la cantidad de áreas existentes respectivamente.

**Tabla 65:** Ejemplo de propuesta de registro de cumplimiento Seiton

Reg. N°: 001	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO SEITON			“LA ESENCIA”	
N° Hoja: 1	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO SEITON			“LA ESENCIA”	
Responsable:			Fecha:		Hora:
Área	Objetos o elementos	Cantidad Máx.	Ob. fuera de lugar	Faltantes	Observaciones
Preparación	Herramientas y utensilios	10	2	1	Lira tipo haba y remo de madera fuera de lugar, falta la probeta para medir el cuajo
Revisado por: .....			Aprobado por: .....		

Mediante este registro se establece el siguiente indicador:

$$I_{Seiton} = \frac{\text{Elementos (fuera de lugar + faltantes)}}{\text{Elementos totales máximos.}} * 100\%$$

Con este indicador se estaría calculando el porcentaje de incumplimiento del Seiton u ordenar, por lo que, para saber el grado de cumplimiento únicamente se tendría que restarse del 100%, como el caso anterior el objetivo de estos indicadores es que se encuentren en un 100% caso contrario nos estaría indicando que hay deficiencia en cuanto a mantener una buena disciplina.

### Indicador para Seiso o Limpieza

Para este indicador se toma en cuenta a la cantidad de objetos o elementos que se encuentran sucios respecto a la cantidad máxima de elementos analizados, de la misma forma para los pisos.

**Tabla 66:** Ejemplo de propuesta de registro de cumplimiento Seiso

Reg. N°: 001		REGISTRO DE		“LA ESENCIA”	
N° Hoja: 1		CUMPLIMIENTO SEISO			
Responsable:			Fecha:		Hora:
Área	Objetos o elementos	Cantidad Máx.	Objetos sucios	Observaciones	
Moldeo	Herramientas y utensilios (mallas)	140	10	10 mallas no están correctamente lavadas	
Revisado por: .....			Aprobado por: .....		

De esta manera se tiene el indicador mediante las siguientes variables:

$$I_{Seiso} = \frac{\text{Elementos sucios}}{\text{Elementos totales máximos.}} * 100\%$$

Mediante este indicador se muestra el grado de incumplimiento del Seiso o limpieza, de igual modo, para saber el porcentaje de cumplimiento se deberá restar de un total de 100% y como el caso anterior se espera alcanzar al objetivo de dicho porcentaje



Mediante la aplicación de estos indicadores el administrador de la línea de producción de queso fresco en la empresa “La Esencia”, está en la capacidad de verificar el porcentaje en el que se está cumpliendo con los requisitos de las tres primeras 3 S, para ello es indispensable que se mantenga siempre la cuarta S (Seiketsu o estandarizar), el de mantener debidamente informado y capacitado al trabajador a través de herramientas de información visual, con ello todo este procedimiento llegará a formar parte de una buena disciplina dando un cumplimiento satisfactorio de las 5’S propuestas en el presente trabajo de investigación.

### **3.1.11.3 Trabajo estandarizado**

Con el objetivo de garantizar el cumplimiento de las dos herramientas antes propuestas y de brindar una herramienta de apoyo a los operarios, es necesario proponer un procedimiento escrito de las operaciones que se llevarán a cabo dentro de las áreas de producción en especial en la estación III y IV, que de acuerdo al balanceo de líneas corresponden al área de salmuera y almacenado respectivamente.

Por lo cual es importante la estandarización de las operaciones llevadas a cabo en estas áreas, la misma que permitirá a los trabajadores mantener una misma secuencia de trabajo durante toda la jornada laboral evitando en lo posible la variabilidad en el proceso productivo y la aparición de desperdicios como movimientos y transportes innecesarios.

La razón por la que se toma en consideración a estas dos áreas para la estandarización se debe a la variabilidad en la ejecución de las actividades existentes y a los cambios efectuados en ellas, pues, en vista a lo propuesto en el balanceo de líneas para hacer uso eficiente del recurso tiempo se tiene que aprovechar de mejor manera los tiempos inactivos o de ocio producidos por las esperas, por lo que es preciso combinar algunas de las operaciones del proceso de salado y empacado para dar cumplimiento a este objetivo, además documentar estos cambios para que el operario encargado pueda ejecutarlo con facilidad hasta adquirir destreza.

Cabe recalcar que de acuerdo a la mejora propuesta por el balanceo de líneas ahora estas dos áreas o estaciones de trabajo estarán a cargo de un solo operador el mismo que tiene que seguir un procedimiento para poder cumplirlo, motivo por el cual se realiza la estandarización.

Por tanto, esta herramienta de manufactura esbelta se propone con el objetivo de brindar apoyo al balanceo de líneas propuesto y a las 5'S, además de controlar y evitar en lo posible la aparición de las mudas de esperas, movimientos y transportes con lo cual se garantizará la mejora del proceso productivo de la empresa lácteos “La Esencia”.

### **Aplicación de la estandarización**

Posteriormente para la aplicación del trabajo estandarizado de manufactura esbelta se ha visto en la necesidad de considerar dos puntos clave que ayudarán al cumplimiento eficaz de esta herramienta:


- Realizar formatos de trabajo estandarizado que permita documentar los procedimientos a llevar a cabo en las áreas de salmuera y empackado.
- Capacitar al personal en base a los cambios efectuados.

### **Formatos de trabajo estandarizado**

En estos formatos de trabajo se registra el procedimiento a seguir para la ejecución de las tareas en las operaciones de salado y empackado siendo la última el cuello de botella del proceso, considerando las posibles mejoras que permitirán un aprovechamiento eficaz del tiempo de espera provocado al terminar el salado, además se registra el tiempo estándar que se demora cada actividad, así como la cantidad de lotes que se deben producir al día.

En caso de que el trabajador no pueda cumplir con el objetivo en dichas áreas por algún motivo se requerirá del apoyo del operario adicional con el que cuenta la línea de producción de queso fresco, como se indica en el cálculo del número de operarios del balanceo de líneas, de este modo se tiene:

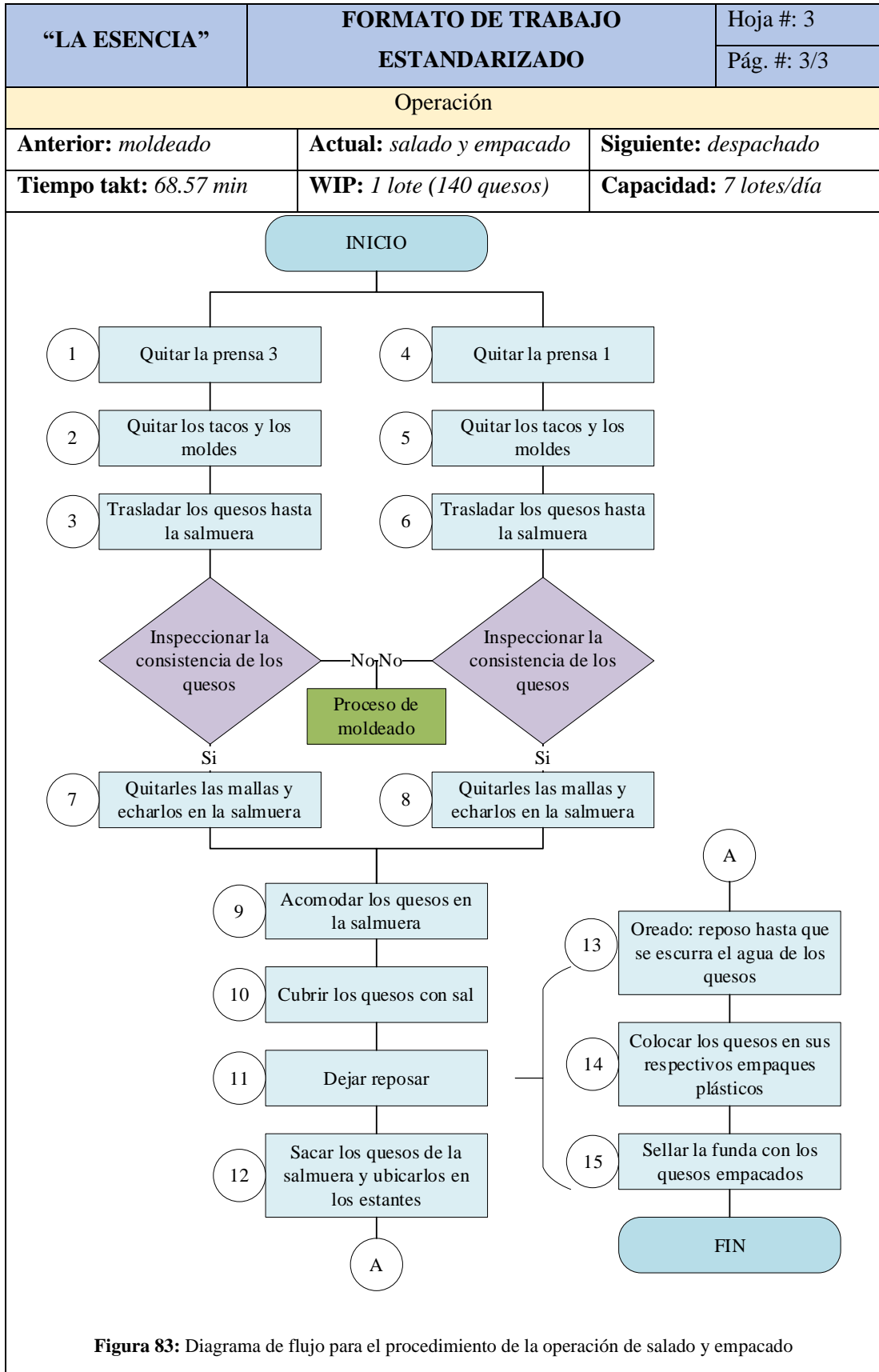
**Tabla 67:** Formato de trabajo estandarizado para la estación III y IV del proceso de queso fresco

<b>“LA ESENCIA”</b>	<b>FORMATO DE TRABAJO ESTANDARIZADO</b>		Hoja #: 1
			Pág. #: 1/3
Tipo de operación			
<b>Anterior:</b> <i>moldeado</i>	<b>Actual:</b> <i>salado y empackado</i>	<b>Siguiente:</b> <i>despachado</i>	
<b>Objetivo:</b> Informar al trabajador el procedimiento correcto a llevar a cabo durante la ejecución de las tareas de salado y empackado del queso fresco.		<b>Alcance:</b> Este documento va dirigido al operario que se encargará de ejecutar las tareas pertenecientes a las operaciones de salado y empackado respectivamente.	
<b>Equipos y materiales a utilizar</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tinas de salmuera</li> <li>• Estantes de almacenamiento</li> <li>• Pala plástica pequeña</li> <li>• Balde</li> <li>• Gavetas plásticas con sal</li> <li>• Empaques plásticos para quesos (varios diseños)</li> <li>• Cinta de sellar (rojo)</li> <li>• Estilete</li> <li>• Porta cinta</li> </ul>			
<b>Recomendaciones y seguridad</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El operario debe hacer uso de sus equipos de protección personal durante la ejecución de las operaciones en toda la jornada laboral.</li> <li>• El uso de mascarilla es obligatorio.</li> </ul>			
 <p>El diagrama muestra a un trabajador en un entorno industrial, equipado con: un gorro negro, una mascarilla blanca que cubre la nariz y boca, un delantal blanco sobre un uniforme oscuro, guantes de látex azules y botas de caucho blancas. A la derecha del trabajador, una lista de ítems con flechas rojas que apuntan a cada parte del EPP: Gorro, Mascarilla, Traje de bioseguridad o uniforme de la empresa, Delantal, Guantes, Botas de caucho.</p>			
<b>Figura 82:</b> Equipos de protección personal (EPP)			

**Continuación:** Formato de trabajo estandarizado para la estación III y IV del proceso de queso fresco

“LA ESENCIA”	FORMATO DE TRABAJO ESTANDARIZADO		Hoja #: 2
			Pág. #: 2/3
<b>Operación</b>			
Anterior: <i>moldeado</i>	Actual: <i>salado y empacado</i>	Siguiente: <i>despachado</i>	
<b>Procedimiento para la operación de salado</b>			
Tareas	Tiempo (min)		
	Manual	No manual	
Quitar la prensa 3	0,26		
Quitar los tacos y los moldes	1,73		
Trasladar los quesos hasta la salmuera (72 quesos)	0,30		
Inspeccionar la consistencia de los quesos	1,38		
Desenmallarlos y colocarlos en la salmuera	2,35		
Quitar la prensa 1	0,29		
Quitar los tacos y los moldes	1,62		
Trasladar los quesos hasta la salmuera (68 quesos).	0,23		
Inspeccionar la consistencia de los quesos	1,29		
Desenmallarlos y colocarlos en la salmuera	2,25		
Acomodar los quesos en la salmuera	1,81		
Cubrirlos con Sal	0,53		
Salado	----	45,00	
Sacar los quesos de la salmuera	3,33		
<b>Total (min)</b>	<b>17,36</b>	<b>45,00</b>	
	<b>62,36</b>		
<b>Procedimiento para la operación de empacado</b>			
Tareas	Tiempo (min)		
	Manual	No manual	
Oreado: reposo hasta que se escurra el agua de los quesos	----	10	
Colocar los quesos en sus respectivos empaques plásticos	48,18		
Sellar la funda con los quesos empacados	5,92		
<b>Total (min)</b>	<b>54,10</b>	<b>10</b>	
	<b>64,10</b>		
<b>Capacidad de producción diaria</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 lotes de producción de 140 unidades (quesos) cada lote.</li> <li>• Takt time o tiempo de demanda: 68,57 minutos por lote.</li> </ul>			

**Continuación:** Formato de trabajo estandarizado para la estación III y IV del proceso de queso fresco









**Figura 83:** Diagrama de flujo para el procedimiento de la operación de salado y empacado










**Tabla 68:** Hoja de trabajo estandarizado, estación III y IV del proceso de elaboración de queso fresco en “La Esencia”

“LA ESENCIA”				HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO		Hoja #:1
				Elaborado por: Byron Maizancho	Fecha: 20/11/2020	Pág. #: 1/1
<b>Operación</b>						
Desde: salado						
Hasta: empacado						
<b>Estación</b>						
III área de salmuera						
IV área de almacenado						
<b>Simbología</b>						
1	●	+	◆			
Actividad	WIP	Seguridad	Calidad			
O1: operador encargado de la estación III y IV						
O2: operador auxiliar en caso de necesitar						
<b>Adicionales</b>						
WIP (producto en proceso): 1 lote de producción						
1 lote: 140 unidades (quesos)						
Capacidad: 7 lotes por día						
Takt time: 68.57 minutos por lote						
<b>Revisado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>				




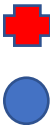


**Figura 84:** Layout para el trabajo estandarizado

**Tabla 69:** Hoja de procedimiento para la operación de salado y empackado de queso fresco

“LA ESENCIA”	HOJA DE PROCEDIMIENTO			Hoja #:1
	Simbología			Pág. #: 1/3
Operación				Takt time
Salado y empackado de queso fresco	WIP	Seguridad	Calidad	68,57
	Revisado:		Aprobado:	min/lote
Gráfico	N°	Actividad	Descripción	Razón
 <p><b>Figura 85:</b> Aflojando la prensa</p>	1 3	Quitar la prensa 3.	Dirigirse a la prensa 3 y quitar la presión de la misma mediante el volante circular de la prensa.	Para sacar los quesos prensados y continuar con el proceso.
 <p><b>Figura 86:</b> Retirando tacos</p>	2 6	Quitar los tacos y moldes.	Después de quitar la prensa retirar los tacos y moldes de los quesos y ubicarlos en el recipiente respectivo para utilizarlos en el próximo lote.	Para disminuir el peso de las láminas con los quesos al momento de llevarlos a la salmuera.
 <p><b>Figura 87:</b> Traslado de los quesos en láminas</p>	3 7	Trasladar los quesos hasta la salmuera	Trasladar las láminas con los quesos desde la prensa 3 hasta la salmuera para su respectivo reposo en la salmuera. <b>Nota:</b> El mismo procedimiento se lleva a cabo para los quesos restantes de la prensa 1.	Para que los quesos puedan ser acomodados en la tina de la salmuera.

“LA ESENCIA”	HOJA DE PROCEDIMIENTO			Hoja #: 2
				Pág. #: 2/3
Gráfico	N°	Actividad	Descripción	Razón
 <p><b>Figura 88:</b> Quitar las mallas de los quesos e inspeccionar</p>	4 8  	Quitarles las mallas de los quesos e inspeccionar su consistencia	Se procede a quitarles las mallas que se colocaron en la operación de moldeado y a verificar que los quesos no tengan fallos de calidad, y los mismos no estén rotos.	Evitar reclamos y quejas en cuanto a calidad por parte de los clientes
 <p><b>Figura 89:</b> Poner los quesos en la salmuera y acomodarlos</p>	9  	Poner los quesos en la salmuera y acomodarlos de manera que quepa todo el lote	Después de verificar la calidad de los mismos acomodarlos en la tina de salmuera y acomodar los 140 quesos producidos en un lote.	Para que los quesos puedan adquirir sus propiedades características mediante la sal.
 <p><b>Figura 90:</b> Colocar sal sobre los quesos</p>	10  	Cubrir los quesos con Sal	Una vez acomodados los quesos en la salmuera de manera que todos estén expuestos, echarlos sal encima de ellos para su posterior reposo.	Para mejorar la calidad y el sabor del queso.



“LA ESENCIA”	HOJA DE PROCEDIMIENTO			Hoja #: 3
				Pág. #: 3/3
Gráfico	N°	Actividad	Descripción	Razón
 <p><b>Figura 91:</b> Quesos en la salmuera</p>	11 	Reposo de los quesos en la salmuera	Dejar que los quesos reposen en la tina de salmuera durante el tiempo especificado (90 min).	Para que puedan adquirir sus propiedades.
 <p><b>Figura 92:</b> Estantes de quesos</p>	12 	Sacar los quesos de la salmuera y ubicarlos en los estantes	Una vez transcurrido el tiempo de reposo sacar los quesos de la tina de salmuera y ubicarlos en los estantes de almacenamiento y dejar el tiempo de oreado.	Para su posterior enfundado.
 <p><b>Figura 93:</b> Empacado de los quesos</p>	14 	Colocar los quesos en sus respectivos empaques plásticos.	Enfundar los quesos de manera que todos queden bien presentables. <b>Nota:</b> Este procedimiento debe ser ejecutado en el tiempo de reposo de los quesos del segundo lote en la salmuera.	Para su respectivo transporte a su lugar de venta.
 <p><b>Figura 94:</b> Quesos enfundados</p>	15 	Sellar la funda.	Sellar las fundas mediante cinta de sellar de color rojo. <b>Nota:</b> Este procedimiento debe ser ejecutado en el tiempo de reposos de los quesos en la salmuera.	Evitar que el producto tenga partes expuestas y pueda ser contaminado

## **Capacitación**

Una vez realizados y aprobados los formatos para el trabajo estandarizado por el gerente propietario y el administrador de producción es esencial realizar una capacitación explicando a los operarios el procedimiento a llevar a cabo y la importancia del trabajo estandarizado, tomando en cuenta lo siguiente:

- La capacitación se llevará a cabo en el área de la empresa destinado para reuniones con todas las medidas de bioseguridad después de la jornada laboral.
- Se anticipará la reunión a todos los colaboradores de la línea de producción de queso fresco incluyendo al gerente propietario de la empresa “La Esencia” con dos días de antelación.
- Se registrará la asistencia a la capacitación.

Tomando en consideración los aspectos mencionados y la importancia de la capacitación pues de ella dependerá el resultado de la herramienta propuesta se complementa:

**Justificación de la capacitación:** en vista a la variabilidad en la ejecución de las actividades existente en las áreas de salmuera y empackado.

**Alcance:** la capacitación en cuanto al trabajo estandarizado es de aplicación para todo el personal de la línea de producción de queso fresco de lácteos “La Esencia”, especialmente a los que están a cargo de las operaciones de salado y empackado.

**Objetivo:** Lograr que los colaboradores de la línea de producción de queso fresco de la empresa “La Esencia”, cumplan a cabalidad con lo dispuesto en los formatos de trabajo estandarizado.

### **Actividades:**

- Dar a conocer mediante explicación breve la importancia de la estandarización de actividades y la variabilidad.
- Sustentar la explicación con ejemplos reales que sean comprensibles para el personal administrativo y operativo.
- Proponer los aspectos planteados en los formatos de trabajo estandarizado para las áreas de salmuera y empackado de la línea de queso fresco en “La Esencia”.
- Responder inquietudes por parte de cada miembro presente en la capacitación.

### 3.1.12 Costos de implementación

Al ser este un proyecto cuyo objetivo consiste en brindar una propuesta de solución a la problemática encontrada es indispensable considerar los costos que serán necesarios cubrir para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta analizadas para mejorar el proceso productivo de la elaboración de queso fresco en la empresa “La Esencia”.

**Tabla 70:** Costos tentativos de implementación de la propuesta

Producto	Cantidad	Costo unitario USD	Costo total USD
Gigantografías (lanzamiento Manufactura esbelta, políticas de orden y limpieza)	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Señalética áreas de almacenamiento (aditivos químicos, liras y remo, moldes, producto residual, producto para despacho, etc.)	12	\$ 4,00	\$ 48,00
Señalética de riesgos (caídas a distinto nivel, piso resbaladizo)	2	\$ 4,00	\$ 8,00
Señalética uso obligatorio de EPP	2	\$ 4,00	\$ 8,00
Señalética de manuales de limpieza	3	\$ 1,00	\$ 3,00
Hojas de listado de herramientas necesarias	10	\$ 1,00	\$ 10,00
Rollos de cinta para señalética de pisos	2	\$ 15,00	\$ 30,00
Tarjetas rojas	20	\$ 0,50	\$ 10,00
Porta materiales de aseo	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Percheros de pared para delantales	1	\$ 8,00	\$ 8,00
Formatos 5'S	8	\$ 0,10	\$ 0,80
Hoja de trabajo estandarizado en la pared	2	\$ 1,00	\$ 2,00
Documentación trabajo estandarizado	7	\$ 0,10	\$ 0,70
<b>Total</b>			<b>\$ 198,50</b>

Como se puede observar (Tabla 70), para la implementación de la mejora propuesta mediante las herramientas de manufactura esbelta se tiene que considerar un costo tentativo de 198,50 dólares con 50 centavos sin tomar en cuenta la mano de obra, cabe especificar que este es un costo tentativo por lo que el mismo puede disminuir o aumentar.

### **3.1.13 VSM propuesto para el proceso productivo de queso fresco**

Después de las mejoras propuestas se establece un nuevo mapa de flujo de valor o VSM para el proceso productivo de queso fresco en la empresa “La Esencia”, el mismo que muestra los cambios y mejoras para solucionar el problema presente y reducir los desperdicios identificados mediante las herramientas de manufactura esbelta.

En primera instancia se muestra las estaciones asignadas después de balancear la línea de producción, del mismo modo la reducción de los tiempos inactivos o de espera entre lotes de producción, igualmente el tiempo de fabricación se nivela al tiempo de 68,57 minutos por lote requerido para satisfacer con los 7 lotes diarios.

Se muestra un tiempo de valor añadido de 256,40 minutos, pero reducido el tiempo inactivo a 17,88 minutos es decir gran parte del tiempo del proceso será productivo y un pequeño porcentaje será improductivo, lo que reduce el tiempo de entrega a 0,98 días o 7,84 horas, esto significa que el producto se entregará a tiempo al final de la jornada laboral.

Además, se obtiene el número de operarios que estarán destinados para esta línea de producción los cuales son 4 a diferencia de la distribución actual que cuenta con seis colaboradores tomando en consideración los 2 operarios de la línea de yogurt que ocasionalmente colaboran con el proceso productivo de queso fresco.

Las mejoras respecto a las herramientas de 5'S y trabajo estandarizado aun no son notorias debido que al ser una propuesta estas vendrán a ser verídicas una vez aplicadas al proceso productivo.

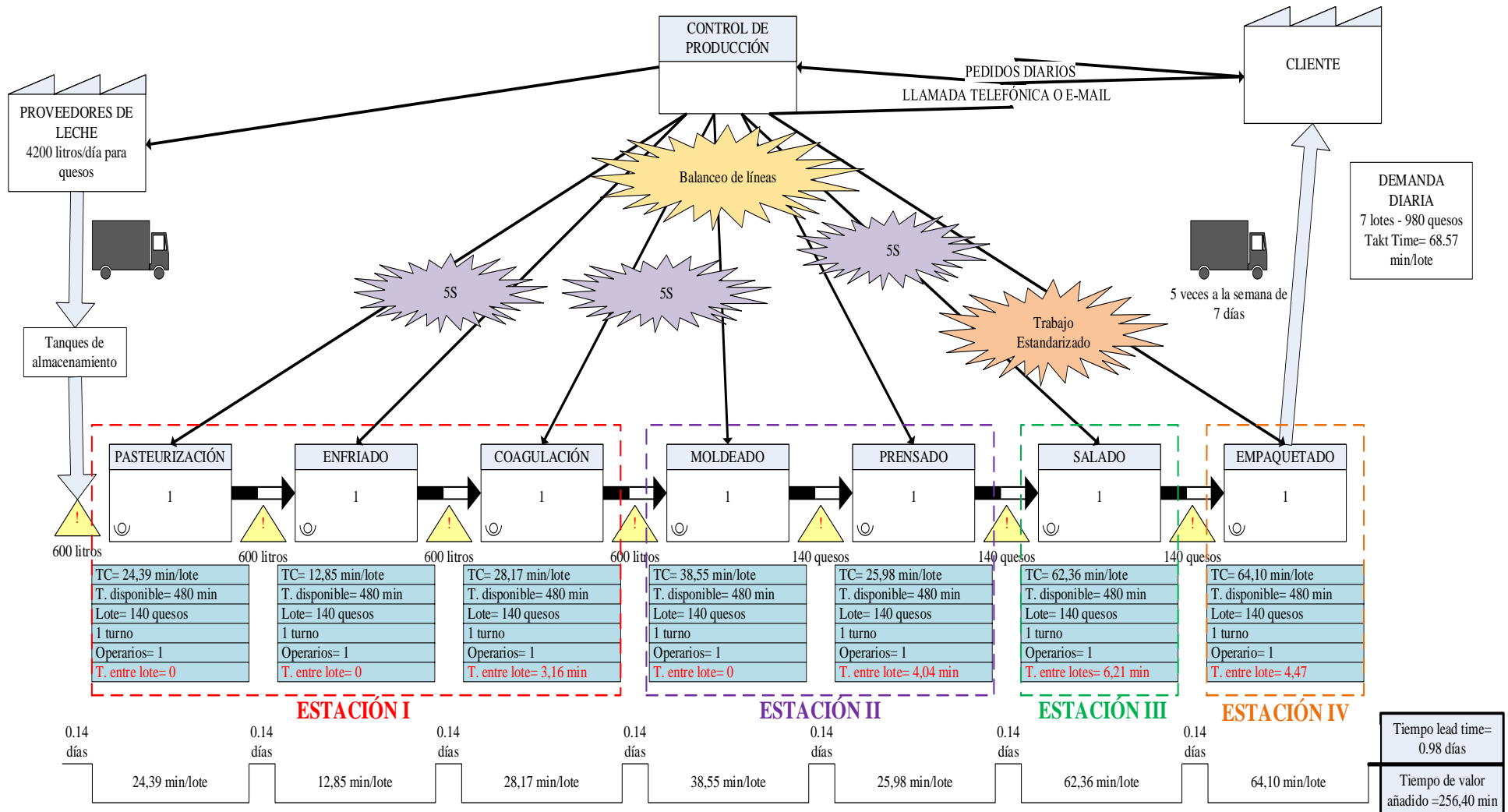


Figura 95: VSM propuesto para el proceso productivo de queso fresco en "La Esencia"

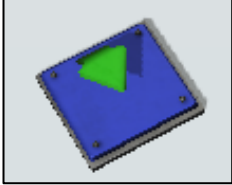

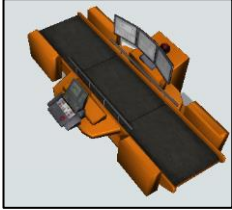
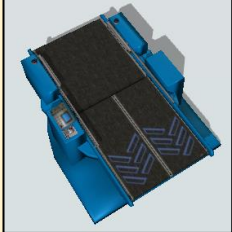
### 3.1.14 Simulación del proceso productivo de queso fresco de “La Esencia”

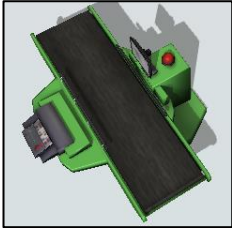
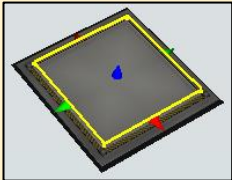

Por último, se realiza la simulación del proceso productivo mediante Flexsim 2019, para ello en el modelo la situación actual se hace uso de los datos plasmados en la tabla 27, resultantes del estudio de tiempos y de la situación en la que se encuentra la empresa en la actualidad, estos datos a su vez se reflejan en el VSM actual.

Por otro lado, para el modelo propuesto se utiliza los datos de la tabla 43, la misma que resulta una vez aplicadas las herramientas de manufactura esbelta especialmente la de balanceo de líneas considerando que hubo una reducción de tiempos inactivos ajustando el tiempo de ciclo al tiempo takt, como se muestra en el VSM futuro.

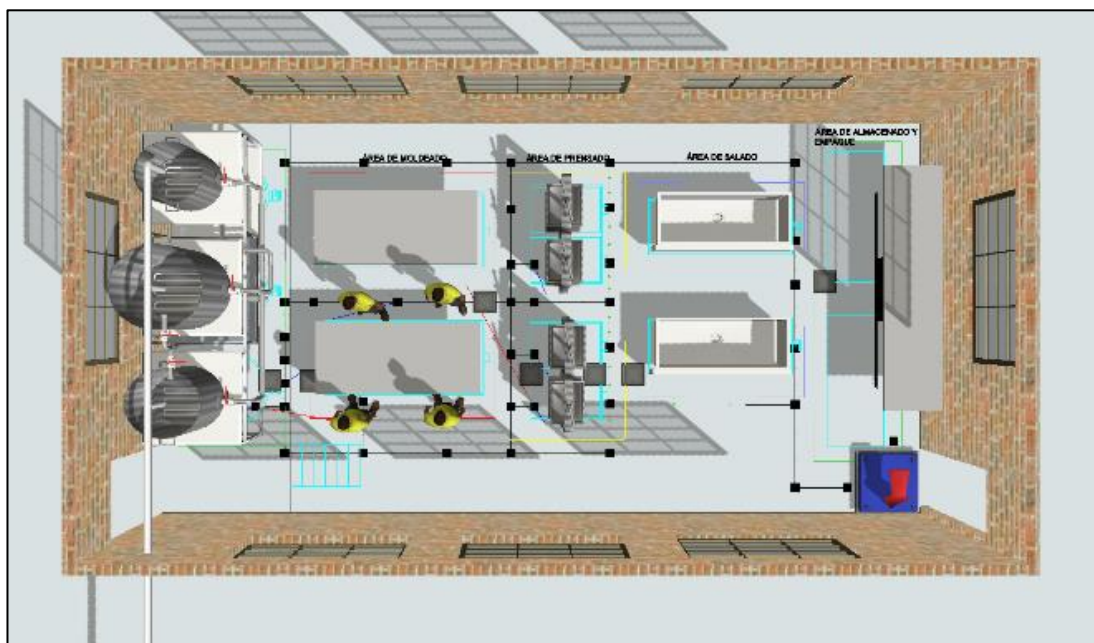
#### Herramientas u objetos utilizados en los modelos

Tabla 71: Objetos de Flexsim usados para la simulación

Objeto	Uso
	<b>Source:</b> para los arribos de materia prima, este procedimiento se lo realiza por lotes.
	<b>Operator:</b> encargado de llevar a cabo las funciones del proceso.
	<b>MultiProcessor:</b> utilizado en el área de preparación en donde se ejecutan secuencialmente las operaciones de pasteurizado, enfriado y coagulado mediante la intervención de un operario.
	<b>Separator:</b> objeto utilizado en el proceso de moldeado, para obtener las 140 unidades (quesos) de aproximadamente 600 litros de leche perteneciente a un lote de producción.

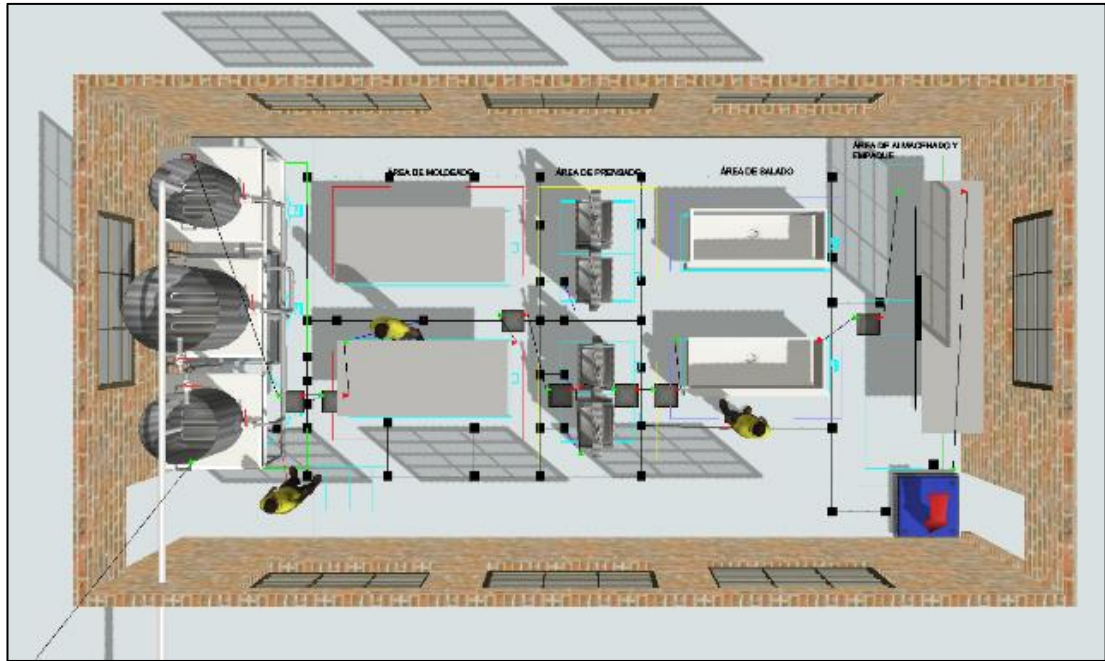
	<p><b>Processor:</b> utilizado para simular el tiempo de funcionamiento de las operaciones de prensado, salado y empaclado de los quesos.</p>
	<p><b>Queue:</b> Objeto usado para el almacenaje del WIP (producto en proceso) durante la producción-</p>
	<p><b>Sink:</b> Utilizado como medio estadístico para el producto obtenido durante los días de procesamiento.</p>

### Modelo de simulación del proceso productivo



**Figura 96:** Modelo de la situación actual del proceso productivo

Modelo considerando el método actual de trabajo utilizado para la elaboración de queso fresco, en donde los operarios utilizados no son fijos en las estaciones de trabajo, se utilizan recursos adicionales para el mismo.



**Figura 97:** Modelo de la simulación propuesta

Modelo después de aplicar el balanceo de líneas en el proceso productivo con los operadores obtenidos en el estudio teórico y mediante el tiempo de proceso ajustado al tiempo takt o tiempo requerido para cumplir con la demanda.

### **Análisis de resultados**

Para garantizar el análisis de los resultados obtenidos en la simulación, se establece un periodo de ejecución de 21 días considerando que la empresa “La Esencia” labora 7 días a la semana, resultando así 3 semanas de ejecución para la simulación del modelo actual y el propuesto, y consecuentemente realizar la comparación de resultados con el método teórico presentado en este trabajo investigativo.

Del mismo modo para aproximar los resultados de la simulación con el método práctico y disminuir la variabilidad de los mismos, durante el diseño de los modelos en Flexsim se toman en cuenta las condiciones establecidas en los dos casos, cabe recalcar que al ser un software de simulación no se podrá validar los resultados al 100%.

Con esta especificación se manda a correr los modelos para las 3 semanas teniendo en cuenta que la empresa incluye como días laborables sábados y domingos, en una jornada laboral de 8 horas al día.



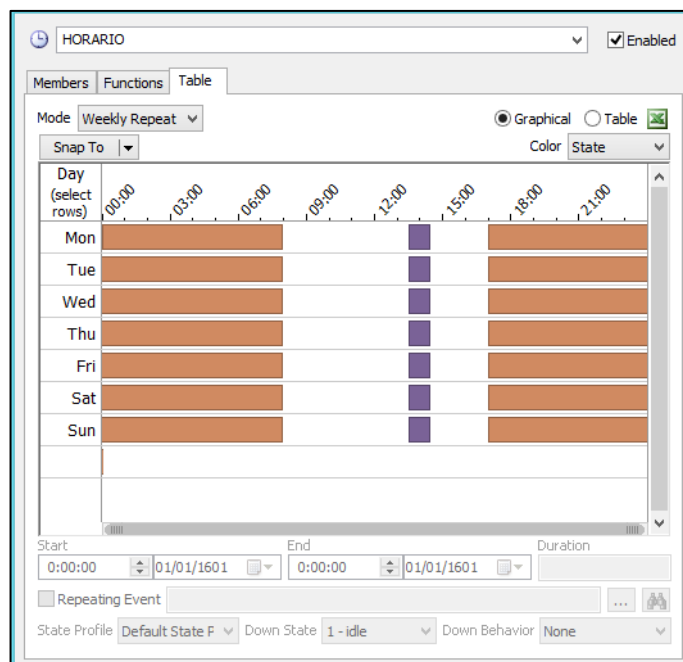
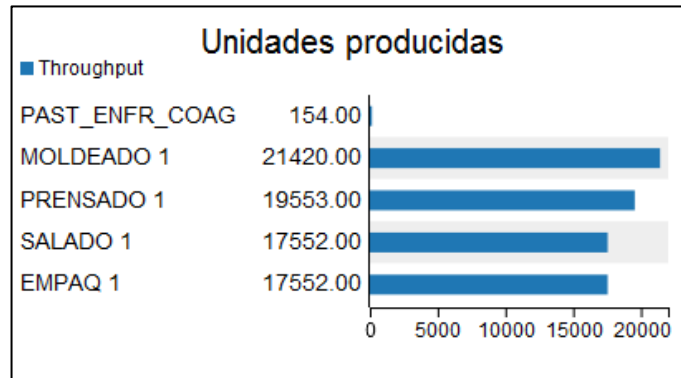


Figura 98: Horario de trabajo para el diseño de los modelos de simulación

Tabla 72: Resultado del modelo actual y propuesto durante 3 semanas

Fecha	ACTUAL			PROPUESTO		
	Cp. Acumulada	Cp. Diario	Cp. Lotes	Cp. Acumulada	Cp. Diario	Cp. Lotes
07/09/2020	710	710	5,07	808	808	5,77
08/09/2020	1552	842	6,01	1831	1023	7,31
09/09/2020	2394	842	6,01	2861	1030	7,36
10/09/2020	3236	842	6,01	3890	1029	7,35
11/09/2020	4078	842	6,01	4913	1023	7,31
12/09/2020	4920	842	6,01	5943	1030	7,36
13/09/2020	5762	842	6,01	6973	1030	7,36
14/09/2020	6604	842	6,01	7995	1022	7,30
15/09/2020	7446	842	6,01	9025	1030	7,36
16/09/2020	8289	843	6,02	10055	1030	7,36
17/09/2020	9131	842	6,01	11078	1023	7,31
18/09/2020	9973	842	6,01	12107	1029	7,35
19/09/2020	10815	842	6,01	13137	1030	7,36
20/09/2020	11657	842	6,01	14160	1023	7,31
21/09/2020	12499	842	6,01	15190	1030	7,36
22/09/2020	13341	842	6,01	16219	1029	7,35
23/09/2020	14183	842	6,01	17242	1023	7,31
24/09/2020	15025	842	6,01	18272	1030	7,36
25/09/2020	15867	842	6,01	19301	1029	7,35
26/09/2020	16710	843	6,02	20324	1023	7,31
27/09/2020	<b>17552</b>	842	6,01	<b>21354</b>	1030	7,36

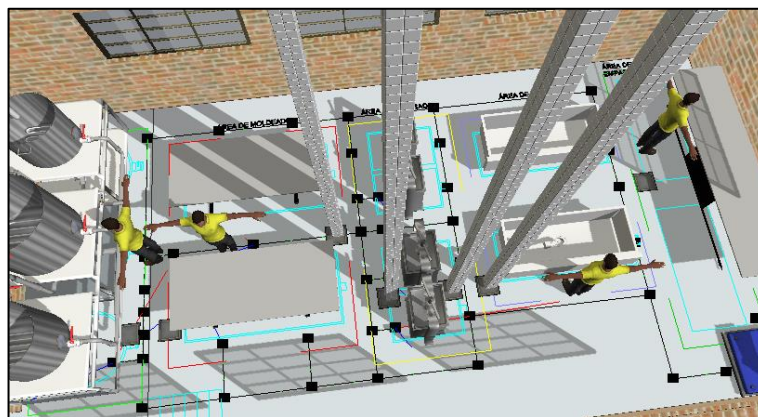
➤ **Situación actual**



**Figura 99:** Capacidad de producción del modelo actual

**Interpretación:** durante las tres semanas analizadas en el modelo actual, se puede observar a la salida de la operación final o empaque un total de 17552 quesos tal y como se muestra en la tabla 72 y en la figura 99, dicha cantidad representa 125,37 lotes listos para despachar, pues como es evidente en la figura 99 los quesos restantes se quedan en proceso o cola en las operaciones anteriores.

Así también en la tabla 72 se evidencia que el primer día se tiene una producción de 710 quesos es decir 5,07 lotes, esto debido a que ese día Flexsim no considera producto en proceso, pero conforme va avanzando los días la producción llega a estabilizarse alcanzando los 6 lotes que actualmente se procesan en la empresa.

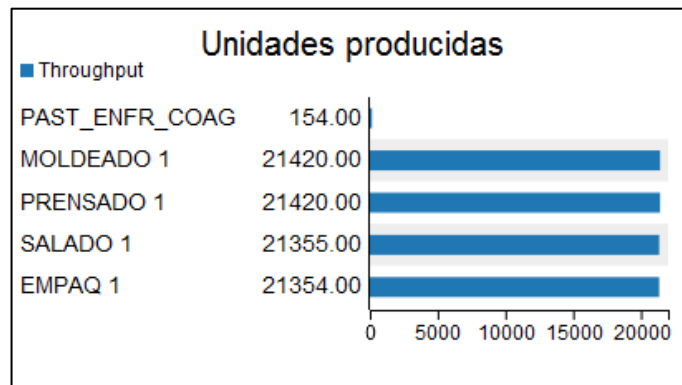


**Figura 100:** Producto en proceso después del tiempo de ejecución (modelo actual)

Del mismo modo en la simulación del modelo actual (Figura 100) se muestra que existen mucho producto que se queda en cola o en proceso en las estaciones de trabajo al final de la jornada laboral todos los días, esto debido al desnivel de la carga de trabajo existente en el método actual de procesamiento.

Pues como se dio a conocer en el estudio pertinente, existe tiempos de espera o inactivos de las estaciones de trabajo muy altos, provocando que algunas estaciones lleguen a saturarse de mucho trabajo y otras queden vacías e inactivas, haciendo que para satisfacer la demanda actual se utilice mano de obra y tiempos extra.

➤ **Situación propuesta**



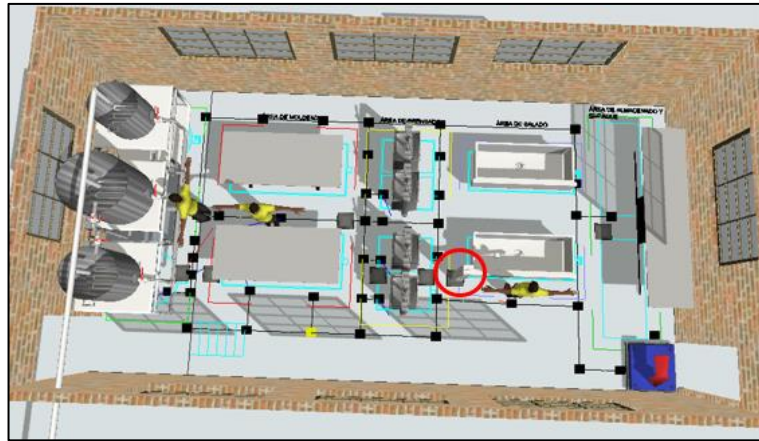
**Figura 101:** Capacidad de producción del modelo propuesto

**Interpretación:** mediante los resultados del modelo propuesto presentado en la tabla 72 y en la figura 101 y en un periodo de 3 semanas o 21 días de análisis, se puede observar al final del empaque un total de 21354 quesos listos para despachar, esto representa una cantidad de 152,52 lotes obtenidos en las tres semanas.

Del mismo modo como en el caso anterior el primer día no se puede alcanzar al objetivo, pero conforme avanzan los días se va nivelando la producción a 7 lotes diarios incluso sobrepasando dicha cantidad con más unidades producidas, esto da a entender que mediante la propuesta de solución es factible satisfacer la demanda de quesos que actualmente sugieren los clientes a la empresa.

Así mismo se puede notar en este modelo una mínima cantidad de producto en cola en la operación de salado que en comparación con el método actual se ha reducido gran parte de este problema como se indica en la figura 102, esto da a entender que el balanceo de líneas es efectivo y ayuda al buen uso de los recursos de la empresa.

Para evitar que el producto se quede en proceso en algunas estaciones de trabajo, estas deberán ser apoyadas por el operador adicional que se obtuvo en el balanceo de líneas el mismo que ayudará a ejecutar las operaciones en las áreas que por alguna razón se acumulen de trabajo.



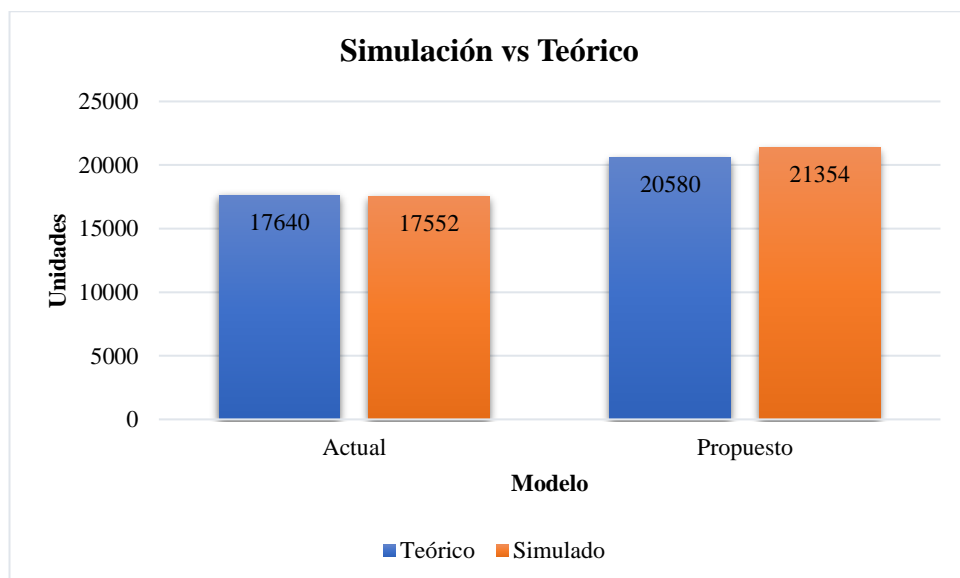
**Figura 102:** Producto en proceso después del tiempo de ejecución (modelo propuesto)

### Evaluación del modelo de simulación

Se evalúa los modelos de simulación de la situación actual y el propuesto considerando el tiempo de análisis de 3 semanas mencionadas anteriormente.

**Tabla 73:** Comparación Método teórico vs simulado

Modelo	Teórico		Simulado	
	Unidades	Lotes	Unidades	Lotes
Actual	17640	126	17552	125,37
Propuesto	20580	147	21354	152,53



**Figura 103:** Resultados simulación vs método teórico

### Análisis situación actual

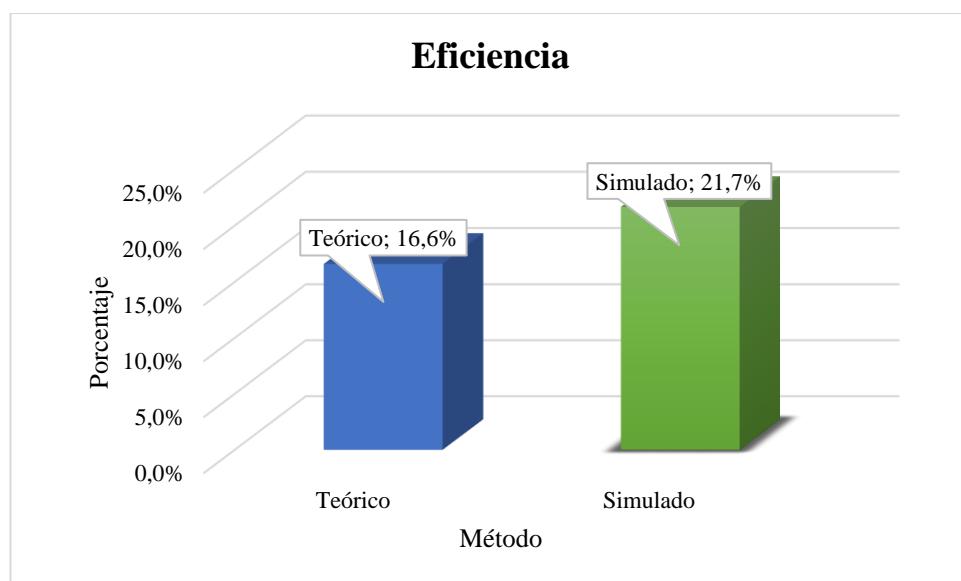
De acuerdo a los resultados es evidente que existe variación en cuanto al método teórico y la simulación, pues analizando la situación real actual se producen 17640 unidades es decir alrededor de 126 lotes en las tres semanas, en tanto que el resultado de la simulación muestra 17552 unidades lo que equivaldrían a 125,37 lotes aproximadamente.

Esto quiere decir que existe una variación de 0,49% debido a los 88 quesos que se quedan en proceso en las áreas, esto a su vez en la vida real se trata de evitar pues no se deben dejar productos en proceso debido a que puede llegar a dañarse, por lo que se deben producir todos los lotes completos a como dé lugar.

### Análisis situación propuesta

En la simulación del modelo propuesto se obtienen alrededor de 21354 quesos lo que equivaldría a 152,53 lotes aproximadamente mientras tanto en el estudio teórico se obtienen 20580 lo que equivaldrían a 147 lotes en los 21 días, considerando que cada día se procesan 7 lotes de 140 unidades o quesos.

Existiendo una variación de 3,8% debido a las 774 unidades adicionales en la simulación, esto se debe a los excedentes de producción que existen cada día y como en el caso anterior en la vida real se trata de dejar el mínimo de productos en proceso puesto que el mismo puede dañarse ocasionando pérdidas a la empresa.



**Figura 104:** Eficiencia del proceso mediante el método teórico y la simulación

Finalmente se realiza el análisis y comparación de la eficiencia obtenida mediante los dos métodos, de esta manera se obtiene en el método teórico un incremento de 2940 unidades en cuanto a producción lo que representa una mejora de 16,6% de la eficiencia del proceso productivo, en tanto que en la simulación se obtiene una mejora de 3802 unidades representando una eficiencia de 21,7%.

Esto quiere decir que mediante las herramientas de manufactura esbelta propuestas es posible mejorar el proceso productivo de queso fresco en “La Esencia”, aumentando su eficiencia en un 17%, elevando la capacidad de producción, cumpliendo a tiempo con la demanda sugerida mediante un óptimo manejo de sus recursos disponibles.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Mediante la etapa de diagnóstico ejecutada en las instalaciones de lácteos “La Esencia”, en la línea de queso fresco y con el uso de un VSM se pudo identificar varios desperdicios existentes en el proceso productivo entre los cuales están: esperas o tiempos muertos entre lote de producción, movimientos innecesarios de operarios y por último un inadecuado manejo de producto generando exceso de transportes, los mismos que serán tratados mediante las herramientas de nivelación de la producción con la demanda (balanceo de líneas), 5'S y trabajo estandarizado, con el fin de eliminarlos y controlar su posible reaparición.
- A través del análisis de tiempos y de la capacidad de producción se puede evidenciar la existencia de un tiempo inactivo o de espera entre lotes que afecta al ajuste del tiempo de ciclo actual de 80 minutos con el tiempo de demanda de 68,57 minutos impidiendo que la empresa pueda satisfacer el requerimiento solicitado de 7 lotes diarios, de este modo se conoce que la producción diaria de la empresa es de 6 lotes muy por debajo de la cantidad demandada, además especificar que el problema se presenta debido a una mala distribución de la carga de trabajo en la línea de producción.
- Mediante la aplicación del balanceo de líneas se logra cuatro estaciones de trabajo los mismos que se ajustan al tiempo de demanda de 68,57 minutos/lote, requeridos para producir 7 lotes diarios, con esto se mejora la eficiencia del proceso productivo de 64,10% a 93,48%, disminuyendo el tiempo inactivo a 17,88 minutos en todo el proceso el cual representa el 6,52% del tiempo utilizado, esto resulta al elevar la capacidad de producción de 6 a 7 lotes diarios es decir se consigue un incremento de 140 quesos al día pues cada lote consta de dicha cantidad.

- Con el establecimiento de cuatro estaciones de trabajo se procede a la asignación de operarios fijos a las mismas para reducir la variabilidad y evitar un mal uso del tiempo disponible, con lo cual se obtiene la intervención de 3 operarios para satisfacer la demanda, además de contar con 1 operario adicional como apoyo para las estaciones que lo requieran, pues en la actualidad la empresa destina 4 operarios para esta línea de producción.
- Con el balanceo de líneas planteado se busca nivelar la producción a 7 lotes diarios para cubrir con la demanda existente en la actualidad, aumentando la capacidad de producción en un lote al día, recalando que mediante un buen balanceo se podría llegar a una capacidad máxima de 8 lotes diarios utilizando eficientemente los recursos destinados para esta línea de producción es decir los 4 operarios, si se requiere producir más lotes se debe ejecutar nuevamente el balanceo de líneas y proveer de más personal al proceso de ser necesario.
- Con el uso de las 5'S se busca una reducción de movimientos innecesarios mediante la asignación de responsabilidades de orden y limpieza en la planta de producción, a su vez con el trabajo estandarizado se busca garantizar el correcto procedimiento de trabajo evitando la variabilidad y la aparición de desperdicios como movimientos innecesarios, esperas, transportes de material, etc., cuyo resultado se evidenciará conforme avance el tiempo de ejecución de las herramientas una vez aplicadas al proceso.
- Finalmente se puede concluir que mediante la ejecución de este proyecto de investigación y gracias a las herramientas de manufactura esbelta se obtiene un aumento en la capacidad productiva de queso fresco de 6 a 7 lotes diarios, es decir se aumenta 140 quesos al día lo que se traduce en un incremento de la eficiencia productiva en un 17% en todo el proceso gracias a la mitigación de tiempo inactivo tanto de operarios como de estaciones de trabajo, con esto se busca cumplir con el objetivo general planteado mejorando el proceso productivo, haciendo un adecuado uso de los recursos disponibles que a su vez se verá reflejado en la disminución de los costos que la empresa “La Esencia” destina para la producción de queso fresco.



## 4.2 Recomendaciones

- En primera instancia los administradores de lácteos “La Esencia” deberán considerar la implementación de gestión por procesos basado en la norma Internacional ISO 9001; 2015, pues no existe un documento escrito de las responsabilidades y funciones de los involucrados en el proceso productivo, además es una herramienta que reduce la variabilidad y previene la aparición de los desperdicios de producción de manufactura esbelta.
- Se sugiere la implementación de las herramientas de manufactura esbelta propuestas en este trabajo de investigación, pues con ellas la empresa se beneficiará a corto y largo plazo mediante la eliminación de desperdicios de producción presentes en el proceso productivo.
- Para la implementación es necesario que el gerente propietario de lácteos “La Esencia” provea de los recursos materiales y económicos necesarios para cubrir con los gastos que requiere cada herramienta, así también se debe hacer énfasis en la importancia de la capacitación del personal administrativo y operativo de toda la planta de producción en especial de la línea de producción de queso fresco.
- Una vez implantadas las herramientas de manufactura esbelta es indispensable realizar el seguimiento adecuado para ayudar el cumplimiento diario hasta que cada herramienta se haya estabilizado en el proceso y el operario adquiera destreza incorporando en su trabajo los cambios que sugiere cada una.
- Por último, para garantizar el funcionamiento y la obtención de resultados se deberá ejecutar auditorías internas de cada una de las herramientas, tal y como se muestra en este proyecto de investigación.

## C. MATERIALES DE REFERENCIA

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Quispe, «Mejoramiento de la capacidad de producción aplicando herramientas de Lean Manufacturing en carrocías Los Andes,» Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2018.
- [2] G. Gaibort, «Mejora de la productividad con herramientas de Manufactura Esbelta para el área de confección de bidivis en la empresa M&B Textiles,» Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2017.
- [3] E. Telégrafo, «Ekos,» 2 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ekosnegocios.com/articulo/produccion-de-leche-en-ecuador>. [Último acceso: 12 Enero 2020].
- [4] I. N. d. E. y. C. (INEC), «Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2017,» Unidad de estadísticas agropecuarias (ESAG), 2017.
- [5] N. Ortiz, «Cadena productiva del sector lechero en la provincia de Tungurahua, cantón Píllaro: Un estudio socio-económico de la producción de la leche cruda,» Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2019.
- [6] J. M. A. S. S. J. Arrieta, «Aplicación de Lean Manufacturing en la Industria Colombiana,» de *Novena Conferencia LACCEI de América Latina y el Caribe (LACCEI'2011)*, Medellín-Colombia, 2011.
- [7] P. Lean, «Progressa Lean,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.progressalean.com/top-10-de-companias-lean-manufacturing/>. [Último acceso: 06 11 2019].
- [8] G. M. M. J. J. Vargas, «Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing,» Ciencias Administrativas, Revista Digital FCE-UNLP, México, 2018.

- [9] T. C. Group, «TPM: Reduciendo tiempo muerto para mejorar la distribución,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.tbmcg.mx/experiencia/tpm-reduciendo-tiempo-muerto-para-mejorar-distribucion/>. [Último acceso: 06 11 2019].
- [10] C. E. (ICE), «Caso de éxito Lean Manufacturing (Maheso),» [En línea]. Available: [https://www.ice-consultants.com/wp-content/uploads/casos/caso-exito\\_LeanManufacturing-Maheso\\_ES.pdf](https://www.ice-consultants.com/wp-content/uploads/casos/caso-exito_LeanManufacturing-Maheso_ES.pdf). [Último acceso: 06 11 2019].
- [11] J. Guarguati, «Propuesta de mejora a través de metodología Lean y un programa de planeación de materiales para el proceso de yogurt de la empresa Lácteos Superior,» Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá DC, 2012.
- [12] M. Benítez, «Diseño de un sistema de control de la producción, basado en la filosofía de Lean Manufacturing (Mapeo de la Cadena de Valor y Kaizen), de la línea de quesos: fresco y fresco light, para la empresa “La Holandesa”, en Puembo,» Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador, 2013.
- [13] R. Benites, «Lean Manufacturing para el control de la producción de quesos, en la empresa Productos Lácteos Benites "PROLACBEN" de la ciudad de Ambato,» Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2019.
- [14] A. Beltrán, «El Lean Manufacturing como factor asociado a la reducción de tiempos en la producción y comercialización de leche en APROLEQ,» Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2018.
- [15] G. M. M. J. José Vargas, «Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?,» *Actualidad y Nuevas Tendencias*, vol. V, n° 17, pp. 153-174, 2016.
- [16] R. G. Criollo, *Estudio del trabajo*, México: McGraw-Hill, 1998.
- [17] G. Kanawaty, *Introducción al estudio del trabajo*, 4ed, Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996.

- [18] B. W. Niebel, Ingeniería Industrial-Métodos, estándares y diseño del trabajo, México: Mc Graw Hill, 2009.
- [19] J. Muñoz, «Estandarización y estudio de tiempos para el mejoramiento del proceso productivo en la Industria Láctea INLADEC,» Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, Agosto 2020.
- [20] B. R. J. Heizer, Principio de administración de operaciones, 7ma Edición, México: Pearson Educación, 2009.
- [21] I. Pérez, «Implantación de Lean Manufacturing en procesos de producción alimentaria,» Tesis de posgrado, Universidad de Valladolid, Valladolid, España, 2016.
- [22] L. Socconini, Lean Manufacturing Paso a Paso, 1 ed, Barcelona: Marge Books, 2019.
- [23] A. V. Juan Carlos Hernández, Lean Manufacturing Conceptos, Técnicas e Implantación, Madrid: EOI Escuela de Organización Industrial, 2013.
- [24] F. Madariaga, Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos, Bubok Publishing, 2013.
- [25] M. Maldonado, «Herramientas de Manufactura Esbelta para mejora de la productividad en confecciones Piscis,» Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2020.
- [26] J. Dumser, «El mapa de flujo de valor; Lo secretos clave del lean manufacturing,» Titivillus ePub r2.1, 2020.
- [27] S. Shingo, Una revolucion en la produccion: el sistema SMED, 3a Edicion, Routledge, 2017.
- [28] P. Mosquera, «Manufactura esbelta para el mejoramiento en la planta de producción de la empresa Bioalimentar Compañía Limitada,» Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2020.

- [29] L. C. Arbós, Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban: Organización de la producción y dirección de operaciones, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2012.
- [30] L. R. M. M. L. Krajewski, Administración de operaciones; Procesos y cadenas de valor, 8va Edición, México: Pearson Educación, 2008.
- [31] R. C. F. Jacobs, Administración de operaciones, producción y cadena de suministros, México: Mc Graw Hill, 2011.
- [32] L. E. C. Gamboa, «Las Estrategias promocionales y el Volumen de Ventas de la empresa "La Esencia" de la ciudad de Píllaro,» Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2014.
- [33] J. Cruz, «issuu,» octubre 2010. [En línea]. Available: [https://issuu.com/victore.cardozodelgado/docs/manual\\_para\\_la\\_implementacion\\_sost](https://issuu.com/victore.cardozodelgado/docs/manual_para_la_implementacion_sost). [Último acceso: 03 noviembre 2020].

## ANEXOS

### Anexo1: Formato de la entrevista al gerente propietario de la empresa

Datos informativos de la empresa y del gerente propietario
.....
.....
.....
.....
¿En qué fecha fue fundada la empresa?
.....
¿Qué productos se manufactura en la empresa?
.....
¿Cuál es la jornada laboral y el periodo de producción de la empresa?
.....
¿Cuál es el producto que mayor demanda en la empresa?
.....
¿Cuál es el producto que mayor ganancia genera y que requiere más inversión?
.....
¿A qué provincias o lugares nomás hace la entrega de productos?
.....
¿Ha tenido retrasos en la entrega de productos?
.....
¿En qué línea de producción de la empresa se han presentado con frecuencia inconvenientes y considera que se podría efectuar un estudio?
.....
.....
¿Se han realizado estudios del proceso productivo con anterioridad?
.....
.....
¿Considera apropiado la realización de una propuesta de solución a la problemática mediante herramientas de manufactura esbelta para mejorar el proceso productivo?
.....

**Anexo 2:** Formato de la entrevista a los operarios

<p>¿Cuántas horas laboran en la línea de queso fresco?</p> <p>.....</p>
<p>¿Cómo se llaman las operaciones?</p> <p>.....</p>
<p>¿Cómo se llama la/las herramientas?</p> <p>.....</p>
<p>¿Cuántos lotes de producción procesan al día?</p> <p>.....</p>
<p>¿Qué días realizan los despachos de los quesos?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>¿Es suficiente el tiempo destinado para la elaboración de quesos?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>¿Cuántos operarios laboran en la línea de queso fresco?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>¿Qué cantidad de químicos se ponen en 600 litros de leche?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>¿Trabajan horas extras?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

**Anexo 3:** Formato del levantamiento de información del proceso productivo

<b>“LA ESENCIA”</b>		<b>LEVANTAMIENTO INFORMACIÓN</b>
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>







**Anexo 8:** Formato selección de herramienta de manufactura esbelta

Muda o desperdicio	Movimientos		
Consideraciones	Causa raíz		
	*		
	Ventajas		
Factores	Ponderación (%)	Alternativas	
		5' S	Control visual
Relación con la causa raíz			
Impacto de la herramienta			
Facilidad de aplicación			
Capacitación			
<b>Resultado final</b>			

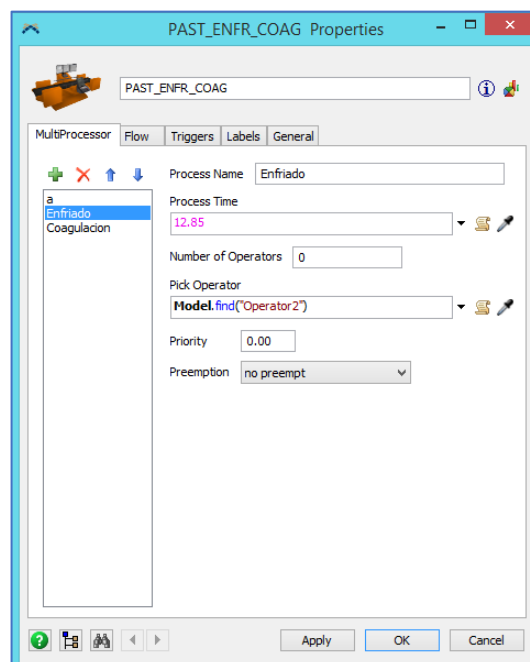
**Anexo 9:** Formato auditoría 5'S

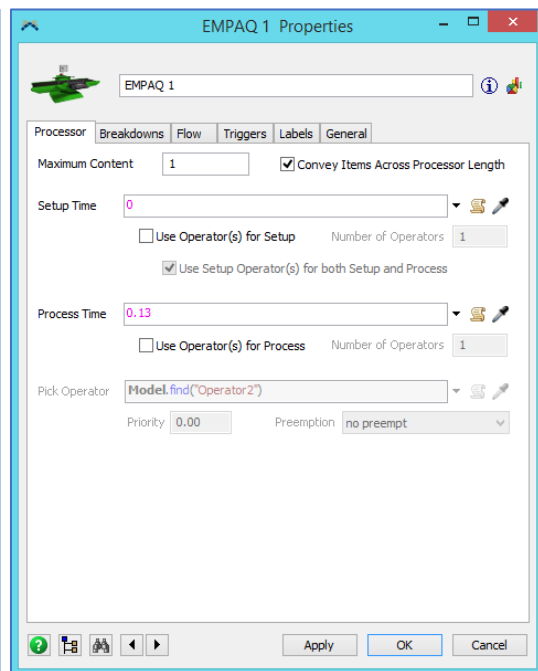
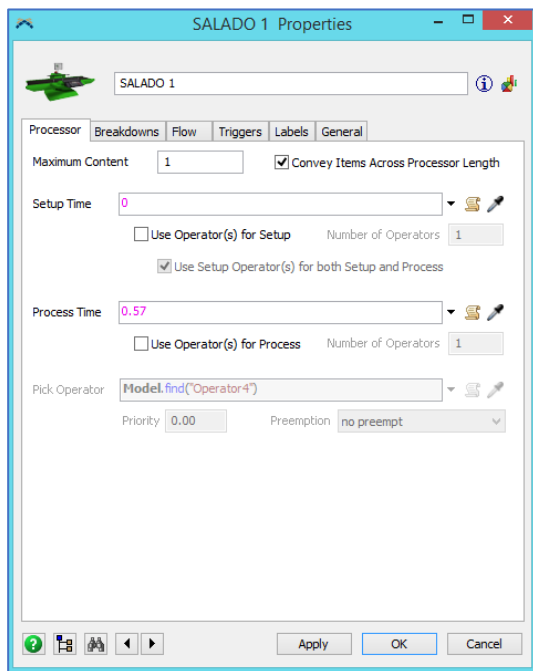
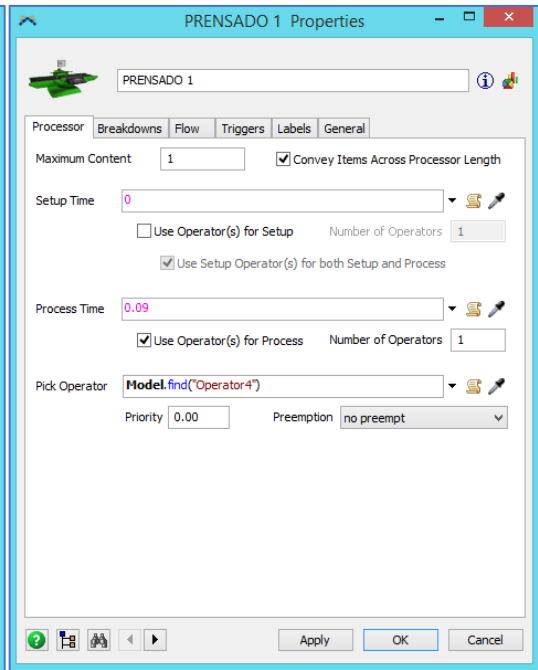
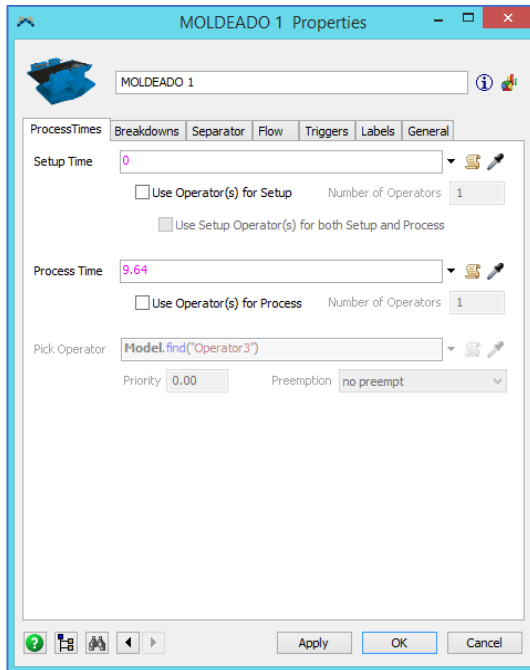
AUDITORÍA 5'S		"LA ESENCIA"	
Auditor: Byron Maizancho		Planta: Línea de producción de queso fresco	
<b>Seiri o Seleccionar</b>			
N°	Cuestionamiento	Valoración	
1	¿Los artículos considerados como necesarios para la ejecución del trabajo se encuentran separados de los innecesarios?	3	
2	¿Los objetos que se observan pertenecen al lugar de trabajo donde se encuentran?	3	
3	En caso de generarse desperdicios resultantes del proceso ¿Existe un plan para el retiro inmediato de dicho material del lugar de trabajo?	1	
4	¿Los artículos considerados como innecesarios para la ejecución del trabajo están debidamente identificados?	0	
5	¿Los lugares de desplazamiento de personas y materiales se encuentran libres de objetos, productos elaborados o semielaborados y residuos que pueden obstaculizar la circulación?	2	
6	¿Los objetos observados en el lugar de trabajo se encuentran todos en perfecto estado?	4	
<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>43%</b>

**Anexo 10:** Formato tarjeta roja

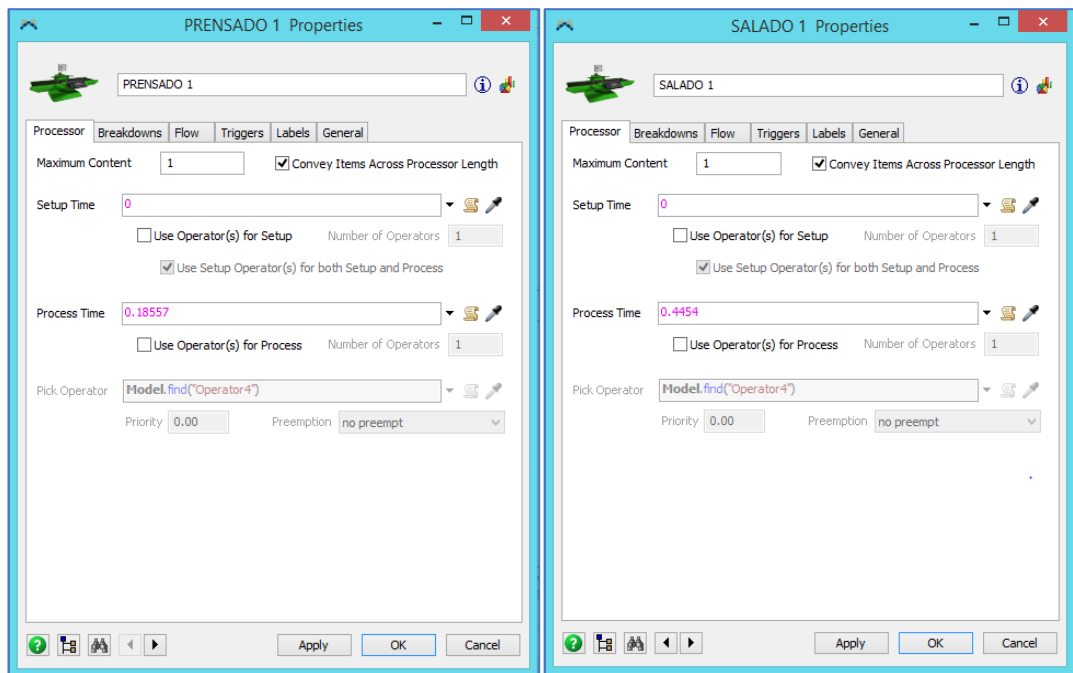
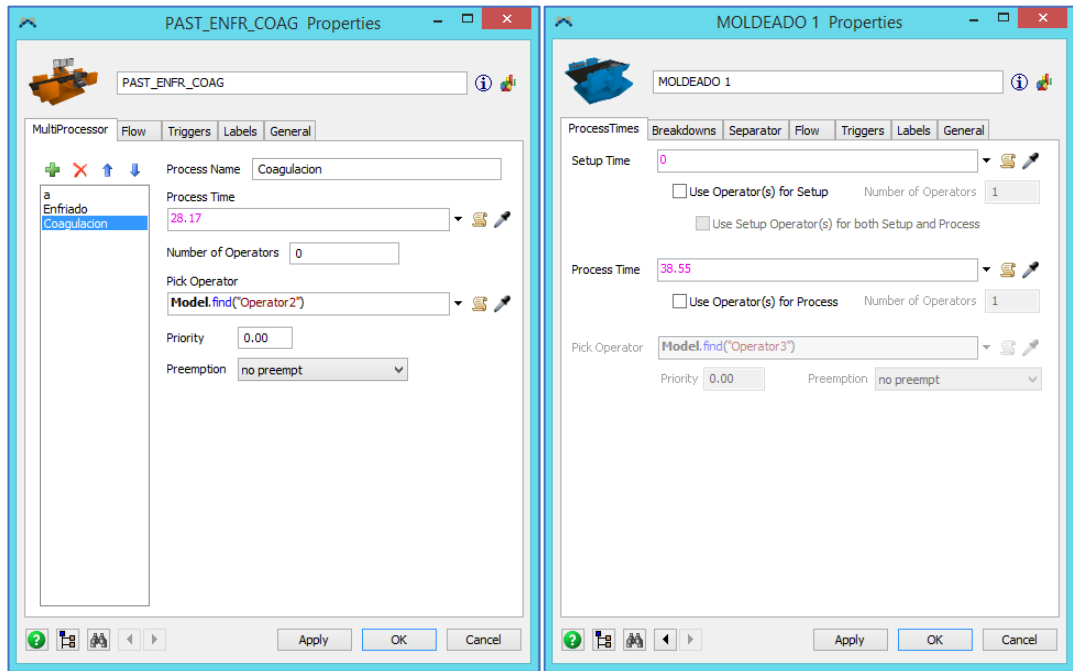
<b>TARJETA ROJA 5'S</b>		<b>N°: 01</b>
Fecha de inicio	03/11/2020	
Fecha ejecución	03/11/2020	
Área:	Moldeo	
Nombre del objeto:	Botes de suero	
Responsable:	.....	
<b>TIPO</b>		
Herramienta	Desechos	
Equipo	Gavetas, baldes, botes	
EPP	Producto terminado	
Herramientas de aseo	Otros (suero, etc.)	<input checked="" type="checkbox"/>
Otros, observaciones	<i>bote amarillo lleno de suero</i>	
<b>RAZÓN</b>		
Dañado	Excedente	
Innecesario	<input checked="" type="checkbox"/> Pertenece a otra área	
Obsoleto	Otros	
Otros, observaciones	.....	
<b>ACCIÓN A TOMAR</b>		
Reubicar	<input checked="" type="checkbox"/> Eliminar	
Reparar	Otros	
Otros, observaciones	.....	
Comentarios	<i>Trasladar a la línea de yogurt</i>	

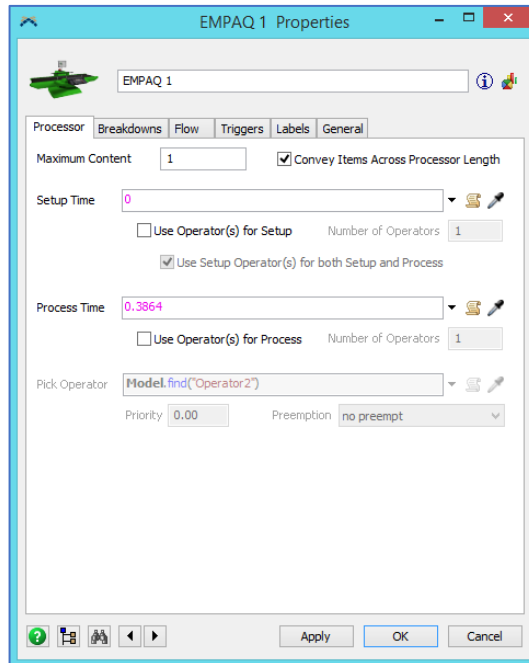
**Anexo 11:** Procesamiento de datos en el modelo de simulación actual





## Anexo 12: Procesamiento de datos en el modelo de simulación propuesta





**Anexo 13:** Formato excel para exportar datos de salida de Flexsim.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Object,Time,Input							Capacidad A	Cp. diaria	Lote	
2	SALIDA	07/09/2020	9:15:50	1	0	07/09/2020	07/09/2020	762	762	5,4	
3	SALIDA	07/09/2020	9:16:24	2	0	07/09/2020	08/09/2020	1602	840	6	
4	SALIDA	07/09/2020	9:16:58	3	0	07/09/2020	09/09/2020	2442	840	6	
5	SALIDA	07/09/2020	9:17:33	4	0	07/09/2020	10/09/2020	3282	840	6	
6	SALIDA	07/09/2020	9:18:07	5	0	07/09/2020	11/09/2020	4122	840	6	
7	SALIDA	07/09/2020	9:18:41	6	0	07/09/2020	12/09/2020	4962	840	6	
8	SALIDA	07/09/2020	9:19:15	7	0	07/09/2020	13/09/2020	5802	840	6	
9	SALIDA	07/09/2020	9:19:49	8	0	07/09/2020	14/09/2020	6642	840	6	
10	SALIDA	07/09/2020	9:20:24	9	0	07/09/2020	15/09/2020	7482	840	6	
11	SALIDA	07/09/2020	9:20:58	10	0	07/09/2020	16/09/2020	8322	840	6	
12	SALIDA	07/09/2020	9:21:32	11	0	07/09/2020	17/09/2020	9162	840	6	
13	SALIDA	07/09/2020	9:22:06	12	0	07/09/2020	18/09/2020	10002	840	6	
14	SALIDA	07/09/2020	9:22:40	13	0	07/09/2020	19/09/2020	10842	840	6	
15	SALIDA	07/09/2020	9:23:15	14	0	07/09/2020	20/09/2020	11682	840	6	
16	SALIDA	07/09/2020	9:23:49	15	0	07/09/2020	21/09/2020	12522	840	6	
17	SALIDA	07/09/2020	9:24:23	16	0	07/09/2020	22/09/2020	13362	840	6	
18	SALIDA	07/09/2020	9:24:57	17	0	07/09/2020	23/09/2020	14202	840	6	
19	SALIDA	07/09/2020	9:25:31	18	0	07/09/2020	24/09/2020	15042	840	6	
20	SALIDA	07/09/2020	9:26:06	19	0	07/09/2020	25/09/2020	15882	840	6	
21	SALIDA	07/09/2020	9:26:40	20	0	07/09/2020	26/09/2020	16722	840	6	
22	SALIDA	07/09/2020	9:27:14	21	0	07/09/2020	27/09/2020	17562	840	6	
23	SALIDA	07/09/2020	9:27:48	22	0	07/09/2020					

**Anexo 14:** Muestras del historial de ventas de productos.

INFORME DE ENVIO DE CARGA A GUAYAQUIL DEL 01 AL 31 DE AGOSTO DEL 2020												
FECHA	DIA	GAVETAS DE QUESO	YOGURT								MANJAR 250gr.	
			GALONES	Y2Lts	Y1Lts	Y1/2Lts	PACAS CONFLEX	PACAS DE MINIVALDE	BULTOS DE BOLO	BULTOS DE KOLA		
01/08/2020	Sabado	5	1260	176	625	0	0	0	0	0	0	0
02/08/2020	Domingo	0	162	0	300	0	0	0	0	0	0	0
03/08/2020	Lunes	0	672	96	325	1610	0	0	0	0	0	550
04/08/2020	Martes	5	1175	220	1005	40	14	10	10P	6P	0	0
05/08/2020	Miercoles	0	924	112	515	0	0	0	0	0	0	25
06/08/2020	Jueves	5	402	136	320	0	0	0	0	0	0	0
08/08/2020	Sabado	20	1191	215	1080	0	0	20	0	0	0	0
10/08/2020	Lunes	0	1176	128	415	70	0	0	10P	0	0	50
11/08/2020	Martes	5	927	192	565	2050	0	0	0	0	0	595
12/08/2020	Miercoles	0	414	104	500	0	0	0	0	0	0	0
13/08/2020	Jueves	5	696	83	275	60	0	0	0	0	0	0
14/08/2020	Viernes	0	203	15	105	0	0	0	10P	0	0	7
15/08/2020	Sabado	32	879	126	580	50	0	0	0	0	0	50
17/08/2020	Lunes	0	786	152	685	0	0	0	0	0	0	0
18/08/2020	Martes	5	981	150	535	0	10	10	25P	5P	0	0
20/08/2020	Jueves	5	1539	118	745	60	50	2	20P	10P	0	0
21/08/2020	Viernes	0	484	55	90	0	0	0	0	0	0	50
22/08/2020	Sabado	5	894	144	800	100	0	0	0	0	0	0
23/08/2020	Domingo	0	171	64	150	0	0	0	20P	0	0	0
24/08/2020	Lunes	0	636	96	660	1260	0	0	0	0	0	750
25/08/2020	Martes	12	678	174	500	0	0	0	0	0	0	100
26/08/2020	Miercoles	0	456	112	440	50	10	0	0	0	0	50
27/08/2020	Jueves	5	657	70	465	0	0	0	20P	0	0	0
28/08/2020	Viernes	0	200	10	0	0	0	0	10P	0	0	0
29/08/2020	Sabado	10	1227	172	1060	0	0	10	30P	0	0	6
31/08/2020	Lunes	0	336	48	280	750	0	0	0	0	0	100
<b>TOTAL</b>		<b>119</b>	<b>19126</b>	<b>2968</b>	<b>13020</b>	<b>6100</b>	<b>84</b>					

Scanned by TapScanner

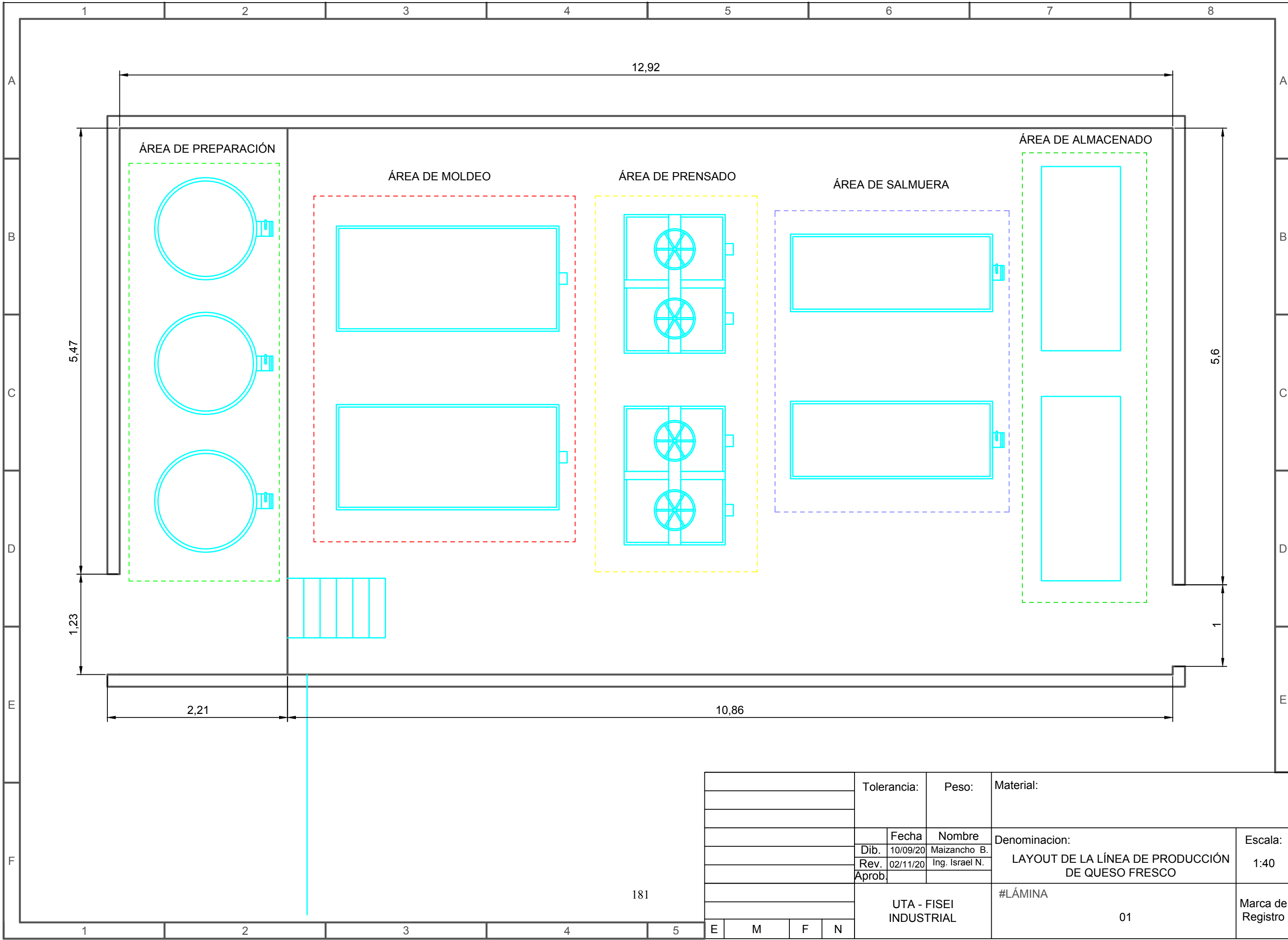
INFORME DE ENVIO DE CARGA A GUAYAQUIL DEL 01 AL 31 DE JULIO DEL 2020												
FECHA	DIA	GAVETAS DE QUESO	YOGURT								MANJAR 250gr.	
			GALONES	Y2Lts	Y1Lts	Y1/2Lts	PACAS CONFLEX	PACAS DE MINIVALDE	BULTOS DE BOLO	BULTOS DE KOLA		
01/07/2020	Miercoles	4	237	72	0	0	0	0	10P	0	0	0
02/07/2020	Jueves	15	441	240	315	0	10	0	10P	0	0	0
03/07/2020	Viernes	1	660	0	285	0	0	0	0	0	0	0
04/07/2020	Sabado	13	1306	205	1045	0	10	0	0	0	0	75
05/07/2020	Domingo	0	360	64	180	0	0	0	0	0	0	0
06/07/2020	Lunes	7	495	72	215	60	0	0	0	0	0	0
07/07/2020	Martes	0	1243	176	800	1700	25	0	0	0	0	100
09/07/2020	Jueves	5	660	16	250	0	0	0	0	0	0	20
10/07/2020	Viernes	0	186	210	35	60	0	0	0	0	0	10
11/07/2020	Sabado	17	1371	240	1190	50	24	0	0	0	0	50
13/07/2020	Lunes	0	612	96	195	720	10	0	5P	1	0	0
14/07/2020	Martes	12	1002	184	730	0	10	0	0	2	0	112
15/07/2020	Miercoles	0	654	80	175	0	0	0	0	0	0	0
16/07/2020	Jueves	7	387	63	200	12	2	0	0	0	0	0
17/07/2020	Viernes	0	420	71	275	0	0	0	0	0	0	0
18/07/2020	Sabado	20	1451	128	625	60	1	0	0	0	0	0
19/07/2020	Domingo	0	540	80	300	0	0	0	0	0	0	0
20/07/2020	Lunes	6	450	168	235	1450	10	0	30P	0	0	300
21/07/2020	Martes	8	1146	216	495	0	0	0	10P	0	0	10
22/07/2020	Miercoles	0	360	96	295	0	0	0	0	0	0	60
23/07/2020	Jueves	2	492	96	310	120	0	0	0	0	0	25
24/07/2020	Viernes	0	37	58	0	0	5	0	0	0	0	6
25/07/2020	Sabado	10	1506	266	970	120	10	20	40P	0	0	0
27/07/2020	Lunes	0	762	112	360	1960	30	3	10P	1	0	506
28/07/2020	Martes	6	834	127	225	20	0	0	10P	0	0	0
29/07/2020	Miercoles	0	288	48	35	0	0	0	0	0	0	0
30/07/2020	Jueves	5	1041	0	825	0	0	0	10P	0	0	0
31/07/2020	Viernes	0	910	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>138</b>	<b>19851</b>	<b>3184</b>	<b>10565</b>	<b>6332</b>	<b>147</b>					

Scanned by TapScanner

**Anexo 15:** Layout de la instalación de la línea de producción de queso fresco.

**Anexo 16:** Diagrama de recorrido de material en el proceso productivo.





12,92

5,47

1,23

5,6

1

2,21

10,86

ÁREA DE PREPARACIÓN

ÁREA DE MOLDEO

ÁREA DE PENSADO

ÁREA DE SALMUERA

ÁREA DE ALMACENADO

181

		Tolerancia:	Peso:	Material:	
			Fecha	Nombre	Denominacion: LAYOUT DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO
		Dib.	10/09/20	Maizancho B.	
			Rev.	Ing. Israel N.	Escala: 1:40
			Aprob.		
		UTA - FISEI INDUSTRIAL		#LÁMINA 01	Marca de Registro

F

E

D

C

B

A

F

E

D

C

B

A

1

2

3

4

5

E

M

F

N

1

2

3

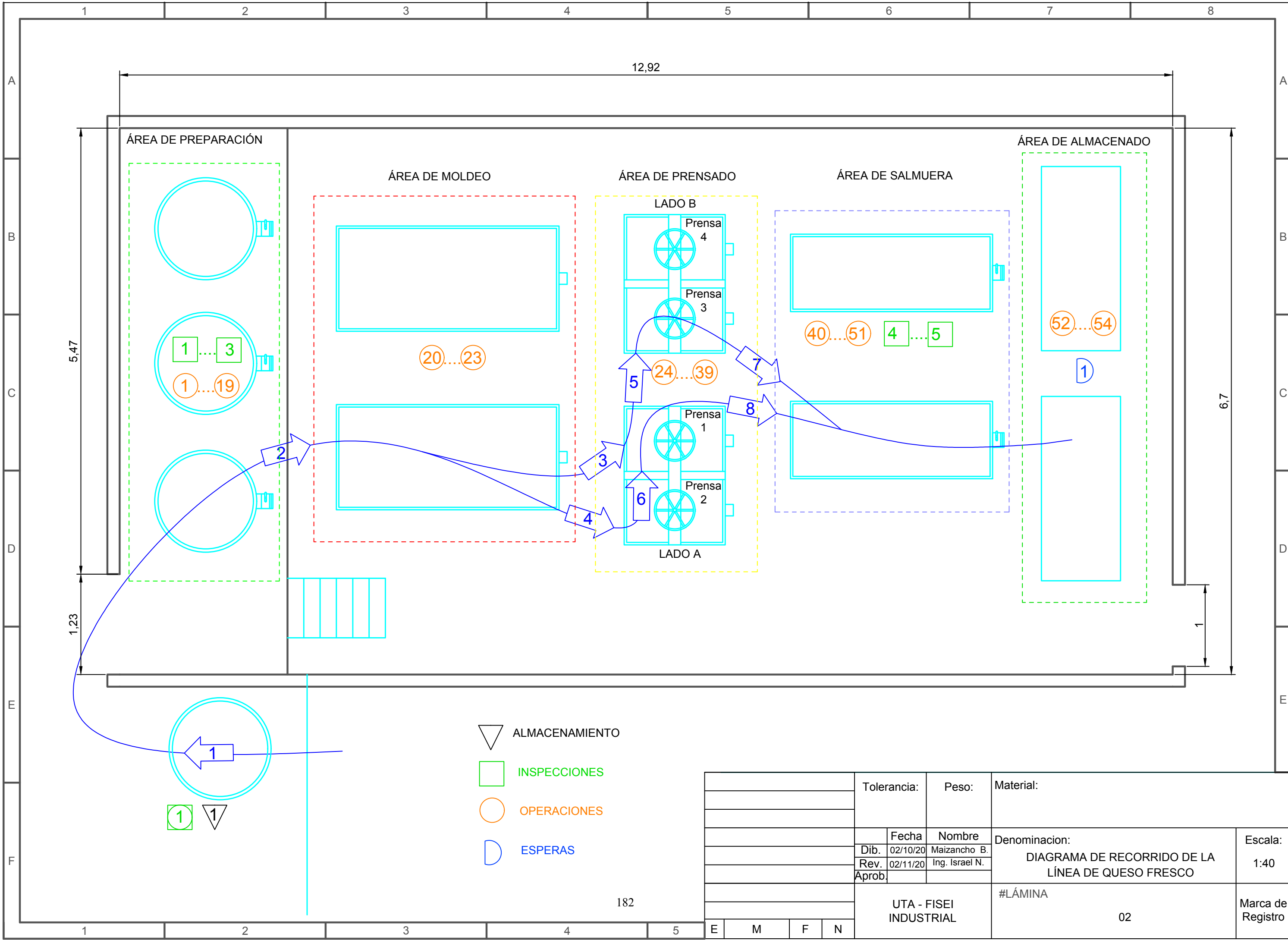
4

5

6

7

8



ÁREA DE PREPARACIÓN

ÁREA DE MOLDEO

ÁREA DE PENSADO

ÁREA DE SALMUERA

ÁREA DE ALMACENADO

LADO B

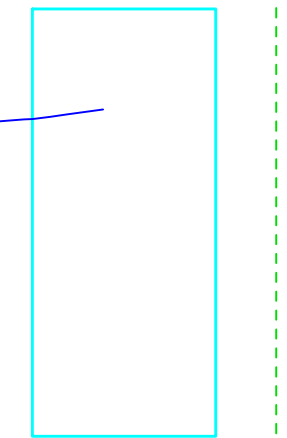
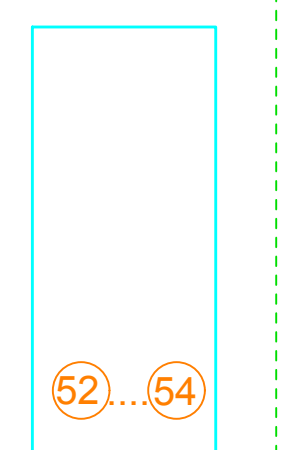
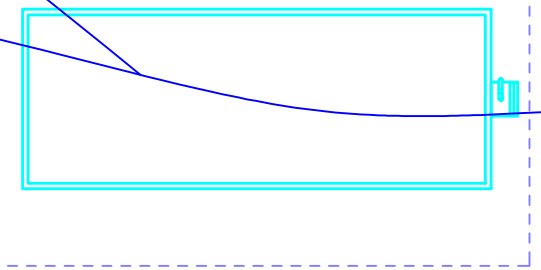
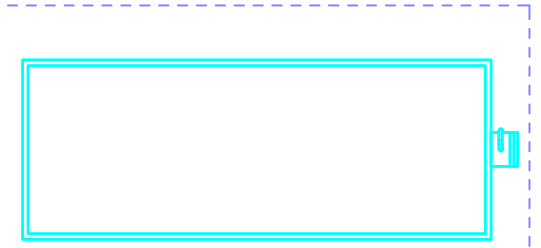
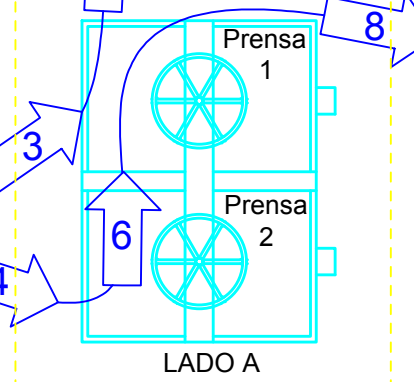
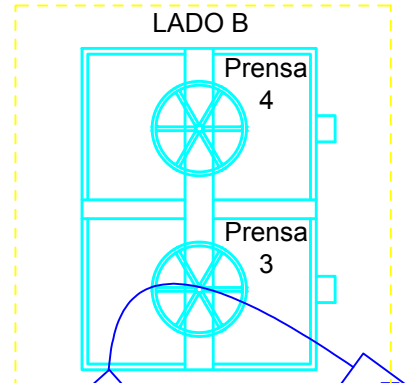
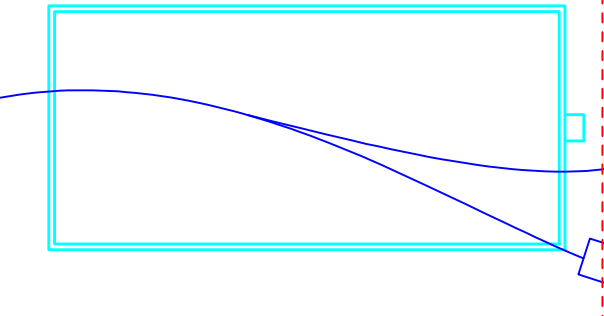
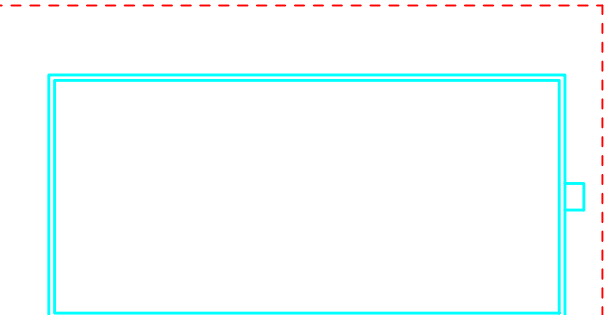
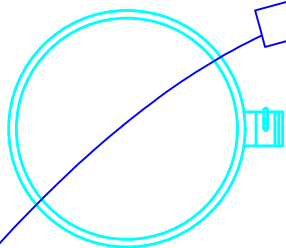
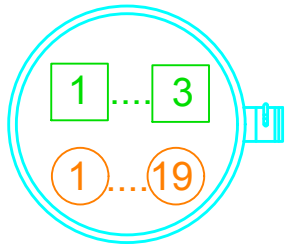
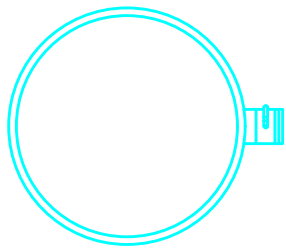
LADO A

Prensa 4

Prensa 3

Prensa 1

Prensa 2



- ▽ ALMACENAMIENTO
- INSPECCIONES
- OPERACIONES
- D ESPERAS

		Tolerancia:	Peso:	Material:	
		Fecha	Nombre	Denominacion: DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA LÍNEA DE QUESO FRESCO	Escala: 1:40
Dib.	02/10/20	Maizancho B.			
Rev.	02/11/20	Ing. Israel N.			
		Aprob.		#LÁMINA	
		UTA - FISEI INDUSTRIAL		02	Marca de Registro
E	M	F	N		