

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD, EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE QUESO CHEDDAR, MEDIANTE EL ESTUDIO DE MÉTODOS EN
LA EMPRESA MILMA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGÍSTER (MSc.) EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

VANESSA ELIZABETH CADENA MAFLA

vane_ecm17@hotmail.com

DIRECTOR ING. PEDRO ENRIQUE BUITRÓN FLORES, MSc.

pedro.buitron@epn.edu.ec

Quito, mayo 2018

© Escuela Politécnica Nacional (2018)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Vanessa Elizabeth Cadena Mafla, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Vanessa Elizabeth Cadena Mafla

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Vanessa Elizabeth Cadena Mafla, bajo mi supervisión.

Ing. Pedro Buitrón MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A mi familia por ser un pilar fundamental en mi vida y mi formación.

Al Ingeniero Pedro Buitrón, quien, con su vasta experiencia y confianza, supo guiarme continuamente, en la realización de este trabajo.

A la empresa Milma, por abrirme las puertas para la ejecución de este estudio.

DEDICATORIA

El presente estudio está dedicado a mis padres, Laurentina Mafla y Eduardo Cadena, que con su ejemplo constante me enseñaron que a pesar de las crisis la inversión en el conocimiento es la solución a los problemas.

A mis hermanas Anabela y Pamela que supieron ayudarme incansablemente para cumplir mis metas y ayudar a los demás.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	xiii
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Productividad industrial	1
1.1.1 Productividad	1
1.1.2 Factores que limitan la productividad	3
1.1.3.Herramientas de decisión económica	6
1.1.4 Estrategia del proceso	7
1.2 Estudio de métodos	8
1.2.1 Definición	8
1.2.2 Procedimiento del estudio de métodos	9
1.3 Medición del trabajo	16
1.3.1 Definición	16
1.3.2 Estudio de tiempos con cronómetro	16
2. METODOLOGÍA	31
2.1 Diagnóstico de la producción de queso Cheddar en la empresa Milma	31
2.1.1 Selección del trabajo a mejorar	31
2.1.2 Registro del trabajo a mejorar	31
2.2 Aplicación de la técnica del interrogatorio en las operaciones de la línea de producción de queso cheddar	33
2.3 Método continuo en el cronometraje de las operaciones de la línea de producción de queso cheddar	35

2.4 Establecimiento del plan de mejora de la productividad	38
2.5 Cálculo del tiempo estándar de las operaciones	38
2.6 Evaluación de la productividad en la línea de producción de queso Cheddar	40
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
3.1 Diagnóstico de la producción de queso cheddar en la empresa Milma	41
3.1.1 Descripción de la empresa milma	41
3.1.2 Selección del trabajo a mejorar	42
3.1.3 Registro del trabajo a mejorar	44
3.2 Aplicación de la técnica del interrogatorio en las operaciones de la línea de producción de queso Cheddar	66
3.2.1 Análisis de la aplicación de la técnica del interrogatorio	68
3.3 Método continuo en el cronometraje de las operaciones de la línea de producción de queso cheddar	72
3.4 Establecimiento del plan de mejora de la productividad	75
3.4.1 Subproceso de preparación de insumos	76
3.4.2 Subproceso de corte y agitación de la cuajada	77
3.4.3 Subproceso de corte y pesaje de los quesos	77
3.4.4 Subproceso de moldeo y prensado de los quesos	79
3.4.5 Análisis del cursograma analítico	82
3.4.6 Actividades innecesarias en el proceso de producción del queso Cheddar	85
3.5 Cálculo del tiempo estándar de las operaciones	90
3.5.1 Tiempo normal	90
3.5.2 Tiempo observado	90
3.5.3 Factor de valoración o valoración del ritmo de trabajo	90

3.5.4 Asignación de suplementos	91
3.5.5 Tempo estándar	92
3.5.6 Costo unitario de producción	95
3.6 Evaluación de la productividad en la línea de producción de queso Cheddar	100
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
4.1 Conclusiones	104
4.2 Recomendaciones	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.1. Sistemas Westinghouse para calificar habilidades	26
Tabla 1. 2. Sistemas Westinghouse para calificar el esfuerzo	26
Tabla 1. 3. Sistemas Westinghouse para calificar las condiciones de trabajo	27
Tabla 1. 4. Sistemas Westinghouse para calificar la consistencia del operario	27
Tabla 2. 1. Preguntas usadas para el análisis de las actividades mediante la técnica del interrogatorio	34
Tabla 2. 2. Ejemplo de la lista de verificación de relativa a la manipulación de materias primas	34
Tabla 2. 3. Hoja de toma de tiempos para las observaciones preliminares	36
Tabla 3. 1. Productos elaborados por la empresa MILMALAC S.A.	42
Tabla 3. 2. Costos generados por producto lácteo, durante el segundo trimestre del 2017	43
Tabla 3. 3. Observaciones preliminares con el método actual de la línea de producción de queso Cheddar	58
Tabla 3. 4. Cursograma analítico actual del proceso de elaboración del queso Cheddar	61
Tabla 3. 5. Diagrama hombre-máquina de la prensadora	63
Tabla 3. 6. Sistematización del análisis de los subprocesos de la elaboración del queso Cheddar	67
Tabla 3. 7. Observaciones preliminares para el cálculo del número de ciclos a cronometrar con base en el elemento con mayor coeficiente de variación	73

Tabla 3. 8. Cursograma analítico propuesto del proceso de elaboración del queso Cheddar	80
Tabla 3. 9. Tiempos y distancias recorridas, con el método actual y propuesto	82
Tabla 3. 10. Diferencia de tiempos y distancias recorridas	84
Tabla 3. 11. Diagrama hombre-máquina de la prensadora – método propuesto	87
Tabla 3. 12. Resumen del diagrama hombre-máquina de la prensadora – método propuesto	88
Tabla 3. 13. Tiempo de ciclo actual y propuesto - diagrama hombre – máquina	88
Tabla 3. 14. Tiempo de acción actual y propuesto – diagrama hombre – máquina	89
Tabla 3. 15. Tiempo de ocio actual y propuesto – diagrama hombre – máquina	89
Tabla 3. 16. Porcentaje de utilización – diagrama hombre – máquina	89
Tabla 3. 17. Calificación del ritmo de trabajo de los operarios de la empresa	90
Tabla 3. 18. Determinación del tiempo estándar en la línea de elaboración del queso Cheddar	93
Tabla 3. 19. Número de horas trabajadas durante el mes de abril del año 2017	96
Tabla 3. 20. Horas totales trabajadas en el segundo trimestre del año 2017	96
Tabla 3. 21. Costo de insumos y materiales por cada lote de producción del queso Cheddar	97
Tabla 3. 22. Número de horas trabajadas durante el mes de julio del año 2017	98
Tabla 3. 23. Horas totales trabajadas en el segundo trimestre del año 2017	99
Tabla AI. 1. Simbología de diagramas de proceso	112
Tabla AII. 1. Documentos para cada etapa de estudio	114

Tabla AIII. 1. Número recomendado de ciclos de observación con base a la duración del ciclo	115
Tabla AIII. 2. Número recomendado de ciclos de observación en función al volumen de la producción	115
Tabla AIV. 1. Suplementos recomendados por la organización internacional del trabajo	116
Tabla AVII. 1. Toma de tiempos preliminares mediante cronometraje acumulativo de las 45 actividades iniciales	126
Tabla AVIII. 1. Preguntas preliminares del subproceso de preparación de insumos	128
Tabla AVIII. 2. Lista de verificación relativa a los movimientos - subproceso de preparación de insumos	130
Tabla AVIII. 3. Lista de verificación relativa a la manipulación de materias primas - subproceso de preparación de insumos	131
Tabla AVIII. 4. Preguntas preliminares del subproceso de corte y agitación de la cuajada	132
Tabla AVIII. 5. Lista de verificación de relativa a la distribución del área o puesto de trabajo - subproceso de corte y agitación de la cuajada	136
Tabla AVIII. 6. Lista de verificación relativa a los movimientos - subproceso de corte y agitación de la cuajada	137
Tabla AVIII. 7. Preguntas preliminares del subproceso de corte y pesaje del queso	138
Tabla AVIII. 8. Lista de verificación referente al diseño de productos – subproceso de corte y pesaje del queso	139

Tabla AVIII. 9. Preguntas preliminares del subproceso de moldeo y prensado de los quesos	140
Tabla AVIII. 10. Lista de verificación referente a la manipulación de materiales - subproceso de corte y pesaje del queso	142
Tabla AIX. 1. Toma de tiempos preliminares mediante cronometraje acumulativo de las 38 actividades	143
Tabla AIX. 2. Cronometraje continuo de las 18 observaciones restantes del estudio de tiempos	145
Tabla AX. 1. Cálculo del factor de valoración del sistema de Westinghouse para los 4 operarios que elaboran el queso Cheddar	147

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. 1. Factores que limitan la productividad	4
Figura 1. 2. Tipos de holguras	28
Figura 1. 3. Representación gráfica, de la obtención del tiempo estándar	30
Figura 3. 1. Gráfico de Pareto de los costos de producción de la empresa Milma durante el período Enero – Junio del 2017	44
Figura 3. 2. Diagrama de recorrido – Distribución actual de la línea de procesamiento del queso Cheddar	46
Figura 3. 3. Diagrama de proceso de flujo – Subproceso de preparación de insumos	48
Figura 3. 4. Área de insumos en el segundo piso	49
Figura 3. 5. Prensado inicial de la cuajada	50
Figura 3. 6. Diagrama de proceso de flujo – Subproceso de corte y agitación de la cuajada	51
Figura 3. 7. Corte del queso con cuchillo y molde rectangular	52
Figura 3. 8. Pesaje del queso	52
Figura 3. 9. Diagrama de proceso de flujo – Subproceso de corte y pesaje de los quesos	53
Figura 3. 10. Moldeado de los quesos	54
Figura 3. 11. Prensado de los quesos	54
Figura 3. 12. Desmoldado del queso	55
Figura 3. 13. Corte de rebabas y pesaje del desperdicio generado	55
Figura 3. 14. Traslado del queso al cuarto de salmuera	56

Figura 3. 15. Diagrama de proceso de flujo – Subproceso de moldeado y prensado de los quesos	57
Figura 3. 16. Diagrama de proceso mejorado – Subproceso de preparación de insumos	76
Figura 3. 17. Diagrama de proceso mejorado – Subproceso de corte y agitación de la cuajada	77
Figura 3. 18. Diagrama de proceso mejorado – Subproceso de corte y pesaje de los quesos	78
Figura 3. 19. Diagrama de proceso mejorado – Subproceso de moldeado y prensado de los quesos	79
Figura 3. 20. Diagrama de recorrido – Distribución de la línea de procesamiento del queso Cheddar – Método diseñado e implementado	86
Figura AV. 1. Costos de producción Milma Periodo Enero a Junio 2017	117
Figura AVI. 1. Diagrama de recorrido - subproceso de preparación de insumos	120
Figura AVI. 2. Diagrama de recorrido - subproceso de corte y agitación de la cuajada	121
Figura AVI. 3. Diagrama de recorrido - subproceso de corte y pesaje de los quesos	124
Figura AVI. 4. Diagrama de recorrido - subproceso de moldeado y prensado de los quesos	125

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	
Simbología del proceso	112
ANEXO II	
Documentos para cada etapa de estudio	114
ANEXO III	
Cálculo del número de ciclos mediante el uso de tablas	115
ANEXO IV	
Suplementos de trabajo	116
ANEXO V	
Costos de producción	117
ANEXO VI	
Diagramas de recorrido	120
ANEXO VII	
Medición de tiempos antes de la aplicación del estudio de métodos	126
ANEXO VIII	
Técnica del interrogatorio	128
ANEXO IX	
Medición de tiempos después de la aplicación del estudio de métodos	143
ANEXO X	
Factores de valoración del sistema Westinghouse	147

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue mejorar la productividad en la empresa Milma en la línea de producción del queso Cheddar, mediante el estudio de métodos, al optimizar el tiempo de ciclo (el cual fue de 5,19 h) y el recurso humano.

Para cumplir con este objetivo primero se realizó un análisis económico en el cual se identificó que de los 10 productos lácteos elaborados en la empresa el queso Cheddar fue el producto con mayor producción (6 697,50 kg), y mayores costos generados (42 462,15 USD), lo que representó el 24% de los costos totales de producción durante el segundo trimestre del año 2017.

Para facilitar el estudio del proceso del queso Cheddar se subdividió este en 4 subprocesos: preparación de insumos; corte y agitación de la cuajada; corte y pesaje de los quesos; y, moldeo y prensado de los quesos. Las actividades de cada subproceso fueron clasificadas de acuerdo a la simbología de diagramas de proceso como: operación, transporte, almacenamiento, espera, inspección y actividades combinadas (cuando se lleva a cabo una inspección en conjunto con una operación). Después, estas actividades fueron registradas a través del uso de diagramas de recorrido, flujos de proceso, diagramas hombre-máquina y cursogramas analíticos, en este último se incluyó información adicional como el número de operarios, la distancia recorrida y el tiempo empleado. Al no contar con registros escritos sobre el tiempo de cada actividad se realizó una medición preliminar de 5 observaciones.

Para el análisis de cada actividad registrada se aplicó de la técnica del interrogatorio y las listas de verificación, a través de las cuales se identificaron los problemas del proceso y se sugirieron mejoras como: la adecuación del área de insumos a un lugar más cercano al área de producción, la implementación de dispositivos para el llenado de la marmita y el incremento de la utilización de la prensadora.

A partir del análisis y para obtener una eficiencia en el diseño e implantación del plan de mejora del proceso se tomaron acciones como: eliminar, cambiar,

reorganizar, y simplificar; estas mejoras permitieron disminuir el número de actividades de 45 a 38 y el número de operarios de 5 a 4. Además, el porcentaje de utilización de la máquina se incrementó de un 70% inicial a un 84%, y el porcentaje de utilización para el operario aumentó de un 87% a un 100%.

A partir de las 38 actividades obtenidas del diseño del plan de mejora, se adiestró al operario en el nuevo método y se calculó el número de ciclos a cronometrar, para una muestra menor a 30 observaciones (5 observaciones preliminares) con una probabilidad del 90% y un $\pm 10\%$ de margen de error para una distribución T Student con $5-1=4$ grados de libertad.

Al comparar el tiempo inicial del ciclo de 5,19 h este se redujo a 4,42 h con la implementación del estudio de métodos, este ahorro generó disminución en el pago de horas extra. A partir del tiempo obtenido después del estudio de métodos se calculó el tiempo estándar de cada actividad.

Después de implantado el estudio de métodos se realizó un seguimiento durante el tercer trimestre del año 2017 y se analizaron los costos de producción y la productividad monofactorial de ambos periodos. El costo de producción de un kilogramo de queso Cheddar disminuyó de 6,34 USD inicial a 6,16 USD después de la aplicación del método. A pesar de que la producción se mantuvo antes y después de la aplicación del método (6 697,5 kg), la productividad multifactorial aumentó ya que pasó de 1,25 en el segundo trimestre a 1,29 en el tercer trimestre del año 2017, es decir la productividad fue 3,2% superior después de haberse aplicado el estudio, debido a la disminución del costo de mano de obra.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de las organizaciones manufactureras y de servicios es aumentar la productividad y reducir el costo por unidad, sin embargo, para cumplir con éste propósito es indispensable que se analicen las problemáticas existentes, las mismas que pueden estar relacionadas con los tiempos improductivos, el recorrido de grandes distancias por parte del operario, la distribución de la fábrica, la disposición de las herramientas de trabajo y la utilización de la maquinaria.

La implementación de un estudio de métodos juega un papel muy importante en la mejora de la productividad de cualquier organización. Al medir el tiempo que se invierte en un proceso se puede identificar aquellas tareas que de alguna manera no aportan al rendimiento de la empresa y a partir de esto diseñar estrategias para corregirlas.

La empresa Milma elabora derivados lácteos desde el año 2014, y uno de los productos más fabricados es el queso Cheddar, para el cual se necesitan 5,19 h y 5 operarios para elaborar un lote de 37 quesos (de 2,5 kg cada uno) aproximadamente. Además, la empresa ha identificado dificultades por tiempos muertos que retrasan el proceso, la falta de utilización de la prensadora y los excesivos recorridos que debe hacer el operario para la toma de palas de agitación y llevar los insumos al área de producción, por lo tanto, es necesario encontrar las causas para dar solución a esta problemática sin afectar la calidad del producto final.

El objetivo principal de esta investigación es mejorar la productividad en la línea de producción del queso Cheddar mediante el estudio de métodos en la empresa Milma. Para cumplir con este objetivo planteado se establecieron como objetivos específicos: diagnosticar la situación actual de la empresa y variables relacionadas con el manejo de la productividad del queso Cheddar, definir un plan de mejora de la productividad con base en un estudio de métodos, implantar el plan de mejora de la productividad y evaluar la mejora de la productividad.

Para el desarrollo de este estudio se dividió en 3 secciones: la primera es la revisión bibliográfica, en esta se menciona la importancia de la productividad y los factores que la limitan, también se detalla el estudio de métodos y el estudio de tiempos como herramientas para mejorar la productividad de una empresa. La segunda parte del estudio es la metodología, aquí se mencionan las técnicas usadas para llevar a cabo el estudio. En la tercera parte se analizan los resultados y la discusión de los hallazgos encontrados antes y después de la aplicación del estudio, y se determina la mejora de la productividad que plantea el estudio de métodos.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL

En la actualidad la competitividad de las empresas es cada vez más grande, la tecnología al igual que el internet ayudan mucho a facilitar los procesos de producción, pero es el aumento de la productividad lo que realmente hará crecer e incrementar las ganancias de los negocios (Niebel y Freivalds, 2009, p. 1).

1.1.1 PRODUCTIVIDAD

Es una medida utilizada para mejorar el proceso, este indicador de desempeño se define como la relación existente entre la producción obtenida ya sean bienes o servicios, entre los recursos utilizados como: Mano de obra, capital, materiales y administración (Prokopenko, 1989, p. 19).

En un sector productivo empresarial, la productividad es ponderada y sirve para distinguir dentro de un conjunto de empresas cuál de ellas presenta una mayor participación en el mercado (Fernández de Guevara, 2011, p. 19).

Heizer y Render (2009), señalan que al mejorar la productividad se obtiene una mayor eficiencia, la misma que puede llevarse a cabo de dos formas: al reducir la entrada y mantener constante la salida, o al incrementar la salida mientras permanece constante la entrada (p. 14). Sin embargo, García (2005), indica una tercera forma de incrementar la productividad, a través del incremento de la salida y la reducción de la entrada simultáneamente (p. 10).

Medición de la productividad: Es importante mencionar la diferencia entre producción y productividad. La producción se enfoca en la elaboración de bienes y servicios, mientras que la productividad es el grado de eficiencia con el que se han

combinado todos los recursos utilizados para cumplir con los objetivos propuestos (García, 2005, p. 10).

La productividad es una medida de desempeño que relaciona los productos o servicios obtenidos con los recursos utilizados. Esta medición debe ser comparada en periodos semejantes, para tener una opinión sobre la mejora en la eficiencia, debido a las implantaciones realizadas (Chase y Jacobs, 2009, p. 30).

La medición de la productividad puede ser directa, como, por ejemplo, al medirse las horas-trabajo por tonelada de algún tipo de acero, o la energía necesaria para generar un kilovatio de electricidad (Gutiérrez y De la Vara, 2009, p. 45).

La medición de la productividad puede llevarse a cabo de dos maneras:

Productividad de un solo factor o monofactorial: Indica la relación entre la salida y un solo recurso utilizado, que puede ser mano de obra, materia prima, capital. Las unidades se expresan de acuerdo a los factores analizados, como lo indica la Ecuación 1.1 (Krajewsky, Ritzman y Malhotra, 2008, p. 30).

$$PM = \frac{S}{E} \quad [1.1]$$

Donde:

P=Productividad monofactorial.

S= Recurso de salida (bien o servicio).

E= Recurso de entrada (mano de obra, materia prima, capital).

Productividad de múltiples factores o multifactorial: Indica la relación entre la salida y todos los recursos o entradas utilizadas, como se muestra en la Ecuación 1.2. La productividad multifactorial puede expresarse en unidades monetarias tanto en el numerador como en el denominador (Heizer y Render, 2009, p. 15; Krajewsky et al., 2008, p. 30).

$$PM = \frac{BP}{MO+MP+OGF} \quad [1.2]$$

Donde:

P= Productividad multifactorial.

BP= Bienes producidos.

MO= Mano de obra.

MP= Materia prima.

OGF=Otros gastos de fabricación.

El cálculo de la productividad de múltiples factores puede facilitarse al utilizar una sola unidad de medida (USD/ unidad) en los recursos utilizados, y al final únicamente se sumaría todo. (Heizer y Render, 2009, p. 16).

El incremento de la productividad es muy importante ya que genera una “reacción en cadena” dentro de la organización, crea mejoras en la calidad, menores costos de producción y un mayor bienestar colectivo. (García, 2005, p. 18).

1.1.2 FACTORES QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD

La producción de bienes o servicios funciona como un sistema dentro del cual interactúan recursos humanos, financieros y actividades funcionales; el trabajo conjunto de estos elementos permite que la organización alcance sus objetivos como: generar utilidades, producir bienes y servicios, satisfacer al cliente, crecimiento del personal y supervivencia de la empresa. Para cumplir con las metas la empresa planea, organiza, dirige y controla las actividades, luego la empresa toma las decisiones y acciones necesarias para proveer las entradas que pueden ser: máquinas, dinero, materiales, mano de obra e información. Las entradas son transformadas para producir bienes o servicios, más conocidos como salidas. La Figura 1.1 muestra lo antes mencionado y además hace énfasis en el tiempo de fabricación del producto.

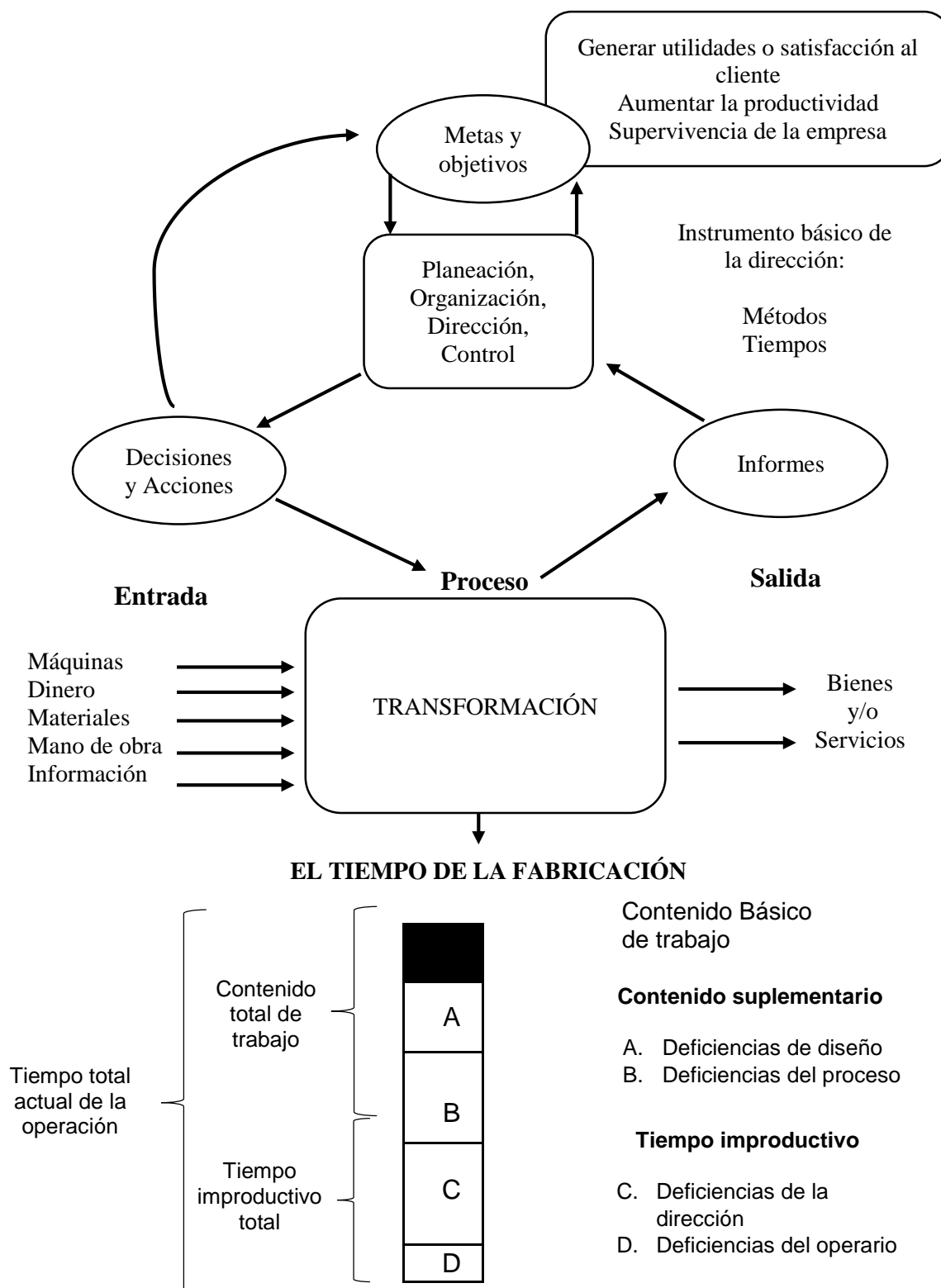


Figura 1. 1. Factores que limitan la productividad
(Escalante y González, 2016, p.28)

El tiempo de fabricación del producto es el tiempo total actual de la operación, el cual se subdivide en el contenido total de trabajo y el tiempo improductivo.

El contenido total de trabajo está conformado por:

- El contenido básico del trabajo, que es el tiempo mínimo necesario para obtener una unidad de producción.
- El contenido de trabajo suplementario debido a las deficiencias en el diseño del producto
- El contenido de trabajo suplementario debido a deficiencias del proceso

El tiempo improductivo total está conformado por:

- Las deficiencias de la dirección, provocadas por la falta de planeación, organización y control de los procesos por parte de los dirigentes.
- Las deficiencias del operario, que es el tiempo en el cual el trabajador, la maquinaria o ambos permanecen inactivos, a pesar de que el trabajador podría evitarlo. (Escalante y González, 2016, p. 30).

Conocer las causas que provocan una baja productividad es un buen comienzo para incrementarla. (Escalante y González, 2016, p. 29).

Diagnóstico de la productividad: Para lograr un eficaz estudio de la productividad, es indispensable conocer la situación actual de la empresa, producto o sección que se desea estudiar. Un buen diagnóstico es el principio para mejorar la productividad, y se alcanza mediante: el registro de información y un muestreo de trabajo. (Escalante y González, 2016, p. 36).

Mejora de la productividad La aplicación de técnicas como la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos, son usadas por las empresas a fin de incrementar su productividad, a través del aumento de la producción por unidad de tiempo o la reducción del costo por unidad de producción. (Niebel y Freivalds, 2009, p. 3).

1.1.3 HERRAMIENTAS DE DECISIÓN ECONÓMICA

Costos de producción: Los costos de producción están clasificados como costos fijos y costos variables. Los costos variables son aquellos que cambian directa y proporcionalmente de acuerdo al cambio en el volumen de producción y, los costos fijos se mantienen al cambio del volumen de producción (Polimeni, Fabozzi, Adelberg y Kole, 1998, p. 614).

Los elementos que se incluyen en los costos variables son: materia prima y mano de obra. Para reducir los costos variables se puede aumentar el volumen de ventas, mejorar el diseño de los productos y definir métodos de trabajo (Polimeni et al., 1998, p. 614).

Los elementos que se incluyen en los costos fijos son: arrendamientos, comunicación, suministros, impuestos, pago de deudas. Para reducir los costos fijos se puede mejorar el equipo o máquinas y definir las funciones de la fuerza laboral (Díaz, 2010, p. 12).

Costo unitario de producción: El costo unitario de cada unidad producida, resulta de dividir el costo de producción entre las unidades producidas. La Ecuación 1.3 muestra el cálculo del costo unitario de producción (Ramírez, 2008, p. 37).

$$CU = \frac{CMOD + CMPD + CIF}{Q} \quad [1.3]$$

Donde:

CU= Costo unitario.

CMOD: Costo de mano de obra directa.

CMPD: Costo de materia prima directa.

CIF: Costos indirectos de fabricación.

Q: Cantidad producida.

1.1.4 ESTRATEGIA DEL PROCESO

Las estrategias del proceso permiten definir el enfoque de transformación que tienen las empresas, para definir el enfoque las organizaciones deben cumplir con los requerimientos del cliente y las especificaciones del producto (Heizer y Render, 2009, p. 256).

Dentro de la clasificación de las estrategias del proceso se encuentran: enfoque en el proceso, enfoque repetitivo y enfoque en el producto.

Enfoque en el proceso: Conocido también como proceso intermitente, debido a la flexibilidad que existe para el movimiento de productos dentro de los procesos y el agrupamiento de maquinaria y equipos. Los talleres de máquinas, talleres de impresión, restaurantes, hospitales forman parte de este enfoque (Heizer y Render, 2009, p. 356).

Se caracteriza por tener una gran variedad de productos, pero con poco volumen de producción y el equipo suele ser de propósito general. La cantidad de productos es limitada y por intervalos, se almacena hasta que el departamento de ventas las comercialice (Kumar y Suresh, 2009, p. 4; Suñé, Gil y Arcusa, 2004, p. 85).

Enfoque repetitivo: Conocido también como cadena de montaje, este enfoque se caracteriza por tener un volumen y variedad moderados, en este enfoque se ensamblan partes o componentes que fueron preparados previamente en procesos continuos. El ensamblaje de autos, electrodomésticos, motocicletas, restaurantes de comidas rápidas entre otros, forman parte de esta estrategia de proceso (Krajewsky et al., 2008, p. 96; Kumar y Suresh, 2009, p. 5).

Enfoque en el producto: Este enfoque se caracteriza por su alto volumen de producción y baja variedad de productos, conocido también como proceso continuo. La infraestructura se adecua a la fabricación de sus productos, tales como: acero, cerveza, papel, pan, entre otros. La sostenibilidad de las empresas con éste tipo de

enfoque se da mediante la estandarización y control de calidad (Heizer y Render, 2009, p. 259).

1.2 ESTUDIO DE MÉTODOS

1.2.1 DEFINICIÓN

El estudio de métodos (EM) es una investigación crítica sistemática de las operaciones. El estudio de métodos busca dividir y desglosar la tarea, con el objetivo de entender cómo se ejecuta y posteriormente socializar el método a todos los implicados de su ejecución. El EM es la base para la mejora de la productividad, probablemente el hecho de describir un método operatorio resulta ser la mejora más importante del estudio (Cruelles, 2013, p. 161).

La ingeniería de métodos brinda una serie de herramientas de análisis, que permiten comprender las leyes y elementos que son parte del proceso productivo, así al obtenerse una mejora de la productividad, se puede brindar un mejor servicio a la sociedad (Durán, 2007, p. 5).

Objetivos del estudio de métodos: Los objetivos a conseguir mediante la aplicación del estudio de métodos se mencionan a continuación (García, 2005, p. 15):

- Mejorar procedimientos y procesos
- Economizar mano de obra, materiales y maquinaria
- Disminuir la fatiga y esfuerzo innecesario de los operarios
- Aumentar la seguridad
- Hacer que el trabajo sea más fácil, rápido, sencillo y seguro
- Mejorar el diseño y distribución del centro de producción
- Crear mejores condiciones de trabajo (Bateman, 2001, p. 191; Fernández, 2011, p. 131).

1.2.2 PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

El estudio de métodos cuenta con una serie de pasos que se mencionan a continuación, con los cuales se pretenden realizar un análisis detallado de las actividades con el objetivo de encontrar alternativas que mejoren efectivamente el trabajo que se realiza:

- Selección del trabajo a mejorar.
- Registro de las actividades del trabajo.
- Análisis de las actividades del trabajo.
- Diseño de un método perfeccionado.
- Adiestramiento a los operarios con el nuevo método de trabajo.
- Implantación del nuevo método (García, 2005, p. 36).

Selección del trabajo: Todas las tareas realizadas dentro de un trabajo pueden ser objeto de estudio, sin embargo, se convertiría en una ardua e ilimitada tarea, además de que podría resultar no muy productiva. Por otra parte, se podría orientar el estudio en ciertos factores que permitan obtener grandes resultados en menor tiempo, por ejemplo:

- La ergonomía.
- El CdM (Coeficiente de despilfarro por método), o potencial de mejora.
- El peso de la tarea en el proceso productivo (Cruelles, 2013, p. 163).

Al seleccionar el trabajo se pretende resolver los problemas más urgentes, que generan mayor impacto a la organización; para lo cual se debe considerar aspectos como: costos, recurso humano y factores técnicos. La prioridad en la selección del trabajo puede realizarse con ayuda del análisis de Pareto. (Baca, et al., 2011, p. 213).

La selección de la actividad a analizar debe considerar los factores: económico, técnico, social, ecológico, legal y ético.

Económico: Desde un enfoque económico se considera a la producción, como la función productiva que agrega valor a bienes o servicios, para satisfacer las necesidades de los clientes (Castán y Guitart, 2014, p. 107).

Frecuentemente la selección del trabajo a estudiar con base en el factor económico es el de mayor importancia debido a que es necesario conocer qué proceso, producto o actividad generan mayores costos para la organización. Para éste análisis se selecciona el periodo de estudio (mes, trimestre, semestre, año, etc).

Técnico: En este análisis se puede presentar la mayor oportunidad de mejora, puesto que compara la capacidad instalada contra la demanda requerida, al igual que en el análisis económico se debe seleccionar el periodo de estudio.

Social: En este punto se analizan las actividades o procesos cuyas condiciones ambientales sean peligrosas o molestas para la mano de obra.

Ecológicos: Se elige el proceso o actividad que ocasione más daño al medio ambiente.

Legales: Se selecciona el proceso o actividad que no cumpla con la ley o reglamento, a fin de corregir y cumplir con lo establecido en las normas.

Éticas: Se selecciona el proceso o actividad que no cumpla con los valores, principios y ética profesional (Escalante y González, 2016, p. 70).

Registro: Después de realizar la selección del trabajo, se procede a registrar las tareas, por medio de la observación directa y el uso de herramientas de registro y análisis como: Diagramas de Procesos Operativos, Flujos de Procesos y Diagramas de Proceso Hombre-Máquina (Niebel y Freivalds, 2009, p. 25).

Las técnicas de registro de datos pueden clasificarse en tres grupos: diagramas que representan sucesión, diagramas con escalas de tiempo y diagramas que representen flujo o movimiento (Escalante y González, 2016, p. 83).

Diagramas que representan sucesión

Cursograma sinóptico o diagrama de proceso de operaciones, este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, desde la recepción de la materia prima hasta el producto terminado. La simbología de los diagramas de proceso se muestra en el Anexo I.

Cursograma Analítico, además de mostrar las operaciones e inspecciones, este Cursograma registra los traslados, demoras y almacenamientos; éste diagrama es más completo que el diagrama sinóptico porque estudia al operario, material y el equipo o maquinaria (Escalante y González, 2016, p. 88).

Cursograma Bimanual, éste diagrama registra las actividades realizadas por las manos y las extremidades del operario (Gaither y Frazier, 2000, p. 105).

Diagramas con escalas de tiempo

Diagrama de actividades múltiples, registra las actividades de varios objetos de estudio (maquinaria, trabajadores) en una escala de tiempo común para mostrar la relación entre ellas (Escalante y González, 2016, p. 99).

Diagrama hombre-máquina, muestra la relación existente entre el ciclo de trabajo del obrero y el ciclo de operación de su equipo o maquinaria (Escalante y González, 2016, p. 97; Acevedo y Linares, 2012, p. 118).

Simograma o diagrama de movimientos simultáneos, registra los movimientos de las diversas partes del cuerpo, mediante un análisis cinematográfico (Escalante y González, 2016, p. 100).

Diagramas que representan flujo o movimiento

Diagrama de hilos, es un plano que mide y sigue con un hilo el trayecto efectuado por el material, la mano de obra o el equipo (Escalante y González, 2016, p. 94).

Diagrama de Recorrido, es un complemento del Cursograma analítico, indica la distribución de las áreas de la planta y mediante líneas de flujo indica el movimiento de trabajadores, material y equipo. También incorpora símbolos de las diversas actividades en cada uno de los lugares (Escalante y González, 2016, p. 95; Huertas y Domínguez, 2008, p. 106).

Gráfico de Trayectoria, es un cuadro que registra información cuantitativa de los movimientos del material, trabajadores y equipo, durante cualquier periodo de tiempo y cualquier número de lugares (Escalante y González, 2016, p. 97).

Análisis: El análisis de los métodos de trabajo es un examen que permite identificar las causas de los problemas que afectan tanto a las operaciones que agregan valor como a las operaciones que no agregan valor al proceso. Las técnicas para el análisis pueden ser generales o a detalle por proceso (Bravo, 2009, p. 89).

Técnicas de análisis generales

Técnica del interrogatorio, es un análisis sistemático y crítico que permite identificar las deficiencias existentes en el trabajo y posteriormente encontrar las posibles mejoras a aplicarse. En la técnica del interrogatorio existen dos tipos de preguntas: las preguntas preliminares (se enfocan en la identificación y justificación de las

actividades) y las preguntas de fondo (prolongan y detallan las preguntas preliminares) (Cruelles, 2013, p. 222).

Técnicas de análisis a detalle por proceso

- *Listas de comprobación*, permiten analizar los factores que afectan a las operaciones en estudio.
- *Benchmarking*, permite comparar las prácticas, servicios o procesos con otros mercados que han alcanzado altos niveles.
- *Análisis de operación*, pretende mejorar la eficiencia y eficacia del proceso, a través de la identificación de las causas que agregan y no agregan valor a la operación (Escalante y González, 2016, p. 110).

El Anexo II muestra los documentos utilizados para cada etapa de estudio

Diseño del método perfeccionado

A través de la combinación de la creatividad y el razonamiento lógico, en ésta etapa se aplican diversas estrategias como: la Innovación, la Ergonomía, la Antropometría, los principios del Diseño de Trabajo y enfoques ecológicos, con el fin de diseñar métodos, puestos de trabajo y adaptar el trabajo al obrero. (Escalante y González, 2016, p. 284).

Para el diseño de un método perfeccionado es necesario conocer las respuestas obtenidas del análisis, en éste análisis se muestran las deficiencias o mejor dicho los aspectos a mejorarse en el proceso de estudio. Una deficiencia bien identificada pasa a convertirse en una mejora disponible y por ende hay que materializarla (Münch, 2007, p. 163).

Además, para obtener una eficiencia en el diseño del método perfeccionado se debe tomar en cuenta las siguientes acciones:

Eliminar: Cuando en el análisis no se respondieron de manera razonable las preguntas por qué y para qué, no se justifica la actividad y ésta debe eliminarse.

Cambiar: Las respuestas de las preguntas cuándo, dónde y quién pueden indicar la necesidad de cambio en cuanto al tiempo, lugar y persona que realiza la actividad, es decir con el cambio se pretende encontrar un lugar más apropiado, un orden más conveniente o unos trabajadores más capacitados.

Cambiar y reorganizar: Si aparece la necesidad de realizar algunos cambios para ejecutar de mejor manera el trabajo, será necesario modificar algunos detalles y reorganizarlos para obtener un resultado más favorable (Palacios, 2009, p. 45).

Simplificar: Los detalles que no se eliminaron, pueden ser realizados de una forma más fácil o rápida. La respuesta a la interrogante ¿Cómo se ejecuta la actividad?, permitirá simplificar la forma de ejecución (García, 2005, p. 38).

Adiestramiento a los operarios con el nuevo método de trabajo: Antes de implementar la mejora, es importante tener la seguridad de que el método es práctico y aplicable de acuerdo a las condiciones del trabajo que se realiza. Asimismo, la propuesta de mejora debe incluir aspectos económicos y de seguridad, así como también, la calidad y cantidad de producto elaborado. Si se considera que la propuesta es buena, es necesario saber si afectará a otros departamentos o trabajadores (García, 2005, p. 39).

La cooperación y entendimiento del personal, disminuirá notablemente las dificultades de implantación y se asegurará el éxito del proyecto a emprender, por eso es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Informar correctamente al personal antes de implantar los cambios que podrían afectarlo.
- Tratar al personal con respeto y dignidad que merece un ser humano.
- Alentar a que todos puedan aportar con sugerencias.

- Reconocer la participación de quien lo merezca.
- No adueñarse de ideas ajenas.
- Explicar el porqué de las sugerencias rechazadas.
- Hacer sentir al personal que son parte de la solución para mejorar las condiciones de la empresa (García, 2005, p. 39).

Implantación del nuevo método: Al implantar el nuevo método, se debe estar consciente de que la productividad y el desempeño pueden disminuir, sin embargo, con la práctica y el mejoramiento de la destreza, el operario con el tiempo mejorará su productividad (Baca et al., 2011, p. 213).

Esta fase quizá sea la más difícil, ya que se necesita del respaldo de la dirección y de los trabajadores, en ésta etapa, el analista debe mostrar sus cualidades personales e indicar que la idea de mejora traerá beneficios a la organización (García, 2005, p. 131).

La implantación del nuevo método puede dividirse en cinco etapas:

- Vender las propias ideas relacionadas con la mejora del estudio, además de incluir las sugerencias y aportaciones que realicen las autoridades y los trabajadores, a fin de que lo consideren también como obra suya.
- Preparar un informe que contenga: el diagrama propuesto, costos, economías esperadas, aumento de producción, reducción de desperdicios, necesidades de la inversión, acción ejecutiva necesaria para implementar el nuevo método y calendario de la implementación.
- Examinar el informe junto con el supervisor o la dirección a cargo.
- Obtener la aprobación de los cambios por parte del personal y la dirección.
- Preparar por escrito las normas para la ejecución (García, 2005, p. 131).

1.3 MEDICIÓN DEL TRABAJO

1.3.1 DEFINICIÓN

La medición del trabajo es un método investigativo, que consiste en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo de una actividad, operación o proceso definido, desarrollado por un trabajador o por una máquina. Mediante el método de estudio establecido se registran los tiempos de la actividad a partir de un número limitado de observaciones, posteriormente estas son analizadas con el fin de averiguar el tiempo requerido para realizar las tareas, basado en normas y el método establecido (Meyers, 2000, p. 117).

La medición del trabajo, se basa en el estudio de técnicas para establecer con exactitud cuánto tiempo debe emplear un operario capacitado en llevar a cabo un proceso de trabajo (Rodríguez, 2007, p. 139).

Objetivo de la medición del trabajo: La medición del trabajo busca eliminar o reducir el tiempo improductivo que no proporciona ningún valor agregado a la operación.

Según García (2005), establece dos objetivos que pueden satisfacerse a través de la medición:

- Incrementar la eficiencia del trabajo.
- Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa, como el de costos de programación de la producción, supervisión, etc (p. 178).

1.3.2 ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO

El estudio de tiempos es una técnica de medición de trabajo utilizada para determinar el tiempo estándar de la operación mediante el uso de instrumentos de medición

como cronómetro, además, mediante el registro y análisis de los tiempos, permite observar el trabajo del operario calificado ante una determinada operación en condiciones determinadas (Neira, 2006, p. 53).

El estudio de tiempos debe ser de manera sistemática del producto y del proceso, a fin de proporcionar datos reales de la producción y descartar ineficiencias (Abraham, 2008, p. 122).

Para realizar el estudio de tiempos mediante el uso de cronómetro, es necesario cumplir con dos fases: la fase de acercamiento y la fase operativa.

Fase de acercamiento: La fase de acercamiento es la fase de preparación para llevar a cabo la medición de tiempos e incluye:

- Selección de la actividad a estudiar.
- Selección del operador.
- Registro de la información de la operación seleccionada.
- Análisis de la información registrada.
- Dividir la operación en elementos.
- Equipo para el estudio de tiempos.

Selección de la actividad a estudiar: Al igual que en el estudio de métodos, para realizar la medición del trabajo es necesario seleccionar la operación que se va a medir; pudiéndose elegir los siguientes criterios para la medición:

- Novedad de la tarea.
- Cambio de equipo, material o método.
- Quejas de los trabajadores debido al tiempo de la tarea.
- Demoras ocasionadas por una operación lenta.
- Implantar un sistema de incentivos previo a un estudio de métodos.
- Exagerados tiempos muertos o bajo rendimiento de la maquinaria.

- Preparación para un estudio de métodos.
- Costos excesivos de alguna tarea (Escalante y González, 2016, p. 449).

Selección del operador: Posterior a la selección de la actividad, se realiza la selección del operador calificado. El trabajador calificado es aquella persona con las aptitudes físicas necesarias para ejecutar las tareas, debe estar familiarizado con los procedimientos de estudio de tiempos, deberá ser bien entrenado, tener gusto por el trabajo que realiza e interés en hacerlo muy bien (Meyers y Stephens, 2006, p. 51).

Al seleccionar al operador calificado pueden presentarse dos situaciones:

- Cuando existen varios trabajadores que realizan una misma tarea, se debe elegir al trabajador promedio.
- Cuando existe solo un trabajador que realiza una tarea, se debe establecer con cuidado el ritmo de su trabajo.

Registro de la información de la operación seleccionada: Para el registro de la información es importante incluir:

- Nombre y dirección de la empresa.
- Nombre del analista y del operario cronometrado.
- Fecha de la toma de datos y procesado.
- Detalles del producto: diseño, número, título.
- Descripción del material.
- Croquis, del puesto de trabajo que se vaya a cronometrar, además de la maquinaria y herramientas que se usen (Cruelles, 2013, p. 504).

Análisis de la información registrada: El análisis de la información debe verificar que el método usado es bueno. En esta etapa se debe establecer un documento escrito del método de trabajo de las tareas que se realizan en la organización, en el cual se debe especificar la maquinaria que se usa, la materia prima y requisitos de calidad (García, 2005, p. 187).

Dividir la operación en elementos: Para facilitar la medición de tiempos, se divide la operación en grupos de micromovimientos o Therbligs conocidos como elementos. Los elementos pueden ser:

- Repetitivos o regulares: Aparecen en cada ciclo de trabajo.
- Casuales o extraños: No aparecen en cada ciclo de trabajo, son identificados durante la etapa del cronometraje y posteriormente se analiza si pueden o no formar parte del trabajo.
- Constantes: El tiempo de ejecución de estos elementos es siempre el mismo.
- Variables: El tiempo de ejecución de estos elementos cambia de acuerdo a las características del producto, proceso o equipo.
- Manuales: Son los elementos realizados por las personas.
- Mecánicos: Elementos realizados por las máquinas.
- Dominantes: Elementos que duran más tiempos que otros elementos efectuados simultáneamente (Escalante y González, 2016, p. 453).

A fin de dividir la operación en sus elementos, es necesario que el analista observe al operario durante varios ciclos. A la vez es importante identificar claramente el inicio y el final de los elementos, para evitar errores a la hora de toma de tiempos (Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940, p. 207).

Para identificar las operaciones inicial y final se debe tomar en cuenta el sentido auditivo y visual, es decir, cada elemento debe registrarse en orden e incluir una división básica del trabajo que termine con un sonido o movimiento distintivo (Escalante y González, 2016, p. 453).

Los principales criterios para la división de la operación en sus elementos son:

- Asegurarse de que todos los elementos que se efectúan son necesarios.
- Las operaciones realizadas por la máquina y el operario deben ser diferenciadas entre sí.

- No combinar los tiempos variables y constantes.
- Los elementos de inicio y fin deben ser fácilmente identificados, ya sea por algún sonido o movimiento característico.
- Seleccionar los elementos a fin de que puedan ser fácilmente cronometrados.
- El final de un elemento es, automáticamente, el inicio de otro elemento, y a este punto terminal se le llama “corte”.
- El punto terminal o “corte” debe ser de fácil reconocimiento para el observador.
- Los elementos deben ser lo más breves posibles, para que sean fácilmente cronometrados (Escalante y González, 2016, p. 453).

Equipo para el estudio de tiempos: Las herramientas que el analista debe usar para el estudio de tiempos son:

- Cronómetro.
- Cámaras de videograbación.
- Tablero de estudio de tiempos.
- Documentos para el estudio de tiempos.

Cronómetro

Existen dos tipos de cronómetros que se usan para tomar los tiempos: el cronómetro tradicional o mecánico y el cronómetro electrónico el cual es mucho más práctico. El cronómetro tradicional presenta una manecilla larga que tarda un minuto en dar una revolución completa; por otro lado, el cronómetro electrónico brinda una resolución de 0,001 s y una exactitud de $\pm 0,002$; además este tipo de cronómetro permite la toma de tiempos individuales distintos, aun cuando el tiempo total continúe con su medición (Niebel y Freivalds, 2009, p. 330).

Cámaras de videograbación

Las cámaras de videograbación son ideales para grabar el método del trabajador y el tiempo transcurrido al realizar sus actividades. La ventaja de utilizar la cámara de videograbación, es que permite analizar las operaciones cuadro por cuadro y facilita

la toma de tiempos normales. A la vez se pueden establecer estándares al reproducir la película a la misma velocidad de la grabación y posteriormente calificar el desempeño del trabajador (Niebel y Freivalds, 2009, p. 330).

Tablero de estudio de tiempos

El tablero para el estudio de tiempos es muy útil para la toma de tiempos ya que permite apoyar el cronómetro y los formularios para el estudio de tiempos. El tablero debe ser ligero para evitar que el brazo se canse, el tablero debe ser firme para proporcionar el apoyo necesario en la toma de tiempos. Además, las dimensiones del tablero deben ser más grandes que el de los formularios a utilizarse (Niebel y Freivalds, 2009, p. 330).

Documentos para el estudio de tiempos

Los formularios permiten registrar toda la información referente al estudio de tiempos. El diseño de los formatos para apuntar toda la información debe ser claro para que el analista anote fácilmente las lecturas del cronómetro, los elementos extraños, el desempeño del operario, los factores que influyen en los suplementos y un espacio para calcular el tiempo asignado (Escalante y González, 2016, p. 454).

La Tabla AI.1 muestra un resumen de los documentos requeridos para el estudio de tiempos.

Fase operativa

En ésta fase se realiza la medición de tiempos de la actividad en estudio. Para la toma de tiempos el analista debe colocarse a unos cuantos pasos por detrás del operario, con el fin de no distraerlo ni interrumpir su trabajo. Además, durante ésta etapa el analista debe permanecer de pie mientras se realiza el estudio y se debe evitar cualquier conversación con el operario para no perturbar la rutina de trabajo de ambos (Escalante y González, 2016, p. 455).

La fase operativa incluye los siguientes procedimientos:

- Medición preliminar de tiempos y cálculo de número de ciclos a cronometrar.

- Medición de tiempos de la actividad en estudio paralelamente con la calificación de la actuación del operario.
- Asignación de suplementos.
- Determinar el tiempo estándar.

Medición preliminar de tiempos y cálculo de número de ciclos a cronometrar

Cronometraje: En la etapa de cronometraje o toma de tiempos se mide cada uno de los elementos en los que fue dividida la actividad, para esto se utiliza como herramienta el cronómetro, que puede ser leído de dos maneras:

- Lectura continua o cronometraje acumulativo.

El cronómetro está en funcionamiento durante todo el estudio de modo continuo. Este tipo de medición es recomendable porque no se deja ningún tiempo fuera del estudio (Escalante y González, 2016, p. 456).

- Lectura de vuelta a cero o cronometraje de regreso a cero.

El cronómetro registra los tiempos de cada elemento y se regresa a cero para tomar la medición del siguiente elemento (Escalante y González, 2016, p. 456).

Cálculo del número de ciclos a cronometrar

Con el objetivo de tener datos confiables acerca del cronometraje de los tiempos, es importante calcular el número de ciclos de la actividad en estudio. Este número depende del margen de error y del nivel de confianza que se quiera obtener. El cálculo del número de ciclos puede realizarse de dos maneras: mediante el uso de tablas y mediante el cálculo por medio de ecuaciones.

- **Mediante el uso de tablas**

Para determinar el número de ciclos puede hacerse mediante las siguientes tablas: en las cuales se fija el número de ciclos con base en la duración del ciclo, y en función al volumen de la producción, como se muestra en el Anexo III.

- **Mediante ecuaciones**

Existe la posibilidad de obtener el número de ciclos de manera más exacta, a través del uso de métodos estadísticos. Para efectuar el cálculo se realiza un cronometraje del tiempo observado medio (TOM), desviación estándar y se toma el elemento con mayor coeficiente de variación, para, posteriormente aplicar la Ecuación 1.4. Esta ecuación se utiliza para muestras pequeñas menores a 30 ($N < 30$), con base en la distribución T Student (Escalante y González, 2016, p. 460).

$$N = \left[\frac{st}{kx} \right]^2 \quad [1.4]$$

Donde:

N= Tamaño de la muestra que se desea cronometrar.

s = Desviación estándar de la muestra.

t = Valor t con base en la distribución T Student, se obtiene de tablas y depende de la muestra inicial y del nivel de confianza que se requiera.

k = Margen de error.

x = Tiempo observado medio del elemento seleccionado.

Para muestras grandes mayores a 30 ($N > 30$), se utiliza la Ecuación 1.5, con base en la distribución normal.

$$N = \left[\frac{\sqrt{z^2(N' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2)}}{k \Sigma x} \right]^2 \quad [1.5]$$

Donde:

N= Tamaño de la muestra que se desea cronometrar.

z = Valor que depende del nivel de confianza para la distribución normal.

N'= Número de observaciones del estudio preliminar.

x = Observaciones del estudio preliminar (Escalante y González, 2016, p. 460).

Medición de tiempos de la actividad en estudio paralelamente con la calificación de la actuación del operario

Para medir los tiempos de la actividad en estudio se debe evaluar el ritmo de trabajo del operario en comparación con el concepto de operario normal (Escalante y González, 2016, p. 463).

La Ecuación 1.6 muestra la evaluación del tiempo normal del operario, la cual, resulta de multiplicar el tiempo observado medio (TOM) y el porcentaje de valoración del operario (Escalante y González, 2016, p. 464).

$$TN = TOM (FV) \quad [1.6]$$

Donde:

TN= Tiempo normal.

TOM= Tiempo observado medio.

FV= Factor de valoración.

Tiempo Observado

El tiempo observado o también denominado TO por sus siglas, se obtiene del promedio de las observaciones de las operaciones a estudiar, como lo muestra la Ecuación 1.7.

$$TO = \frac{\sum TO}{NO} \quad [1.7]$$

Donde:

TO= Tiempo observado.

\sum TO= Sumatoria de tiempos observados.

NO= Número de observaciones.

Manejo de dificultades en las mediciones de tiempos

Durante el estudio de tiempos, el trabajador puede mostrar retrasos inevitables, como el desarreglo de alguna herramienta o las interrupciones por otro operario o por el supervisor. También puede presentarse un cambio en el orden de trabajo como: descansar por un tiempo o ir a tomar agua. A todas estas interrupciones mencionadas anteriormente, se las denomina elementos extraños, y pueden variar de alguna manera la toma de tiempos (Niebel y Freivalds, 2009, p. 338).

Factor de valoración o valoración del ritmo de trabajo

Uno de los sistemas más usados para la valoración del operario y que inicialmente fue llamado de nivelación, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. En éste método se consideran cuatro aspectos, los cuales son: habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia del operario.

Habilidad

Niebel y Freivalds (2009), definen a la habilidad como “la destreza para seguir un método dado”, y posteriormente la relaciona con la experiencia que se demuestra entre la coordinación de la mente y de las manos. La habilidad del trabajador es el resultado de la experiencia y las aptitudes inherentes de ritmo y coordinación natural. La habilidad aumenta a medida que el operario va teniendo mayor familiaridad con el trabajo (p. 358). La Tabla 1.1 muestra los valores para calificar las habilidades.

Tabla 1. 1. Sistemas Westinghouse para calificar habilidades

+0,15	A1	Superior
+0,13	A2	Superior
+0,11	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena
+0,03	C2	Buena
0,00	D	Promedio
-0,05	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable
-0,16	F1	Mala
-0,22	F2	Mala

(Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940, p. 233)

Esfuerzo

Se define como la “demostración de voluntad para trabajar de manera eficaz” El esfuerzo es representativo de la velocidad con la que se aplica la habilidad, es generalmente controlada por el operador. La Tabla 1.2 muestra los valores para calificar el esfuerzo.

Tabla 1. 2. Sistemas Westinghouse para calificar el esfuerzo

+0,13	A1	Excesivo
+0,12	A2	Excesivo
+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,05	C1	Buena
+0,02	C2	Buena
0,00	D	Promedio
-0,04	E1	Aceptable
-0,08	E2	Aceptable
-0,12	F1	Malo
-0,17	F2	Malo

(Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940, p. 233)

Condiciones de trabajo

Son las condiciones que afectan al operario más no a la operación, dentro de las condiciones están: temperatura, ventilación, luz y ruido. La Tabla 1.3 muestra los valores para calificarlas condiciones de trabajo.

Tabla 1. 3. Sistemas Westinghouse para calificar las condiciones de trabajo

+0,06	A	Ideal
+0,04	B	Excelente
+0,02	C	Bueno
0,00	D	Promedio
-0,03	E	Aceptable
-0,07	F	Malo

(Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940, p. 233)

Consistencia del operario: Este factor evalúa los valores de tiempos elementales que se repiten, es decir si se realiza la medición 10 veces, el elemento estudiado, ¿es realizado de la misma manera o varía? Los valores de tiempos que se repiten en forma constante tendrán una consistencia perfecta. La Tabla 1.4 muestra los valores para calificar la consistencia del operario.

Tabla 1. 4. Sistemas Westinghouse para calificar la consistencia del operario

+0,04	A	Perfecta
+0,03	B	Excelente
+0,01	C	Buena
0,00	D	Promedio
-0,02	E	Aceptable
-0,04	F	Mala

(Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940, p. 233)

Asignación de suplementos: Los suplementos u holguras, son tiempos adicionales que se suman al tiempo estándar para compensar interrupciones o pérdidas de producción, debido a pausas realizadas por el operario (recuperación por fatiga o necesidad personal). Las holguras o suplementos pueden ser: Constantes, Variables o Especiales (García y Puente, 2006, p. 250; Niebel y Freivalds, 2009, p. 367).

La Figura 1.2 muestra la clasificación de los tipos de holgura.

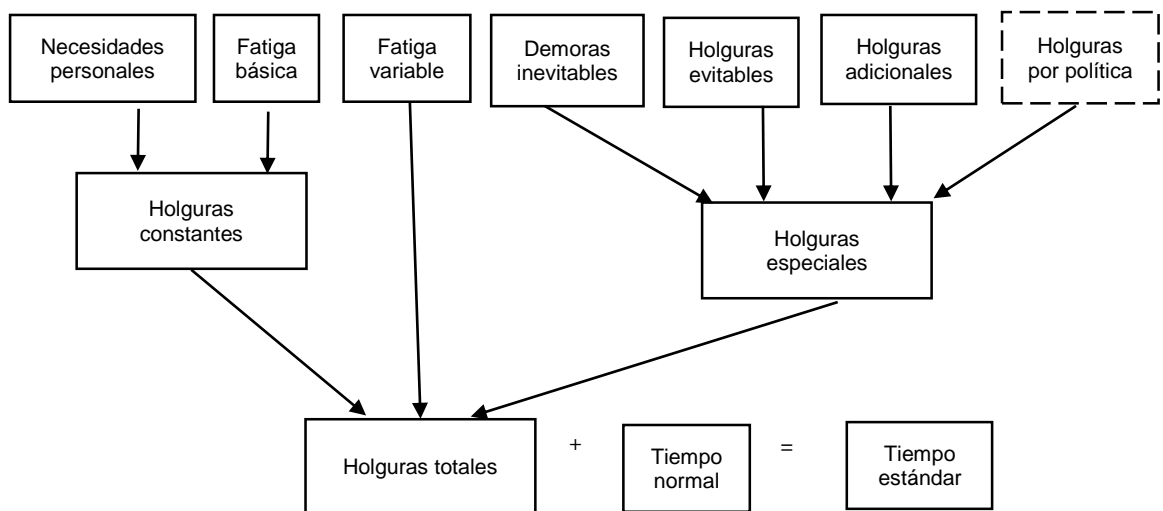


Figura 1. 2. Tipos de holguras
(Niebel y Freivalds, 2009, p. 367)

Constantes

Se denominan constantes ya que se hallan presentes en todo tipo de trabajo y son:

- Suplementos personales: Tiempo adicional para permitir que el operario atienda sus necesidades básicas como ir al baño o tomar agua.
- Suplementos por fatiga: Tiempo adicional para compensar el cansancio del operador atribuido a la fatiga.

Variables

También llamados suplementos por fatiga variable. Son los tiempos adicionales otorgados al operario por la fatiga acelerada causada por condiciones más rigurosas

en el desempeño del trabajo, por ejemplo, realizar un trabajo en posiciones corporales incómodas o estar cerca de hornos de fundición.

Especiales

Dentro de éste tipo de holgura se encuentran:

- Suplementos inevitables: Tiempos adicionales para compensar pérdidas de tiempo ajenas al control del operados, como: recibir instrucciones del supervisor.
- Suplementos evitables: O de importancia secundaria, son los tiempos adicionales por eventualidades que se encuentran fuera del control del operario.
- Suplementos adicionales: Tiempos adicionales para compensar actividades como, la limpieza de una máquina o del área de trabajo.
- Suplementos por política: Tiempos adicionales definidos por la empresa (Escalante y González, 2016, p. 474).

Para calcular los suplementos constantes y variables se suele utilizar la información mostrada en el Anexo IV.

Determinar el tiempo estándar: Quesada (2007) considera al tiempo estándar, como el tiempo necesario para realizar un producto en un área de trabajo, con un trabajador calificado, bien capacitado que labore a una velocidad o tiempo normal sobre una actividad específica (p.128).

La Figura 1.3 muestra la obtención del tiempo estándar.

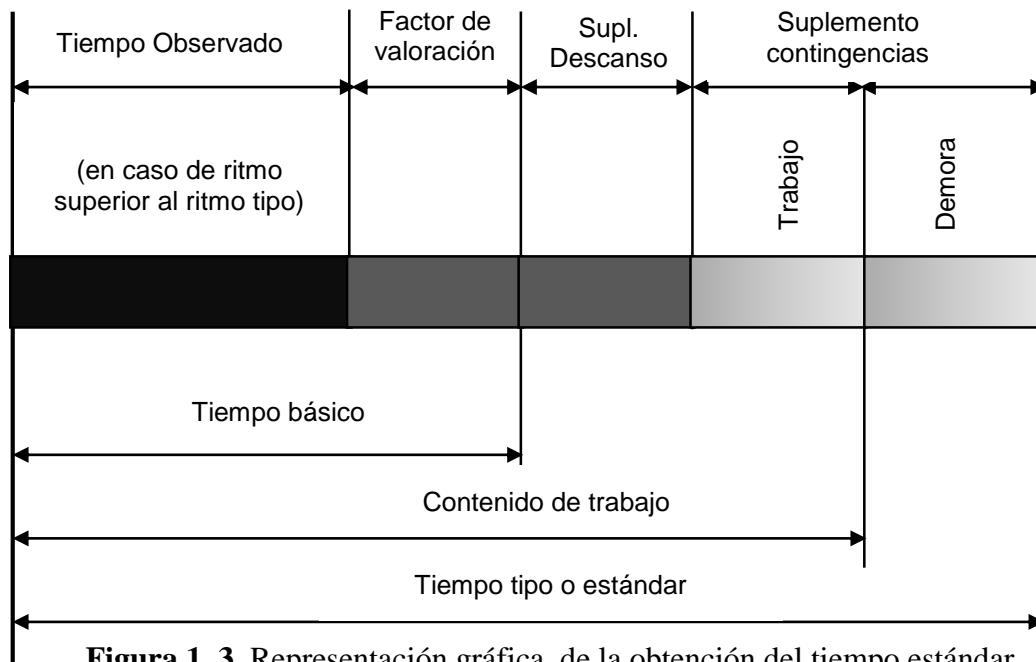


Figura 1. 3. Representación gráfica, de la obtención del tiempo estándar
(Kanawaty, 1996, p. 343)

El tiempo estándar se establece a partir de las Ecuaciones 1.6 y 1.7 señaladas anteriormente y la Ecuación 1.8 mostrada a continuación:

$$TE = TN (100\% + S) \quad [1.8]$$

Donde:

TE= Tiempo estándar.

TN= Tiempo normal.

S= Porcentaje de los suplementos.

2. METODOLOGÍA

2.1 DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO CHEDDAR EN LA EMPRESA MILMA

Para conocer la situación actual de la empresa se realizó un análisis preliminar a través de la observación de los registros de costos de producción del período Abril, Mayo y Junio del año 2017. Con los registros proporcionados, se realizó la selección del producto a estudiar, con base en el enfoque económico.

2.1.1 SELECCIÓN DEL TRABAJO A MEJORAR

Enfoque Económico: Para el cálculo del enfoque económico se determinó como periodo de estudio el segundo trimestre del año 2017. Se recopilaron registros con la información de costos de producción generados y de la cantidad de producción del periodo de estudio (Abril, Mayo y Junio del 2017) de los 10 productos lácteos elaborados por la empresa. Se elaboró una matriz con la información de los registros y mediante la multiplicación de la cantidad producida con el costo de producción se obtuvo el costo total de producción. Se transformó cada uno de los costos totales de producción en porcentaje, y se seleccionó el producto con mayor porcentaje como objeto de estudio.

Una vez obtenidos los resultados se graficaron en un diagrama de Pareto los costos de producción, con el fin de conocer cuales productos representan el 80%, y a la vez constituyen la mayor oportunidad de mejora.

2.1.2 REGISTRO DEL TRABAJO A MEJORAR

Para facilitar el registro de las tareas en los diagramas sucesión, diagramas con escala de tiempos y diagramas de movimientos, se subdividieron las tareas del producto seleccionado (queso Cheddar) en subprocesos, los cuales son:

- Subproceso de preparación de insumos.
- Subproceso de corte y agitación de la cuajada.
- Subproceso de corte y pesaje de los quesos.
- Subproceso de moldeo y prensado de los quesos.

Diagramas que representan flujo o movimiento

Inicialmente, la distribución de las áreas de la planta, fue registrada mediante un diagrama de recorrido, el mismo que a manera de síntesis explicó el recorrido realizado por el operador para la elaboración del queso Cheddar.

Diagramas que representan sucesión

Una vez descrito de manera general la distribución de la planta, se inició con un registro más detallado de las actividades, a través del uso de diagramas de proceso de flujo o cursogramas sinópticos. Con esta herramienta se diagramaron todas las operaciones de cada subproceso para la elaboración del queso Cheddar. Además, se apuntaron los tiempos en minutos de cada actividad.

Como complemento al diagrama de proceso de flujo, se diagramó un cursograma analítico para cada subproceso, en este diagrama se registraron las actividades realizadas por el operario, estas actividades fueron clasificadas como: operaciones, transportes, esperas, inspecciones, almacenamientos y las actividades combinadas (inspección en conjunto con operación). Además, se registró el número de operarios, la distancia recorrida en metros y el tiempo de cada actividad en unidades de horas, minutos y segundos. Al final se sumaron todos los tiempos y fueron transformados a minutos.

Para conocer el tiempo (en minutos) del proceso de elaboración del queso Cheddar previo a la aplicación del estudio de métodos se realizaron 5 observaciones iniciales, luego se calculó el número de ciclos a medir para saber si la muestra era representativa. Para el cálculo se utilizó la fórmula del número de observaciones, para muestras pequeñas menores a 30, con base en la distribución T Student.

La medición preliminar se hizo para tener un registro del tiempo de las actividades, debido a que no se contó con datos históricos al comenzar el estudio.

Diagramas con escalas de tiempo

Para explicar la relación entre el operador y la máquina prensadora de quesos, se empleó un diagrama hombre – máquina, con el cual se analizó el tiempo de ciclo, los tiempos improductivos y el porcentaje de utilización o tiempo productivo.

Adicionalmente, se tomaron fotografías de las áreas y actividades ejecutadas por el operario durante el estudio, como herramienta de apoyo para identificar la situación actual del proceso y proponer mejoras.

2.2 APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DEL INTERROGATORIO EN LAS OPERACIONES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESO CHEDDAR

Posterior al registro de los subprocesos, se llevó a cabo el examen crítico, a través de la aplicación de las técnicas de análisis generales y las técnicas de análisis por proceso. Dentro de las técnicas de análisis generales se aplicó la técnica del interrogatorio y para las técnicas de análisis por proceso se emplearon las listas de verificación.

Técnicas de análisis generales

Para elaborar el análisis mediante la técnica del interrogatorio, se formularon preguntas preliminares, con el fin de identificar y justificar cada una de las actividades. La técnica del interrogatorio permitió investigar el propósito, persona, lugar, sucesión y medios utilizados en la actividad de estudio. La Tabla 2.1 muestra el formato de las preguntas preliminares aplicadas en el presente estudio.

Tabla 2. 1. Preguntas usadas para el análisis de las actividades mediante la técnica del interrogatorio

	Persona	Propósito	Lugar	Sucesión	Medios	Justificación
Preguntas preliminares	¿Quién?	¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?

Técnicas de análisis a detalle por proceso

Una vez formuladas las preguntas preliminares, se realizaron preguntas de fondo, mediante el uso de listas de verificación en cada área de estudio, con el objetivo de generar nuevas alternativas y propuestas de solución. La Tabla 2.2, muestra un ejemplo de las preguntas de fondo a través de las listas de verificación.

Tabla 2. 2. Ejemplo de la lista de verificación de relativa a la manipulación de materias primas

LISTA DE VERIFICACIÓN RELATIVA A LA MANIPULACIÓN DE MATERIAS PRIMAS			
Tarea:	Proceso:		
	Subproceso:		
	Fecha:		
Pregunta	SI	NO	Comentarios
¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?			
¿Puede cambiarse de lugar el área de almacenamiento, para reducir la manipulación y el transporte?			
¿Se podría tener los materiales pesados con anterioridad?			
¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?			
¿Deberían utilizarse bandas transportadoras, elevadores para el transporte de los insumos?			

Las preguntas fueron aplicadas a los 5 operarios encargados de la producción del queso Cheddar y al gerente de producción. Luego, se procedió con la sistematización de las respuestas obtenidas, a fin de tener una idea clara de los problemas que afectan al proceso y generar alternativas de solución.

Después de haber obtenido los resultados del análisis crítico se identificaron las deficiencias del estudio o mejor conocidos como los aspectos a mejorarse.


2.3 MÉTODO CONTINUO EN EL CRONOMETRAJE DE LAS OPERACIONES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESO CHEDDAR

Para la medición de tiempos se utilizaron los diagramas de proceso de flujo como base, para la construcción de una matriz para la toma de tiempos, además la identificación de los hitos de inicio y fin se facilitó, debido a que la división de las operaciones en elementos fue realizada durante el registro de las actividades, lo que permitió el ahorro de tiempo para esta tarea.

Durante la toma de tiempos se identificaron elementos: repetitivos, extraños, constantes, variables, manuales, mecánicos y dominantes. Cabe mencionar que la mayoría de las actividades registradas fueron manuales.

Para la toma de tiempos se tomó como período de estudio el segundo trimestre de año 2017 (Abril, Mayo y Junio), y se utilizaron los siguientes materiales: tablero, cronómetro, cámara filmadora, hoja de muestra preliminar y hoja de resumen del estudio. La Tabla 2.3 muestra el formato utilizado para la toma de tiempos de las observaciones preliminares.

Tabla 2. 3. Hoja de toma de tiempos para las observaciones preliminares

	Nombre del producto:		Fecha:			
	Tipo de Cronometraje		Página:			
	Acumulativo	Vuelta a cero	Elaborado por:			
N°	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES PRELIMINARES				
		1	2	3	4	5
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
	TOTAL					

Selección del operador

Junto con el gerente de producción se seleccionó a los operarios calificados, para que realicen el proceso de elaboración del queso Cheddar y a partir de su ritmo de trabajo tomar los tiempos de cada actividad. Se eligieron a los 4 operarios que tenían más experiencia y conocimientos del proceso, para proporcionar un estudio satisfactorio y evitar posibles sesgos en los resultados. Se escogieron 4 trabajadores debido a que en el proceso se presentan actividades que requieren más de una persona. Luego los operarios seleccionados fueron capacitados en el método de estudio.

Cálculo del número de ciclos a cronometrar

Para la toma de tiempos se utilizó el cronometraje continuo ya que muestra un registro de todas las operaciones y no se dejan tiempos fuera del estudio. Durante la toma de tiempos se registró la hora inicial y final.

Al tratarse de un cronometraje continuo, una vez tomadas las lecturas se realizaron las restas para determinar los tiempos transcurridos entre cada elemento.

Para el cálculo de los ciclos a cronometrar, se utilizó el método estadístico a través del uso de la ecuación para muestras pequeñas menores a 30 ($N < 30$), con base en la distribución T Student.

Para efectuar el cálculo del número de ciclos se realizó un cronometraje inicial de 5 ciclos, y de cada actividad que conformaba el estudio se calculó el tiempo observado medio (TOM), la desviación estándar y se tomó el elemento con el mayor coeficiente de variación. Después, para el cálculo del número de observaciones se aplicó la ecuación para muestras menores a 30 observaciones, con un nivel de confianza del 90% y un margen de error del $\pm 10\%$; de la tabla de distribución T Student, considerando 5-1 grados de libertad.

Para la toma de tiempos se tomaron en cuenta los siguientes principios:

- Diferenciar las operaciones realizadas por la máquina y el operario.
- Determinar los puntos de quiebre como: un sonido o un movimiento, que permita distinguir la división entre tareas y tomar lecturas de cronómetro de un ciclo a otro.
- No combinar tiempos constantes con tiempos variables.
- El final de una actividad debe ser el inicio de otra.

El formato utilizado para la toma de tiempos fue: hora, minutos y segundos, los mismos que fueron transformados a una sola unidad de tiempo (minutos), para facilitar los cálculos posteriores.

Después de que se obtuvieron los datos de los ciclos a cronometrar, estos fueron acoplados a los datos de las mediciones preliminares para el cálculo del tiempo estándar.

2.4 ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

Para llevar a cabo el establecimiento del plan de mejora y con base en el análisis de la técnica del interrogatorio, se realizó una redistribución del área de insumos, se adecuó un solo lugar para las herramientas (palas de agitación de la cuajada), para reducir la distancia y tiempos.

Para incrementar el porcentaje de utilización de la prensadora se sugirió realizar los ajustes y alineación de los quesos antes de iniciar el prensado y evitar parar la máquina durante el prensado como se hacía al inicio del estudio.

Se reorganizaron las actividades y se determinó que el proceso podía ejecutarse con 4 operarios, los mismos que fueron adiestrados con base en los cambios sugeridos (el nuevo método) y los resultados de tiempo y producción fueron registrados durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre del año 2017.

La información de los nuevos tiempos y distancias recorridas, fue utilizada para volver a construir diagramas de sucesión, de tiempo y de movimiento. Los nuevos datos fueron contrastados con los obtenidos antes de la aplicación del estudio de métodos, y se evaluó la productividad generada.

2.5 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DE LAS OPERACIONES

El tiempo estándar se obtuvo inicialmente con el cálculo del tiempo normal.

Tiempo Normal: El tiempo normal resultó de la multiplicación del tiempo observado por el factor de valoración del operario, este factor se obtuvo de los sistemas Westinghouse.

Tiempo Observado: Con el cálculo de los tiempos de ciclo preliminares y posteriores, se determinó el tiempo observado, a través de la división de las sumatorias de los tiempos de ciclo (en minutos) entre el número de observaciones realizadas.

Factor de valoración del ritmo de trabajo: La valoración del ritmo de trabajo del operario, se obtuvo a partir de los Sistemas Westinghouse, y se consideraron los aspectos como: habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia del operario. Los factores de valoración, fueron aplicados a los 4 operarios, encargados del procesamiento del queso Cheddar.

Asignación de suplementos: Los suplementos asignados para compensar las pausas realizadas por el operario, fueron:

- Holgura personal.
- Holgura por fatiga.
- Holgura por estar parado.
- Holgura por posición anormal.
- Holgura por uso de fuerza o energía muscular.
- Holgura por condiciones atmosféricas.
- Holgura por concentración intensa.
- Holgura por monotonía.
- Holgura por tedio.

Las holguras o suplementos fueron aplicadas a cada una de las actividades realizadas por el operador, no se aplicó un solo factor de suplemento a todas las actividades, debido a que algunas se diferenciaban entre sí.

Tiempo Estándar: El tiempo estándar se calculó a partir de la multiplicación del tiempo normal con el valor de los suplementos para cada actividad.

2.6 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESO CHEDDAR

Para la evaluación de la productividad en la línea de producción de queso Cheddar, primero se calcularon los costos unitarios de producción del segundo y tercer trimestre del año 2017. Después se calculó la productividad multifactorial, en la cual se dividió la cantidad de productos obtenidos entre los recursos utilizados. Los productos en el estudio fueron representados por la cantidad de quesos Cheddar producidos multiplicado por el precio de venta; por otra parte, el recurso utilizado, se representó por el costo de mano de obra más el costo de materiales e insumos y más el costo indirecto de fabricación.

Al final se comparó la productividad obtenida en el segundo trimestre con la productividad del tercer trimestre del año 2017 obtenida después de la aplicación del estudio de métodos.

3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO CHEDDAR EN LA EMPRESA MILMA

3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA MILMA

La empresa MILMALAC S.A se encuentra ubicada en la Panamericana Norte Km 168, Sector El Capulí, Carchi – Ecuador. Milma es una empresa fundada en el año 2014 y está enfocada en la producción de derivados lácteos.

Su nicho de mercado está dirigido a la clase media alta, por lo que sus principales clientes son las grandes cadenas hoteleras y corporaciones expendedoras de alimentos de Ecuador como; Hotel Dan Carlton y El Arbolito delicatessen, entre otros. Los productos elaborados por Milma son distribuidos en las ciudades de: Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato e Ibarra.

Milma inició su producción diaria con 1 500 L de leche y en la actualidad la empresa procesa alrededor de 5 000 L diarios; lo que le ha permitido aumentar su producción y diversificarla en algunos casos.

La línea de producción de derivados lácteos de la empresa genera 10 productos entre los que se encuentran quesos semimaduros, dulce de leche y crema de leche, tal y como se muestran en la Tabla 3.1.

Tabla 3. 1. Productos elaborados por la empresa MILMALAC S.A.

N°	Familia de Productos Lácteos
Quesos Semimaduros	
1	Queso Cheddar
2	Queso Fresco
3	Queso Gouda
4	Queso Americano
5	Queso Holandés
6	Queso Mozzarella
7	Queso Pizza
8	Queso Provolone
Otros derivados lácteos	
9	Dulce de Leche
10	Crema de leche

(Milma, 2017b)

Para la elaboración de los productos, Milma cuenta con 11 trabajadores directos, de los cuales, 5 de ellos realizan el procesamiento del queso Cheddar.

Los operarios trabajan en turno de 8 h diarias, de lunes a sábado en un horario 7:30 am a 16:30 pm, además, el tiempo de almuerzo es de 1 h, en esta hora los empleados se turnan para no parar la producción. El queso Cheddar es elaborado los días lunes, miércoles, jueves, viernes y sábado, los días martes no se procesa queso Cheddar debido a que ese los empleados ayudan en el área de despacho del producto. Además, los operarios reciben un salario mensual de 375 USD.

La producción de la empresa se realiza por lotes o paradas, además, la organización presenta un enfoque por proceso, debido a que tiene una alta variedad de productos y un bajo volumen. La mayor parte de sus procesos son realizados manualmente.

3.1.2 SELECCIÓN DEL TRABAJO A MEJORAR

Para la selección del trabajo a estudiar, se consideró el aspecto económico.

La Tabla 3.2, muestra los costos generados, por producto, durante el segundo trimestre del año 2017.

Tabla 3. 2. Costos generados por producto lácteo, durante el segundo trimestre del 2017

	PRODUCCIÓN MILMA				Fecha: 01/07/2017		
	Período: Abril-Mayo-Junio 2017				Elaborado por: Vanessa Cadena		
Producto Lácteo	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Unidades	Costo de producción	Porcentaje del total	Producto seleccionado
Cheddar	6697,50	kg	6,34	USD	42462,15	24%	*
Holandés	7537,50	kg	5,34	USD	40250,25	23%	
Pizza	6312,50	kg	5,93	USD	37433,13	21%	
Mozarella	3935,00	kg	4,42	USD	17392,70	10%	
Fresco	2785,50	kg	5,00	USD	13927,50	8%	
Americano	1532,50	kg	4,90	USD	7509,25	4%	
Crema	13166,00	L	0,65	USD	8557,90	5%	
Dulce de leche	282,60	kg	11,88	USD	3357,29	2%	
Probolone	875,00	kg	6,26	USD	5477,50	3%	
Gouda	15,75	kg	21,11	USD	332,48	0%	
TOTAL					176700,15		

(Milma, 2017a)

El análisis de costos indicó que, el producto que generó mayores costos durante el segundo trimestre del año 2017, fue el queso Cheddar con un 24%. Además, se graficó un diagrama de Pareto con los costos de producción del segundo trimestre del año 2017, a fin de conocer cuales productos generan el 80% de los costos. El Anexo V, muestra los costos a detalle de cada producto lácteo del periodo Enero-Junio 2017

La Figura 3.1 muestra en el eje vertical o eje y los costos de producción en USD, por otra parte, el eje horizontal o eje x muestra los productos lácteos elaborados por la empresa.

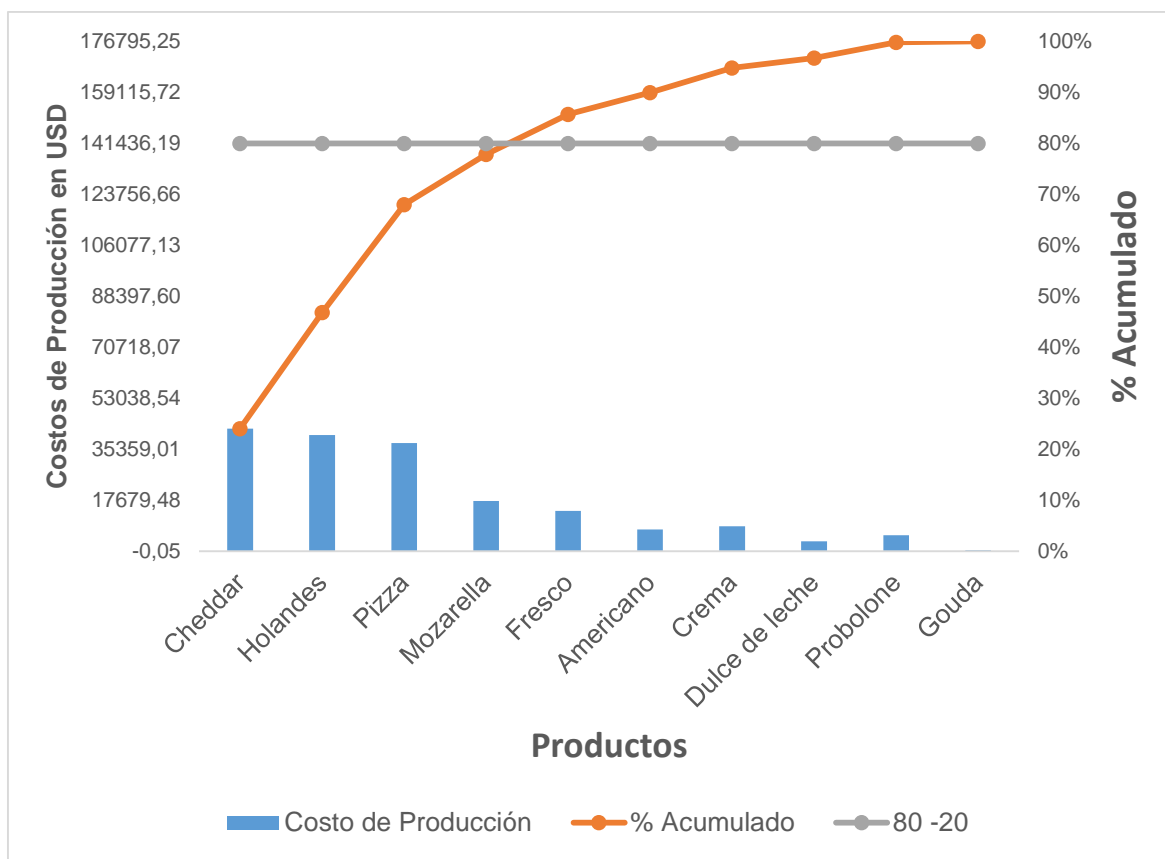


Figura 3. 1. Gráfico de Pareto de los costos de producción de la empresa Milma durante el período Abril – Mayo - Junio del 2017

El diagrama de Pareto, presentado en la Figura 3.1, indicó que, los productos que generan el 80% de los costos de producción en la empresa fueron: queso Cheddar, queso Holandés, queso Pizza y en menor medida el queso Mozzarella.

3.1.3 REGISTRO DEL TRABAJO A MEJORAR

La recolección de la información sobre el procesamiento del queso Cheddar se realizó por observación directa, no se contó con información escrita acerca de los procesos de elaboración, sin embargo, con apoyo del gerente de producción y los operarios, se elaboraron diagramas de sucesión, movimiento y tiempo.

Para facilitar el estudio de la línea de producción de queso Cheddar, se dividió en los subprocesos presentados a continuación:

- Subproceso de preparación de insumos.
- Subproceso de corte y agitación de la cuajada.
- Subproceso de corte y pesaje de los quesos.
- Subproceso de moldeo y prensado de los quesos.

Los diagramas de recorrido de cada subproceso se muestran en el Anexo VI.

La distribución de la planta y las actividades ejecutadas por el operario en las diversas áreas de trabajo, fueron registradas en un diagrama de recorrido, como lo muestra la Figura 3.2.

El diagrama de recorrido expone las siguientes actividades: 1. Amarre de la manguera para llenar marmita, 2. Recorrido hacia la oficina vacía para toma de bolsas plásticas utilizadas para llenar los insumos, 3. Regresar al área de procesamiento, tomar la balanza e ir al área de insumos en el segundo piso, 4. Agregar los insumos pesados en la leche, 5. Agitar la mezcla con los diversos tipos de pala, 6. Desuerar la mezcla, pre-prensar y pesar los quesos, 7. Prensar los quesos, y 8. Almacenar los quesos prensados.

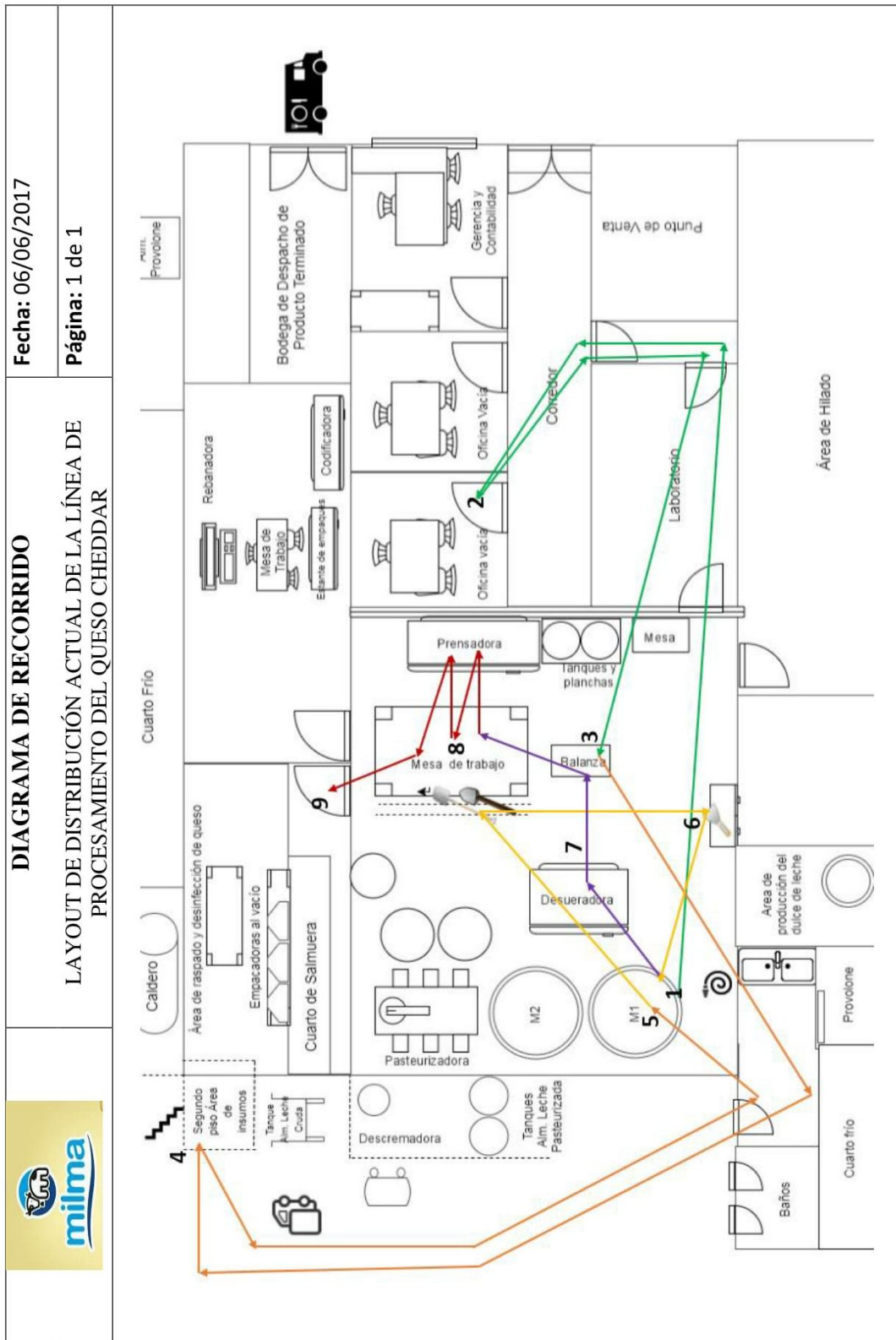


Figura 3. 2. Diagrama de recorrido – Distribución actual de la línea de procesamiento del queso Cheddar

Descripción del subproceso de preparación de insumos

La primera actividad que realiza el operario en el área de producción es colocar la manguera en la marmita para el llenado de leche pasteurizada. A fin de evitar que la manguera se resbale, el trabajador la amarra con una tela.

Mientras el operario espera que la marmita de 1 500 L se llene, se dirige a la oficina vacía 1, y toma una bolsa plástica, camina hacia al área de producción donde toma la balanza y se dirige al área de los insumos que se encuentra en el segundo piso; aquí el operador pesa los insumos que va a utilizar para una parada de queso Cheddar. Al finalizar esta actividad, el operario regresa al área de producción.

El operario retira la manguera de llenado y revisa que la leche cumpla con ciertos estándares como: el porcentaje de grasa (2,9% – 3,2%), y que la temperatura se encuentre entre 32 - 33°C, posteriormente, se agrega el cultivo, los insumos, el cuajo y se deja en reposo hasta que alcance la consistencia de cuajo.

La Figura 3.3 muestra las actividades realizadas en éste subproceso y las distancias recorridas en las actividades de transporte.

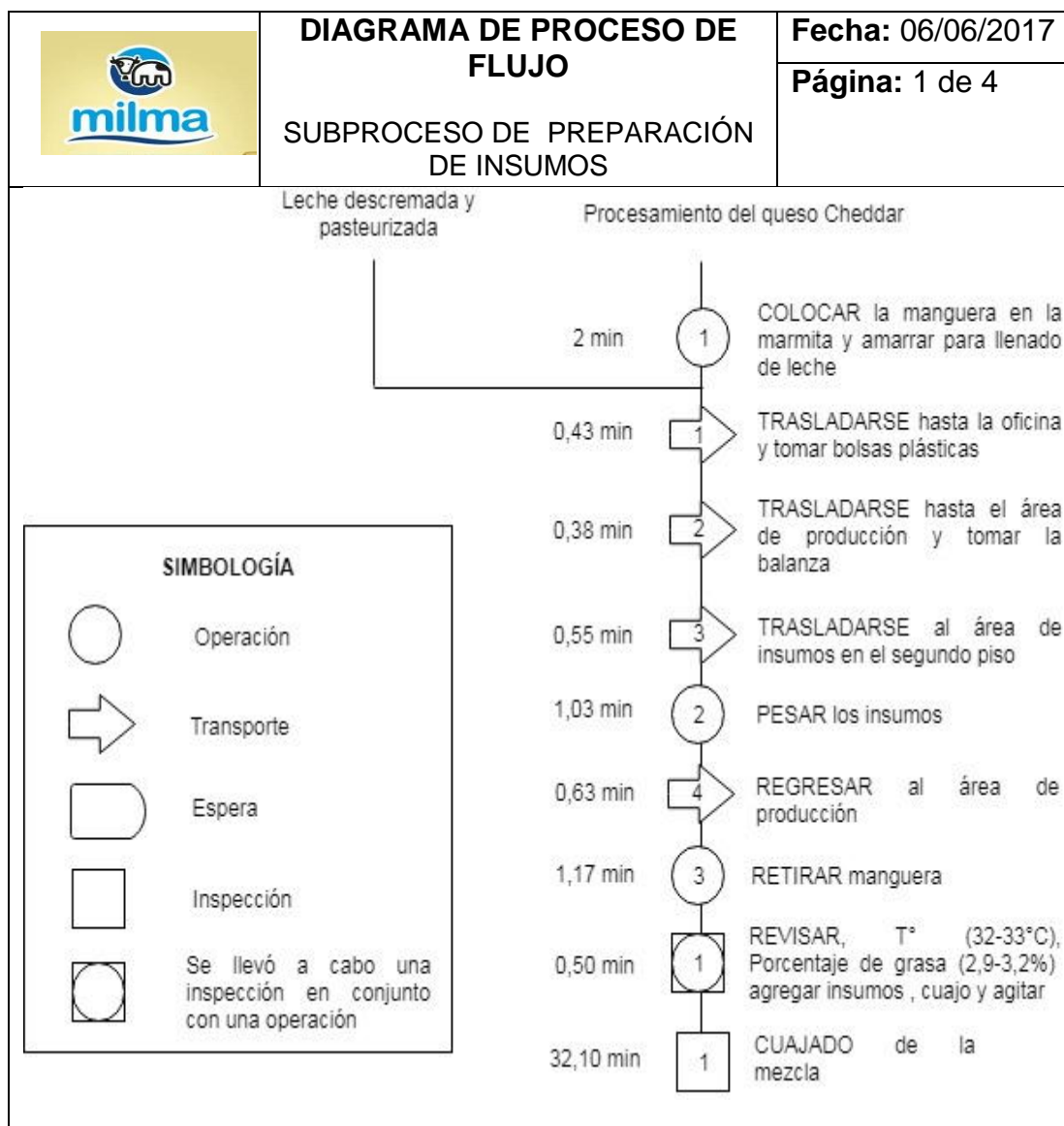


Figura 3. 3. Diagrama de proceso de flujo – Subproceso de preparación de insumos

La Figura 3.4, muestra el área de insumos en el segundo piso, y la disposición de los materiales utilizados para la elaboración del queso Cheddar.



Figura 3. 4. Área de insumos en el segundo piso
(Milma, 2017a)

Descripción del subproceso de corte y agitación de la cuajada

Una vez transcurrido el tiempo de cuajo, un operario inspecciona la consistencia de la cuajada, esta actividad es realizada por operarios con experiencia, y utilizan la mano. Cuando la consistencia es la indicada, el operario se dirige a la mesa de moldeado, toma la pala de hilos o lira y regresa a la marmita, aquí el operario realiza los primeros cortes longitudinales y transversales.

Después, el operario regresa a la mesa, deja la pala de hilos, se dirige hacia la tina o cubeta y toma el recogedor de metal, con el recogedor de metal se voltea la cuajada, y se busca que los granos de cuajada del fondo pasen hacia arriba y viceversa.

Al finalizar el primer volteo, el operario se dirige a la cubeta para dejar el recogedor y regresa a la marmita. Allí toma el colador y la manguera, para realizar el primer desuerado. En esta actividad el operario espera que se desuere alrededor de 100 L, además debe revisar que el colador no se voltee.

Al culminar el primer desuerado, el operario deja el colador y la manguera del recipiente de donde los tomó (cerca de la marmita), y se dirige a la mesa de moldeado para tomar la pala grande, y regresar a la marmita, donde agita la mezcla por un tiempo aproximado de 20 min. Al transcurrir el tiempo, el operario deja la pala grande

sobre la mesa y regresa para tomar el colador y la bomba. El operario realiza el segundo desuerado, pero, a diferencia del primer desuerado, aquí el operario desuera alrededor de 500 L.

Al transcurrir el tiempo de espera del segundo desuerado, el operario toma la pala grande de la mesa y regresa a la marmita. El operario agita la mezcla por un tiempo aproximado de 30 min, mientras se lleva a cabo esta tarea, otro operario coloca 8 baldes de agua, a este proceso se le denomina lavado. Mientras el tiempo de agitación termina, dos operarios toman la mezcla con baldes y la trasladan a la mesa de desuerado. Una vez que la mezcla se encuentra en la fosa de desuerado, se cubre con una fina tela que cola el suero e impide que el queso se salga; encima de la tela se colocan ocho planchas metálicas y finalmente se asientan dos yogos metálicos llenos de agua (40 L en cada uno), con el fin de generar un prensado inicial, por un tiempo aproximado de 30 min. La Figura 3.5, muestra el prensado inicial de la cuajada.



Figura 3. 5. Prensado inicial de la cuajada
(Milma, 2017a)

Una vez transcurrida la espera por el pre-prensado, se retiran los yogos con agua, las planchas metálicas y la fina tela. La Figura 3.6 muestra el diagrama de flujo del subproceso de corte y agitación de la cuajada.

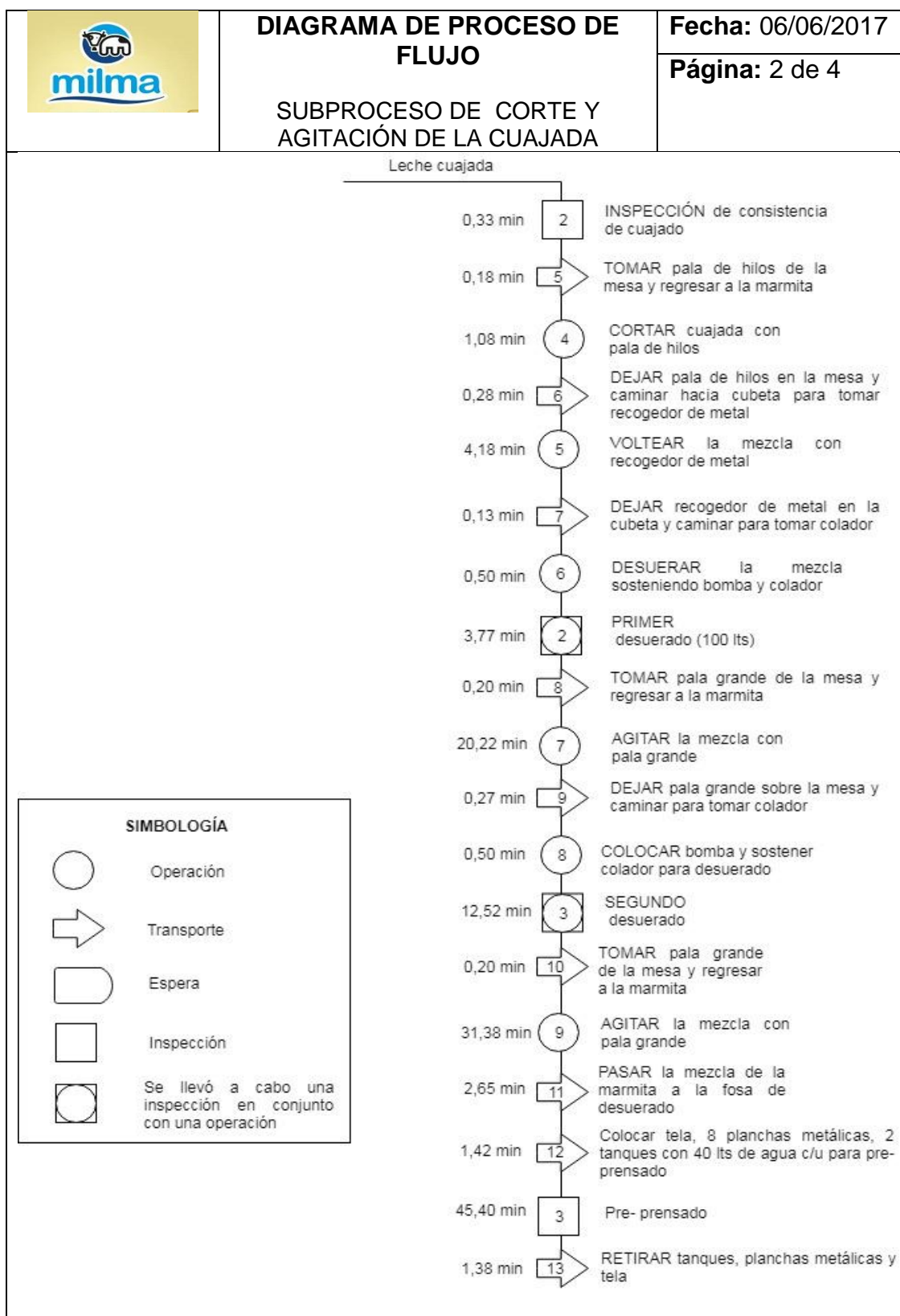


Figura 3. 6. Diagrama de proceso de flujo – Subproceso de corte y agitación de la cuajada

Descripción del subproceso de corte y pesaje del queso

La cuajada pre-prensada, es cortada con un molde metálico rectangular. Las partes que no pueden ser cortadas con el molde, son cortadas con un cuchillo, como se presenta en la Figura 3.7. El queso cortado pasa a ser pesado, y debe presentar un peso de entre 3 500 y 3 550 g, como se presenta en la Figura 3.8.



Figura 3. 7. Corte del queso con cuchillo y molde rectangular
(Milma, 2017a)



Figura 3. 8. Pesaje del queso
(Milma, 2017a)

Las actividades del subproceso de corte y pesaje de los quesos, se presentan en la Figura 3.9, mediante el siguiente diagrama de proceso de flujo.

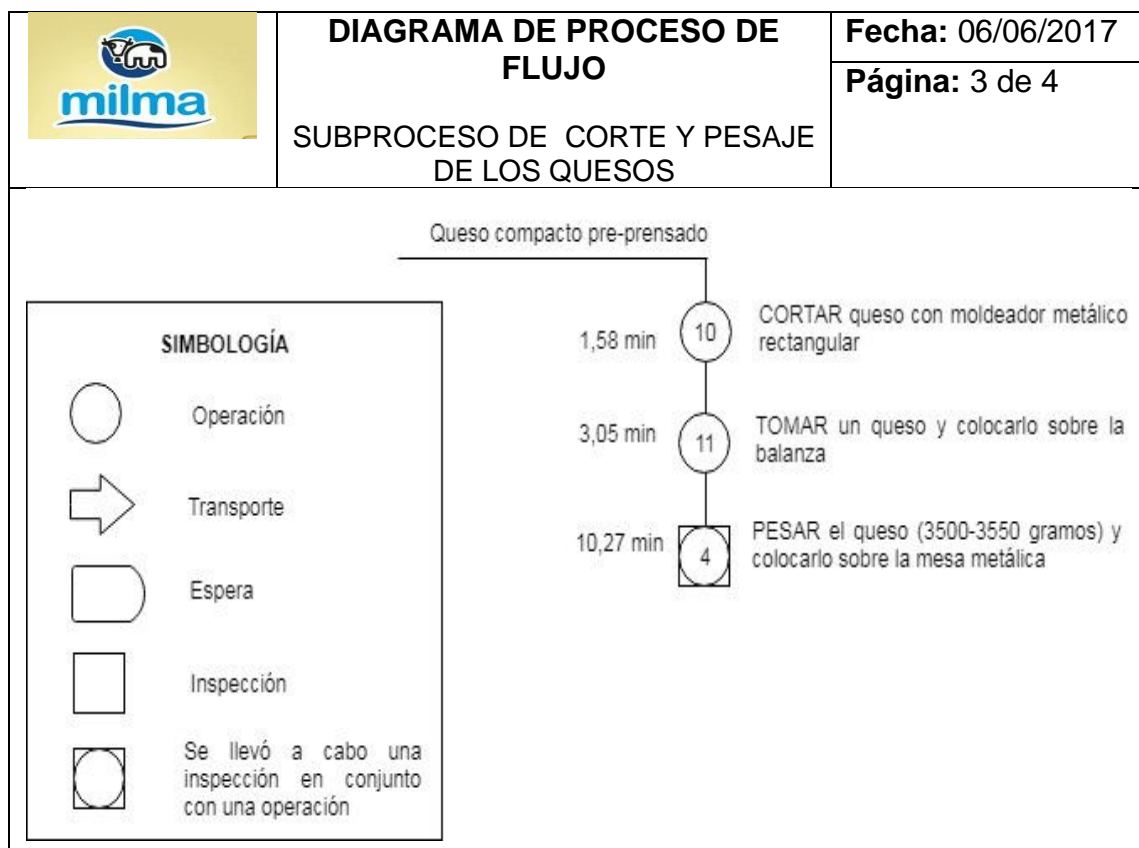


Figura 3. 9. Diagrama de proceso de flujo – Subproceso de corte y pesaje de los quesos

Descripción del subproceso de moldeado y prensado de los quesos

Los quesos ya pesados, son metidos en moldes de acero que contienen una fina tela para escurrir el suero, como lo muestra la Figura 3.10. Los quesos que se encuentran en el molde metálico son colocados sobre una bandeja metálica en la prensadora con sus respectivas tapas sobre estos se pone otra bandeja con 6 quesos y así sucesivamente, hasta completar 6 bandejas.



Figura 3. 10. Moldeado de los quesos
(Milma, 2017a)

La prensadora presenta dos espacios para el prensado, y cada uno cuenta con la capacidad para 36 quesos distribuidos en 6 bandejas, como se muestra en la Figura 3.11. Una vez que se han puesto los moldes en la prensadora, un operario se encarga de colocar una gruesa lámina de madera sobre los moldes, y enciende la máquina para que inicie el prensado, por un tiempo aproximado de 20 min. Para esta operación la máquina ejerce una fuerza de 344,738 kPa.



Figura 3. 11. Prensado de los quesos
(Milma, 2017a)

Durante el tiempo de espera debido al prensado, el operario debe realizar una pausa a la mitad de la operación para ajustar los quesos, puesto que algunos quesos tienden a desalinearse, y se generan rebabas.

Una vez transcurrido el tiempo, se retiran las bandejas con los quesos de la prensadora y se colocan en la mesa metálica para quitar el molde metálico y despojar al queso de la tela que lo envolvía como lo presenta la Figura 3.12.



Figura 3. 12. Desmoldado del queso
(Milma, 2017a)

Luego, se retiran con un cuchillo los sobrantes o rebabas del queso prensado, las mismas que se recolectan en una bolsa o bandeja, como se muestra en la Figura 3.13. El desperdicio generado tiene dos destinos: es reprocesado para la elaboración del queso Americano; o cuando existe suficiente inventario, los trabajadores se llevan este sobrante.



Figura 3. 13. Corte de rebabas y pesaje del desperdicio generado
(Milma, 2017a)

A continuación, los operarios vuelven a colocar el queso en los moldes como se explicó anteriormente, y se somete a un segundo y último prensado en la máquina por un tiempo aproximado de 1 h.

Al igual que en el prensado anterior, el operario debe parar la máquina para realizar ajustes en los quesos. Transcurrido el tiempo del último prensado, se retiran los quesos de la máquina, se saca al queso del molde metálico y se cortan las rebabas en el caso de que existan.

Finalmente, un operario lleva los quesos a la fosa de salmuera, donde pasan 12 h. La Figura 3.14 muestra el traslado del queso al área de salmuera. Después, los quesos son transportados al cuarto frío.



Figura 3. 14. Traslado del queso al cuarto de salmuera
(Milma, 2017a)

La Figura 3.15, muestra el diagrama del subproceso de moldeado y prensado de los quesos.

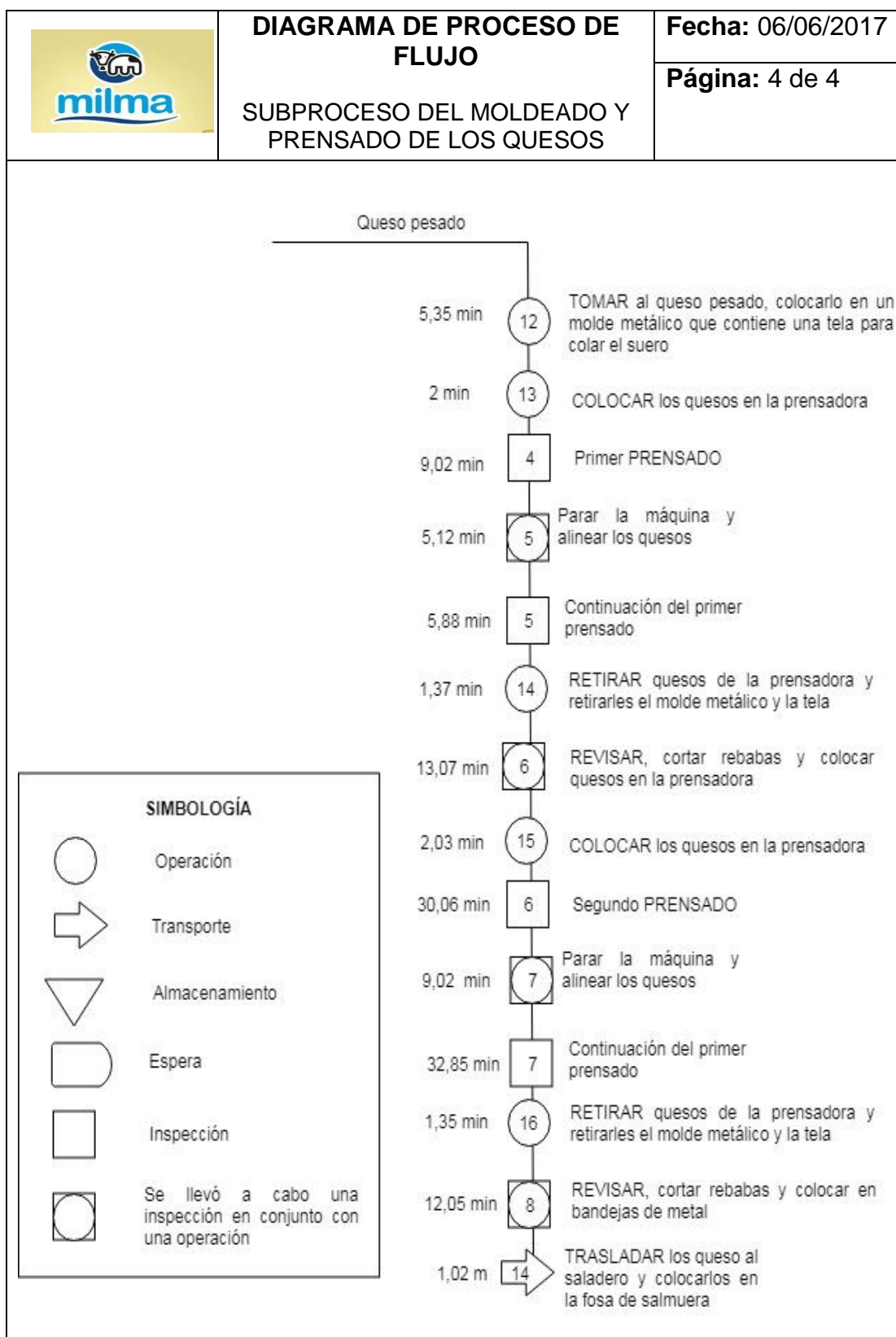


Figura 3. 15. Diagrama de proceso de flujo – Subproceso de moldeado y prensado de los quesos

Los tiempos (en minutos) registrados en los diagramas de proceso de flujo, se obtuvieron a partir de una muestra preliminar de 5 observaciones como se muestra en la Tabla 3.3. Esta medición inicial se hizo para tener un registro del tiempo que tardaban las actividades, antes de la aplicación del estudio de métodos, y luego poder compararlos con los tiempos obtenidos después de la aplicación del estudio. Estos registros de tiempos también se incluyeron en el cursograma analítico y en el diagrama Hombre – máquina. Las observaciones expresadas en horas, minutos y segundos se muestran en el Anexo VII.

Tabla 3. 3. Observaciones preliminares con el método actual de la línea de producción de queso Cheddar

Nº	DESCRIPCIÓN DELAS OPERACIONES CON EL MÉTODO ACTUAL	1	2	3	4	5	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
1	Colocar la manguera en la marmita y amarrar para llenado de leche pasteurizada	1,97	2,08	1,92	2,02	2,00	2,00	0,06	0,031
2	Trasladarse hasta la oficina y tomar bolsas plásticas	0,42	0,45	0,40	0,42	0,45	0,43	0,02	0,052
3	Trasladarse hasta el área de producción y tomar la balanza	0,37	0,40	0,35	0,37	0,40	0,38	0,02	0,059
4	Trasladarse al área de insumos en el segundo piso	0,57	0,53	0,57	0,53	0,57	0,55	0,02	0,033
5	Pesar los insumos	1,03	1,07	1,00	1,05	1,07	1,04	0,03	0,027
6	Regresar al área de producción	0,67	0,62	0,63	0,62	0,65	0,64	0,02	0,034
7	Retirar manguera	1,13	1,17	1,18	1,20	1,17	1,17	0,02	0,021
8	Revisar, T° (32-33°), % de grasa (2,9-3,2), agregar insumos , cuajo y agitar	0,47	0,52	0,47	0,50	0,52	0,49	0,03	0,051
9	Cuajado de la mezcla	32,10	32,10	32,12	32,10	32,12	32,11	0,01	0,000
10	Inspección de consistencia de la cuajada	0,32	0,35	0,30	0,32	0,35	0,33	0,02	0,068
11	Tomar pala de hilos de la mesa y regresar a la marmita	0,18	0,20	0,15	0,18	0,20	0,18	0,02	0,111
12	Cortar cuajada con pala de hilos	1,10	1,10	1,08	1,10	1,07	1,09	0,01	0,014
13	Dejar pala de hilos en la mesa y caminar hacia cubeta para tomar recogedor de metal	0,27	0,32	0,30	0,28	0,27	0,29	0,02	0,076
14	Voltear la mezcla con recogedor de metal	4,18	4,15	4,20	4,23	4,18	4,19	0,03	0,007
15	Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador	0,13	0,12	0,17	0,15	0,12	0,14	0,02	0,159
16	Desuerar la mezcla sosteniendo bomba y colador	0,48	0,48	0,53	0,50	0,52	0,50	0,02	0,043

Tabla 3.3. Observaciones preliminares con el método actual de la línea de producción de queso Cheddar (continuación...)

Nº	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES CON EL MÉTODO ACTUAL	1	2	3	4	5	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
17	Primer desuerado	3,75	3,78	3,73	3,77	3,78	3,76	0,02	0,006
18	Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita	0,17	0,20	0,20	0,23	0,22	0,20	0,02	0,122
19	Agitar la mezcla con pala grande	20,22	20,22	20,20	20,20	20,22	20,21	0,01	0,000
20	Dejar pala grande sobre la mesa y caminar para tomar colador	0,28	0,27	0,25	0,27	0,28	0,27	0,01	0,052
21	Colocar bomba y sostener colador para desuerado	0,53	0,52	0,47	0,48	0,50	0,50	0,03	0,053
22	Segundo desuerado	12,52	12,50	12,52	12,53	12,50	12,51	0,01	0,001
23	Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita	0,20	0,18	0,17	0,22	0,22	0,20	0,02	0,110
24	Agitar la mezcla con pala grande	31,37	31,35	31,40	31,37	31,40	31,38	0,02	0,001
25	Pasar la mezcla de la marmita a la fosa de desuerado	2,65	2,65	2,63	2,67	2,65	2,65	0,01	0,004
26	Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques con 40 lts de agua c/u para pre-prensado	1,40	1,45	1,42	1,43	1,42	1,42	0,02	0,013
27	Pre-prensado	45,42	45,38	45,42	45,42	45,40	45,41	0,01	0,000
28	Retirar tanques, planchas metálicas y tela	1,38	1,38	1,40	1,35	1,38	1,38	0,02	0,013
29	Cortar queso con moldeador metálico rectangular	1,58	1,55	1,57	1,58	1,60	1,58	0,02	0,012
30	Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza	3,50	3,50	3,52	3,48	3,50	3,50	0,01	0,003
31	Pesar el queso (3500-3550 gramos) y colocarlo sobre la mesa metálica	10,27	10,28	10,27	10,25	10,27	10,27	0,01	0,001
32	Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para	5,37	5,37	5,35	5,33	5,37	5,36	0,01	0,003
33	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	2,03	1,98	2,02	2,00	1,95	2,00	0,03	0,016
34	Primer prensado	9,08	9,00	9,00	9,03	9,00	9,02	0,04	0,004
35	Parar la máquina y ajustar los quesos	5,17	5,17	5,10	5,07	5,07	5,11	0,05	0,010
36	Continuar primer prensado	5,78	5,93	5,83	5,92	5,92	5,88	0,07	0,011
37	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	1,37	1,38	1,33	1,37	1,38	1,37	0,02	0,015
38	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora	13,03	13,08	13,10	13,02	13,07	13,06	0,03	0,003
39	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	2,00	2,05	2,03	2,00	2,05	2,03	0,03	0,012
40	Segundo prensado	30,08	30,05	30,10	30,05	30,08	30,07	0,02	0,001
41	Parar la máquina y ajustar los quesos	9,17	9,13	9,20	9,25	9,25	9,20	0,05	0,006
42	Continuar segundo prensado	32,87	32,83	32,85	32,87	32,83	32,85	0,02	0,001
43	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	1,35	1,33	1,37	1,33	1,35	1,35	0,01	0,010
44	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal	12,08	12,05	12,05	12,02	12,05	12,05	0,02	0,002
45	Trasladar los queso al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera	1,02	1,00	1,03	1,03	1,00	1,02	0,02	0,016
Tiempo total (h/min/s)		311,02	311,23	310,88	311,10	311,33	311,11		

A partir de las 5 mediciones preliminares del proceso y mediante el cálculo del promedio y la desviación estándar se determinó que el coeficiente de variación más alto de las observaciones fue de 0,159; a partir de este valor se aplicó la Ecuación 1.4 para el cálculo del número de observaciones.

Para una muestra menor a 30, con un margen de error del $\pm 10\%$ y una probabilidad del 90%, con base en la distribución T Student, el valor t para $5-1=4$ grados de libertad fue de 1,533.

$$N = \left[\frac{st}{kx} \right]^2 = \left[\frac{(0,02)(1,553)}{(0,10)(0,14)} \right]^2 = 2,44 \sim 3$$

De acuerdo al cálculo del número de observaciones a medir, 3 son las veces que se debían cronometrar, por ende los ciclos medidos previamente son suficientes.

Para mostrar un mayor detalle de las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos, se diagramaron las actividades realizadas por el operario, a través de un Cursograma Analítico, como se muestra a en la Tabla 3.4.

Tabla 3. 4. Cursograma Analítico actual del proceso de elaboración del queso Cheddar

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO CHEDDAR				OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO	
				X			
Diagrama núm: 1	Hoja núm: 1 de 2		RESUMEN				
Analista:		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA	
Vanessa Cadena		Operación		16			
Fecha:		Transporte		14			
03/06/2017		Espera		0			
		Inspección		7			
		Operación en conjunto con inspección		8			
Objeto / Proceso:		Almacenamiento		0			
Proceso de elaboración del queso Cheddar		TOTAL		45			
Lugar:		DISTANCIA (m)		160			
Área de procesamiento		PERSONAS		5			
Método: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		HORAS		5:11:07			
Nº	DESCRIPCIÓN	PERSONAS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (hr/min/seg)	SÍMBOLO		OBSERVACIONES
1	Colocar la manguera en la marmita y amarrar para llenado de leche pasteurizada	1		0:02:00			1 Operario es el encargado de realizar todas estas actividades. El operario se dirige al cuarto de insumos en el segundo piso llevando la balanza, pesa los insumos y regresa al área de proceso con la balanza e insumos.
2	Trasladarse hasta la oficina y tomar bolsas plásticas		12	0:00:26			
3	Trasladarse hasta el área de producción y tomar la balanza		9	0:00:23			
4	Trasladarse al área de insumos en el segundo piso		24	0:00:33			
5	Pesar los insumos			0:01:03			
6	Regresar al área de producción		24	0:00:38			
7	Retirar manguera			0:01:10			
8	Revisar, T° (32-33°), % de grasa (2,9-3,2), agregar insumos, cuajo y agitar			0:00:30			
9	Cuajado de la mezcla			0:32:06			
10	Inspección de consistencia de la cuajada	2		0:00:20			2 Operarios se encargan de la inspección de la consistencia de la cuajada y se tuman las agitaciones con los diversos tipos de pala.
11	Tomar pala de hilos de la mesa y regresar a la marmita		8	0:00:11			
12	Cortar cuajada con pala de hilos			0:01:05			
13	Dejar pala de hilos en la mesa y caminar hacia cubeta para tomar recogedor de metal		12	0:00:17			
14	Voltear la mezcla con recogedor de metal			0:04:11			
15	Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador		6	0:00:08			
16	Desuera la mezcla sosteniendo bomba y colador			0:00:30			
17	Primer desuerao			0:03:46			
18	Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita		8	0:00:12			
19	Agitar la mezcla con pala grande			0:20:13			
20	Dejar pala grande sobre la mesa y caminar para tomar colador		12	0:00:16			
21	Colocar manguera y sostener colador para desuerao			0:00:30			
22	Segundo desuerao			0:12:31			
23	Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita		8	0:00:12			
24	Agitar la mezcla con pala grande		0:31:23				

Tabla 3.4. Cursograma Analítico actual del proceso de elaboración del queso Cheddar (continuación...)

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO CHEDDAR					OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO			
Diagrama núm: 1					X					
Hoja núm: 2 de 2					RESUMEN					
Analista:		ACTIVIDAD		TIEMPO	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
Vanessa Cadena		Operación		0:02:39	16					
Fecha:		Transporte		0:01:25	14					
03/06/2017		Espera		0:45:24	0					
Objeto / Proceso:		Inspección		0:01:23	7					
Proceso de elaboración del queso Cheddar		Operación en conjunto con inspección		0:01:35	8					
Lugar:		Almacenamiento		TOTAL	45					
Área de procesamiento				DISTANCIA (m)	160					
Método: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>				PERSONAS	5					
				HORAS	5:11:07					
Nº	DESCRIPCIÓN	PERSONAS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (hr/min/seg)	SÍMBOLO			OBSERVACIONES		
25	Pasar la mezcla de la mamita a la fosa de desuerado	1	12	0:02:39				1 Operario de los puntos 10-24 y 1 operario más trabajan conjuntamente para trasladar el queso y pre-prensarlo, mientras realizan la espera, preparan los moldes metálicos con las telas		
26	Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques con 40 lts de agua cada uno para pre-prensado			0:01:25						
27	Pre-prensado			0:45:24						
28	Retirar tanques, planchas metálicas y tela	observaciones	12	0:01:23				Los 2 Operarios de los puntos 25-27		
29	Cortar queso con moldeador metálico rectangular			0:01:35						
30	Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza	1		0:03:30				1 Operario, el queso debe pesar entre 3500 y 3550 gr		
31	Pesar el queso (3500-3550 gramos) y colocarlo sobre la mesa metálica			0:10:16						
32	Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para colar el suero	Observaciones		0:05:21				Los 2 Operarios de los puntos 25-27 más 1 operario de los puntos 30 y 31		
33	Colocar los quesos en la prensadora	Observaciones		0:02:00				1 Operario del punto 32		
34	Primer prensado			0:09:01						
35	Parar la máquina y ajustar los quesos			0:05:07						
36	Continuar primer prensado			0:05:53						
37	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	Observaciones		0:01:22				El mismo equipo del punto 32, para retirar el queso de la prensadora lo hacen 2 operarios y para revisar y cortar la rebabas lo hacen los 3 operarios		
38	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora			0:13:04						
39	Colocar los quesos en la prensadora	Observaciones		0:02:02				1 Operario del punto 32		
40	Segundo prensado			0:30:04						
41	Parar la máquina y ajustar los quesos			0:09:12						
42	Continuar segundo prensado			0:32:51						
43	Retirar los quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	Observaciones		0:01:21				El mismo equipo del punto 32		
44	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal			0:12:03						
45	Trasladar los quesos al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera	Observaciones	13	0:01:01				1 Operario del punto 32		
TOTAL		5	160	5:11:07	16	14	0	7	8	0
				Tiempo total (min)				311,11		

El cursograma analítico permitió observar las actividades realizadas inicialmente en el procesamiento del queso Cheddar, obteniéndose como resultado un total de: 16 operaciones, 14 transportes, 0 esperas y 7 inspecciones. Además, se registraron 8 actividades conjuntas, en las cuales, se llevó a cabo una operación e inspección simultáneamente.

El tiempo total del proceso fue de 311,11 min. La distancia total recorrida fue de 160 m, y se necesitaron 5 operarios para realizar todas las actividades. Algunos operarios compartían diferentes actividades dentro del proceso.

Diagrama Hombre máquina

La Tabla 3.5 muestra el diagrama hombre – máquina, a través del cual, se investigó el porcentaje de utilización de la prensadora con respecto al trabajo realizado por el operario.

Tabla 3. 5. Diagrama Hombre-Máquina de la prensadora



	DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			Fecha: 27/06/2017		
	Máquina: Prensadora			Método: Actual		
	Área: Prensado de queso			Página: 1 de 2		
				Elaborado por: Vanessa Cadena		
Tiempo	HOMBRE			MÁQUINA		
0:00:00						
0:02:00	Colocar los quesos en la prensadora	0:02:00		Ocio	0:02:00	
0:03:00	Primer prensado	0:09:01		Primer prensado	0:09:01	
0:04:00						
0:05:00						
0:06:00						
0:07:00						
0:08:00						
0:09:00						
0:10:00						
0:11:00	Parar la máquina y ajustar los quesos	0:05:07		Ocio	0:05:07	
0:12:00						
0:13:00	Continuar primer prensado	0:05:53		Continuación primer prensado	0:05:53	
0:14:00						
0:15:00						
0:16:00						
0:17:00						
0:18:00						
0:19:00						
0:20:00						
0:21:00						
0:22:00						
0:23:00	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	0:01:22		Ocio	0:01:22	
0:24:00						
0:25:00	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora	0:13:04		Ocio	0:13:04	
0:26:00						
0:27:00						
0:28:00						
0:29:00						
0:30:00						
0:31:00						
0:32:00						
0:33:00						
0:34:00						
0:35:00						
0:36:00	Colocar los quesos en la prensadora	0:02:02		Ocio	0:02:02	
0:37:00						
0:38:00						

Tabla 3.5. Diagrama Hombre-Máquina de la prensadora (continuación...)

	DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			Fecha: 27/06/2017	
				Método: Actual	
	Máquina: Prensadora			Página: 2 de 2	
	Área: Prensado de queso			Elaborado por: Vanessa Cadena	
Tiempo	HOMBRE			MÁQUINA	
0:39:00	Segundo prensado	0:30:04		Segundo Prensado	0:30:04
0:40:00					
0:41:00					
0:42:00					
0:43:00					
0:44:00					
0:45:00					
0:46:00					
0:47:00					
0:48:00					
0:49:00					
0:50:00					
0:51:00					
0:52:00					
0:53:00					
0:54:00					
0:55:00					
0:56:00					
0:57:00					
0:58:00					
0:59:00					
1:00:00					
1:01:00					
1:02:00					
1:03:00					
1:04:00					
1:05:00					
1:06:00					
1:07:00					
1:08:00					
1:09:00					
1:10:00					
1:11:00					
1:12:00					
1:13:00					
1:14:00					
1:15:00					
1:16:00					
1:17:00					
1:18:00					
1:19:00					
1:20:00					
1:21:00					
1:22:00					
1:23:00					
1:24:00					
1:25:00					
1:26:00					
1:27:00					
1:28:00					
1:29:00					
1:30:00					
1:31:00					
1:32:00					
1:33:00					
1:34:00					
1:35:00					
1:36:00					
1:37:00					
1:38:00					
1:39:00					
1:40:00					
1:41:00					
1:42:00					
1:43:00					
1:44:00					
1:45:00					
1:46:00					
1:47:00					
1:48:00					
1:49:00					
1:50:00					
1:51:00	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	0:01:21		Espera	0:01:21

Resumen	Tiempo de Ciclo (min)	Tiempo de Acción (min)	Tiempo de Ocio (min)	Porcentaje Improductivo	Porcentaje de utilización
Hombre	111,95	97,05	14,90	13%	87%
Máquina	111,95	77,82	34,13	30%	70%

Tiempo para parar la máquina y ajustar los quesos (min)	Porcentaje
14,32	13%

Análisis del diagrama Hombre – máquina

La Tabla 3.5 muestra el diagrama Hombre – máquina de la prensadora de quesos. El proceso de prensado inicia al colocar los quesos en la prensadora y sobre estos una gruesa lámina de madera, mientras se realiza el prensado el operario espera cerca de la máquina. Antes de que el proceso de prensado termine, el operario detiene la máquina para alinear los quesos, debido a que algunos quesos se mueven y forman rebabas. Una vez ajustados los quesos, el operario enciende nuevamente la máquina para que el queso termine de prensarse.

Al finalizar el primer prensado, el operario apaga la máquina, retira los quesos de la prensadora, retira su molde y tela, para revisar y cortar las rebabas formadas. Luego, el operario vuelve a colocar el queso con la tela en los moldes para el segundo y último prensado.

Para el segundo prensado se repiten los mismos pasos que en el primer prensado, sin embargo, el segundo prensado tiene una duración de tiempo superior al primer prensado.

El diagrama Hombre – máquina actual, presentó un tiempo de ciclo de 111,95 min. El porcentaje de utilización del hombre fue del 87%, y el de la prensadora fue de 70%. También se puede apreciar que, mientras se espera el primer prensado el operario no realiza ninguna actividad que agregue valor, y este tiempo muerto representa un tiempo improductivo del 13% del tiempo total de ciclo. Por otra parte, durante el prensado el operario debe parar la máquina para realizar ajustes de los moldes, estos ajustes representan un 13% del tiempo total de ciclo.

Para evitar los ajustes durante el prensado, se sugirió, disminuir el peso de los quesos y realizar el ajuste al inicio del prensado. El análisis más detallado, fue realizado con el apoyo de las técnicas del interrogatorio.


Los colores grises durante la espera del segundo prensado, indican que mientras se lleva a cabo el prensado, el operario apoya en otras áreas de producción.

3.2 APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DEL INTERROGATORIO EN LAS OPERACIONES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESO CHEDDAR

El examen crítico para cada subproceso de la línea de producción del queso Cheddar, fue elaborado a través de la aplicación de la técnica del interrogatorio y las listas de verificación, mismas que se muestran en el Anexo VIII.

Después de completadas las listas de verificación se procedió a identificar las mejoras y plantear soluciones para la eliminación de los problemas existentes. Además, para la implementación de las mejoras se consideró aquellas con más prioridad y que se encontraban al alcance de la empresa. Los resultados fueron sistematizados y se muestran a continuación en la Tabla 3.6.

Tabla 3. 6. Sistematización del análisis de los subprocesos de la elaboración del queso Cheddar

		TÉCNICA DEL INTERROGATORIO SISTEMATIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE LOS SUBPROCESOS DE LA ELABORACIÓN DEL QUESO CHEDDAR		Fecha: 06/06/2017	
				Página: 1 de 1	
Subproceso	Actividad	Problema	Posible solución		
Preparación de insumos	Colocar la manguera en la marmita y amarrar para llenado de leche pasteurizada	El operario utiliza una tela para amarrar la manguera, mientras llena la marmita con leche	Se podría utilizar un adaptador o abrazadera para la manguera		
	Trasladarse hasta la oficina y tomar bolsas plásticas	El operario recorre alrededor de 69 metros para la preparación y pesaje de los insumos. Además invierte más tiempo en el transporte, que en la operación del pesaje de los insumos	El área de insumos podría situarse en un área más cercana, como por ejemplo el área de las bolsas plásticas		
	Trasladarse hasta el área de producción y tomar la balanza		Los insumos podrían pesarse con anterioridad para ahorrar tiempo		
	Trasladarse al área de insumos en el segundo piso		El área de insumos podría situarse en un área más cercana al área de producción		
	Pesar los insumos		Buscar presentaciones más cómodas de los insumos		
Corte y agitación de la cuajada	Tomar la pala para realizar las agitaciones correspondientes	La disposición actual de la fábrica no permite una manipulación fácil de las herramientas, ya que el operario debe moverse continuamente hacia la mesa y la cubeta para llevar la pala indicada de acuerdo a la agitación que se desea hacer	Se podrían colocar las herramientas en un lugar más cercano a las marmitas que reduzca el recorrido y tiempo para la toma de las palas		
	Desuerar la mezcla sosteniendo bomba y colador. Espera pre-prensado	El operario debe estar siempre sosteniendo la manguera y el colador, para que este último no se voltee, y evitar que la manguera absorba parte de la cuajada	Se podría colocar en la manguera una especie de tela coladora que impida que parte de la cuajada formada se desperdicie por la absorción de la manguera		
Corte y pesaje del queso	Pesar el queso (3500-3550 gramos)	Al reducir el número de gramos en el pesado podrían reducirse las rebabas generadas en el prensado	Se podría reducir el peso del queso de 3500-3550 gr a 3450-3500 gr		
Moldeo y prensado de los quesos	Espera por prensado	En el prensado el operario deja la máquina sin utilizar, para realizar los ajustes de los quesos	Podrían disminuirse los tiempos de ajuste durante el prensado y realizarse al inicio del prensado		
	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal	Por cada lote de procesamiento se registra un desperdicio por las rebabas generadas de 500 gr aproximadamente El operario tarda alrededor de 12 minutos por lote al cortar las rebabas generadas	Al disminuir la cantidad de gramos en el peso se espera que disminuya la cantidad de rebabas generadas, y por ende el tiempo de corte de rebabas		

3.2.1 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

Análisis del Subproceso de preparación de insumos

La actividad inicial que efectúa el trabajador es amarrar con una tela la manguera para el llenado en la marmita, la medida que se sugirió en el estudio fue, utilizar un dispositivo, como una abrazadera, que permita adaptar la manguera a la marmita, sin necesidad de amarrarla.

Además, este subproceso muestra un total de 9 actividades, de las cuales 4 de ellas son transporte. El principal problema identificado, es el recorrido de alrededor de 69 m que debe realizar el operario para obtener los insumos que pondrá a la leche. La alternativa sugerida en el estudio de métodos fue, cambiar el área de insumos a un espacio más cercano al área de producción.

Para disminuir el tiempo del pesaje de los insumos, se sugirió, pesarlos con anterioridad, pesarlos durante el segundo prensado del queso, o buscar presentaciones con pesos que se ajusten a la producción de cada lote.

Análisis del Subproceso de corte y agitación de la cuajada

Una vez transcurrido el tiempo de cuajado de la leche, se procede a realizar los cortes y agitación de la cuajada, para estas actividades se utilizan 3 tipos de palas: lira o pala de hilos, pala metálica gruesa y un recogedor de metal para voltear la mezcla.

El problema identificado en este subproceso, se debe a que el operario realiza diversos transportes a la mesa metálica y a la cubeta para tomar la pala indicada, de acuerdo al tipo de agitación que debe hacer. La posible solución sugerida para estas tareas, fue la de ubicar las palas y recogedor en un solo lugar, que sea cercano a las marmitas, para disminuir el tiempo y la distancia de los recorridos.

Para el desuerado de la mezcla el operario debe sostener la manguera y tomar el colador con la otra mano, para que este último no se voltee. Aquí se sugirió utilizar un adaptador que sostenga la manguera y colocar una tela en la manguera que funcione como colador al momento del desuerado.

Análisis del Subproceso de corte y pesaje del queso

El peso del queso para colocar en los moldes se encuentra entre 3 500 a 3 550 g, el problema que se presenta en el prensado, es la generación de rebabas, las cuales son reprocesadas para la elaboración del queso Americano, o cuando existe suficiente producción, los operarios se llevan este desperdicio.

La alternativa sugerida fue, disminuir el número de gramos durante la actividad de pesaje, para reducir el porcentaje de desperdicio generado.

Análisis del Subproceso de moldeo y prensado de los quesos

En este subproceso el queso es sometido a 2 prensados: primero uno corto, de alrededor de 20 min y el segundo un prensado más largo, con un tiempo aproximado de 1 h.

A cada queso que va a ser prensado se le coloca una tapa metálica, la misma que presiona el queso y permite que se vuelva más compacto. El problema identificado en este proceso se debe a que, al colocar los quesos en la prensadora y no alinearnos con la plancha de madera que va a presionarlos, hace que se generen rebabas.

Luego, casi a la mitad del proceso de prensado el operario detiene la máquina y alinea los quesos. La sugerencia para esta actividad fue la de alinear los quesos previo al prensado y no durante el prensado, para lograr una presión más uniforme.

El peso aproximado de las rebabas generadas por lote es de 500 g, para disminuir la cantidad de rebabas se sugirió, modificar el peso del queso previo a los prensados.

División de las operaciones en elementos

Después de registradas y analizadas las operaciones, se obtuvieron las siguientes operaciones, para el posterior establecimiento de un plan de mejora del método y el estudio de tiempos:

- Colocar la manguera en la marmita para llenado de leche pasteurizada: para sujetar la manguera se utiliza un adaptador.
- Trasladarse hasta la oficina: el operario camina hacia la oficina, en la cual toma los insumos necesarios ya pesados.
- Regresar al área de producción: con los insumos ya pesados.
- Retirar manguera: retirar la manguera del adaptador.
- Revisar, T° (32-33°), % de grasa (2,9-3,2), agregar insumos, cuajo y agitar.
- Cuajado de la mezcla.
- Inspección de consistencia de la cuajada: realizada por un operador experimentado.
- Tomar pala de hilos de la cubeta y regresar a la marmita: se realiza el recorrido hasta la cubeta y no hasta la mesa de moldeado.
- Cortar cuajada con pala de hilos: se realizan cortes longitudinales y transversales, con la pala de hilos o lira.
- Dejar pala de hilos en la cubeta para tomar recogedor de metal: se realiza el recorrido hasta la cubeta y no hasta la mesa de moldeado.
- Voltar la mezcla con recogedor de metal.
- Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador.
- Desuerar la mezcla sosteniendo manguera y colador.
- Primer desuerado.
- Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la marmita.
- Agitar la mezcla con pala grande.

- Dejar pala grande en la cubeta y caminar para tomar colador: se realiza el recorrido hasta la cubeta y no hasta la mesa metálica.
- Colocar manguera y sostener colador para desuerado.
- Segundo desuerado.
- Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la marmita: se realiza el recorrido hasta la cubeta y no hasta la mesa metálica.
- Agitar la mezcla con pala grande.
- Pasar la mezcla de la marmita a la fosa de desuerado.
- Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques (40 L de agua cada uno) para pre-prensado: para mover las planchas y llevar los tanques, lo realizan 2 operadores.
- Pre-prensado.
- Retirar tanques, planchas metálicas y tela: para mover las planchas y llevar los tanques, lo realizan 2 operadores.
- Cortar el queso con moldeador metálico rectangular.
- Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza.
- Pesar el queso (3 450-3 500 g) y colocarlo sobre la mesa metálica.
- Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para colar el suero.
- Colocar y ajustar los quesos en la prensadora.
- Primer prensado.
- Retirar los quesos de la prensadora, retirarles el molde metálico y la tela.
- Revisar el queso, cortar rebabas y colocarlo nuevamente en el molde para último prensado.
- Colocar y ajustar quesos en la prensadora.
- Segundo prensado.
- Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela.
- Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal.
- Trasladar los quesos al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera.

3.3 MÉTODO CONTINUO EN EL CRONOMETRAJE DE LAS OPERACIONES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESO CHEDDAR

A partir de las 38 actividades obtenidas del estudio de métodos se calculó el número de observaciones, este cálculo sirvió para establecer el plan de mejora del proceso de elaboración del queso Cheddar y luego con los registros del número de ciclos a cronometrar se calculó el tiempo estándar.

Número de ciclos a estudiar

Para determinar el número de ciclos, se tomó una medición inicial de 5 observaciones. A partir de las observaciones preliminares, se calculó, el número de ciclos mediante el método de ecuaciones, y se aplicó la Ecuación 1.4. La Tabla 3.7 muestra las observaciones iniciales, los valores del tiempo observado medio (TOM) en minutos y la desviación estándar de la actividad con mayor coeficiente de variación.

Tabla 3. 7. Observaciones preliminares para el cálculo del número de ciclos a cronometrar con base en el elemento con mayor coeficiente de variación

Nº	Ciclo(en minutos)/ Actividad	1	2	3	4	5	TOM (min)	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
1	Colocar la manguera en la marmita y amarrar para llenado de leche pasteurizada	0,22	0,20	0,22	0,17	0,18	0,20	0,02	0,11
2	Trasladarse hasta la oficina, tomar bolsas plásticas	0,40	0,43	0,42	0,38	0,37	0,40	0,03	0,07
3	Regresar al área de producción	0,48	0,47	0,47	0,52	0,45	0,48	0,03	0,05
4	Retirar manguera	0,15	0,17	0,15	0,18	0,22	0,17	0,03	0,16
5	Revisar, T° (32-33°), % de grasa (2,9-3,2%), agregar insumos , cuajo y agitar	0,55	0,50	0,53	0,48	0,53	0,52	0,03	0,05
6	Cuajado de la mezcla	31,93	32,10	32,10	32,17	32,17	32,09	0,10	0,00
7	Inspección de consistencia de la cuajada	0,37	0,33	0,33	0,30	0,32	0,33	0,02	0,07
8	Tomar pala de hilos de la cubeta y regresar a la marmita	0,13	0,13	0,12	0,15	0,13	0,13	0,01	0,09
9	Cortar cuajada con pala de hilos	1,50	1,08	1,87	0,93	1,07	1,29	0,39	0,30
10	Dejar pala de hilos en la cubeta para tomar recogedor de metal	0,18	0,15	0,15	0,20	0,20	0,18	0,03	0,14
11	Voltear la mezcla con recogedor de metal	3,25	4,18	4,20	5,22	5,13	4,40	0,81	0,18
12	Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador	0,15	0,13	0,18	0,17	0,13	0,15	0,02	0,14
13	Desuerar la mezcla sosteniendo bomba y colador	0,47	0,50	0,52	0,53	0,48	0,50	0,03	0,05
14	Primer desuerado	3,67	3,77	3,75	4,82	3,83	3,97	0,48	0,12
15	Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la marmita	0,17	0,15	0,15	0,17	0,13	0,15	0,01	0,09
16	Agitar la mezcla con pala grande	12,70	15,75	20,05	25,68	27,73	20,38	6,38	0,31
17	Dejar pala grande en la cubeta y caminar para tomar colador	0,13	0,15	0,18	0,15	0,13	0,15	0,02	0,14
18	Colocar bomba y sostener colador para desuerado	0,58	0,50	0,48	0,47	0,50	0,51	0,05	0,09
19	Segundo desuerado	10,17	10,18	10,18	10,20	10,15	10,18	0,02	0,00

Tabla 3.7. Observaciones preliminares para el cálculo del número de ciclos a cronometrar con base en el elemento con mayor coeficiente de variación (continuación...)

Nº	Ciclo(en minutos)/ Actividad	1	2	3	4	5	TOM (min)	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
20	Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la marmita	0,13	0,15	0,15	0,13	0,15	0,14	0,01	0,06
21	Agitar la mezcla con pala grande	23,33	31,38	31,37	31,33	31,35	29,75	3,59	0,12
22	Pasar la mezcla de la marmita a la fosa de desuerado	2,62	2,65	2,63	2,67	2,65	2,64	0,02	0,01
23	Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques con 40 lts de agua c/u para pre-prensado	1,33	1,42	1,37	1,40	1,35	1,37	0,03	0,03
24	Pre-prensado	31,38	30,40	37,38	32,43	42,37	34,79	5,01	0,14
25	Retirar tanques, planchas metálicas y tela	1,33	1,38	1,38	1,40	1,32	1,36	0,04	0,03
26	Cortar queso con moldeador metálico rectangular	0,97	1,58	1,58	1,57	1,60	1,46	0,28	0,19
27	Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza	3,52	3,50	3,48	3,52	3,50	3,50	0,01	0,00
28	Pesar el queso (3450-3500 gramos) y colocarlo sobre la mesa metálica	9,17	10,27	10,27	10,28	10,27	10,05	0,49	0,05
29	Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para colar el suero	5,37	5,35	5,33	5,35	5,32	5,34	0,02	0,00
30	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	1,75	1,88	1,83	1,88	1,82	1,83	0,06	0,03
31	Primer prensado	14,85	14,90	14,67	14,42	14,72	14,71	0,19	0,01
32	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	1,40	1,37	1,33	1,32	1,37	1,36	0,03	0,02
33	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora	9,15	9,13	9,17	9,18	9,15	9,16	0,02	0,00
34	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	1,87	1,92	1,93	1,97	1,82	1,90	0,06	0,03
35	Segundo prensado	61,00	62,92	67,83	70,03	67,97	65,95	3,81	0,06
36	Retirar los quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	1,25	1,35	1,30	1,33	1,37	1,32	0,05	0,04
37	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal	8,13	8,13	8,13	8,17	8,17	8,15	0,02	0,00
38	Trasladar los queso al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera	1,00	1,02	1,00	0,97	1,08	1,01	0,04	0,04
		246,75	261,58	278,20	282,23	291,18	271,99		

A partir del elemento identificado con el mayor coeficiente de variación (0,31) de la Tabla 3.7, para un nivel de confianza de 90% y un margen de error del $\pm 10\%$; de la Tabla de distribución T Student, considerando 5-1 grados de libertad, se obtuvo un valor $t = 1,533$. Con estos valores antes mencionados se continuó con el cálculo del número de ciclos a cronometrar.

$$N = \left[\frac{st}{kx} \right]^2 = \left[\frac{(6,38)(1,553)}{(0,10)(20,38)} \right]^2 = 23,0$$

De acuerdo al cálculo realizado, fueron 23 los ciclos que se debían cronometrar, por ende, los ciclos medidos previamente no fueron suficientes y se realizaron 18 mediciones más. Las 18 mediciones cronometradas se muestran en el Anexo IX, y a partir de estas se inició con el establecimiento del plan de mejora de la productividad y la medición del tiempo estándar.

3.4 ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

Para el diseño de una propuesta, se analizaron:

- Las distancias recorridas por los operarios, durante el transporte de insumos y de las herramientas.
- La redistribución de la planta.
- Los dispositivos usados para sujetar la manguera durante el llenado de leche y el desuerado
- La cantidad de gramos durante el pesado del queso, para disminuir la generación de rebabas durante el proceso de prensado.
- La utilización de la prensadora.

Con el análisis realizado, se diseñaron nuevos diagramas de proceso de flujo, de los subprocesos de: preparación de insumos, subproceso de corte y agitación de la

cuajada, subproceso de corte y pesaje de los quesos, y del subproceso de moldeo y prensado de los quesos.

3.4.1 SUBPROCESO DE PREPARACIÓN DE INSUMOS

Como se puede observar en la Figura 3.16, en el subproceso de preparación de insumos, se eliminaron 3 operaciones: trasladarse al área de producción y tomar la balanza, trasladarse al área de insumos en el segundo piso, y pesar los insumos. Las distancias recorridas en este subproceso, pasaron de 69 a 24 m, esta disminución de 45 m generó a la vez una rebaja de tiempo de alrededor de 2,13 min.

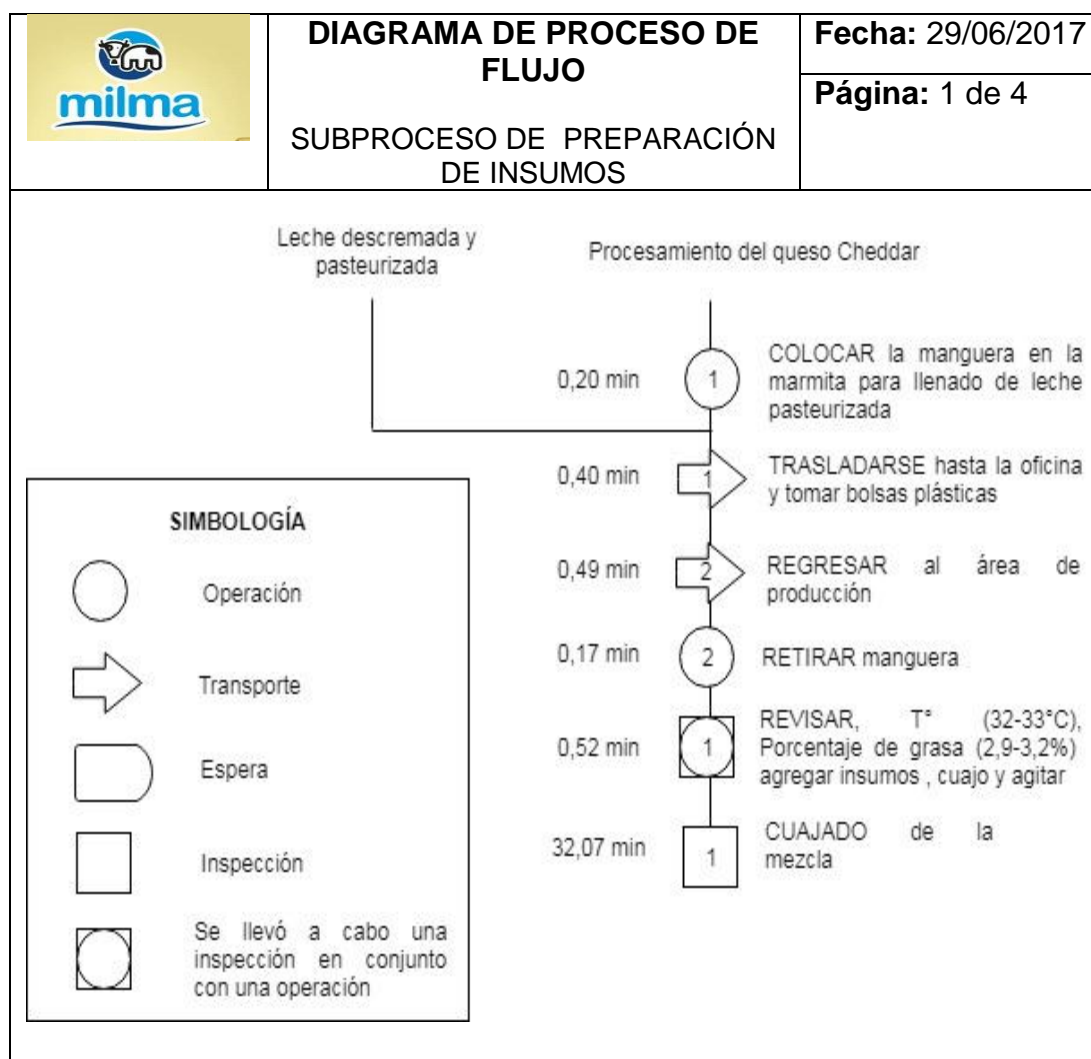


Figura 3. 16. Diagrama de proceso mejorado – Subproceso de preparación de insumos

3.4.2 SUBPROCESO DE CORTE Y AGITACIÓN DE LA CUAJADA

El segundo subproceso de corte y agitación de la cuajada, como se presenta en la Figura 3.17 a pesar de que no muestra una reducción en el número de las operaciones, sí muestra una reducción en la distancia, ya que el operario ya no recorre hasta la mesa para tomar las palas como lo realizaba antes, sino que, ahora solo recorre hasta la cubeta donde se encuentran todas las palas. La distancia recorrida anteriormente era de 78 m y ahora corresponde a 60 m, este ahorró también significó un ahorro de 0,41 min aproximadamente.

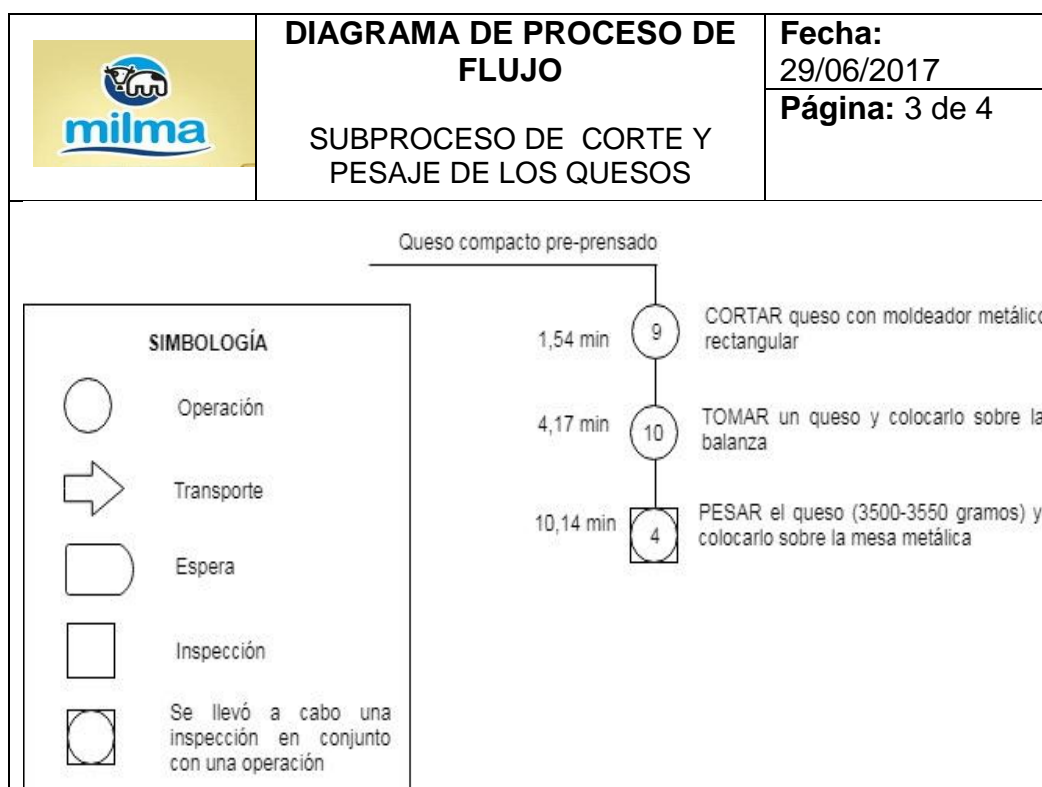


Figura 3. 17. Diagrama de proceso mejorado – Subproceso de corte y agitación de la cuajada

3.4.3 SUBPROCESO DE CORTE Y PESAJE DE LOS QUESOS

Para el subproceso de corte y pesaje de insumos, mostrado en la Figura 3.18, no se muestra ningún cambio en cuanto a las operaciones, tampoco se modificó el peso del queso, cómo se sugirió durante la aplicación de la técnica del interrogatorio

debido a que afectaba en el peso final de producto y su presentación sería menor a los 2,5 kg establecidos por la empresa.

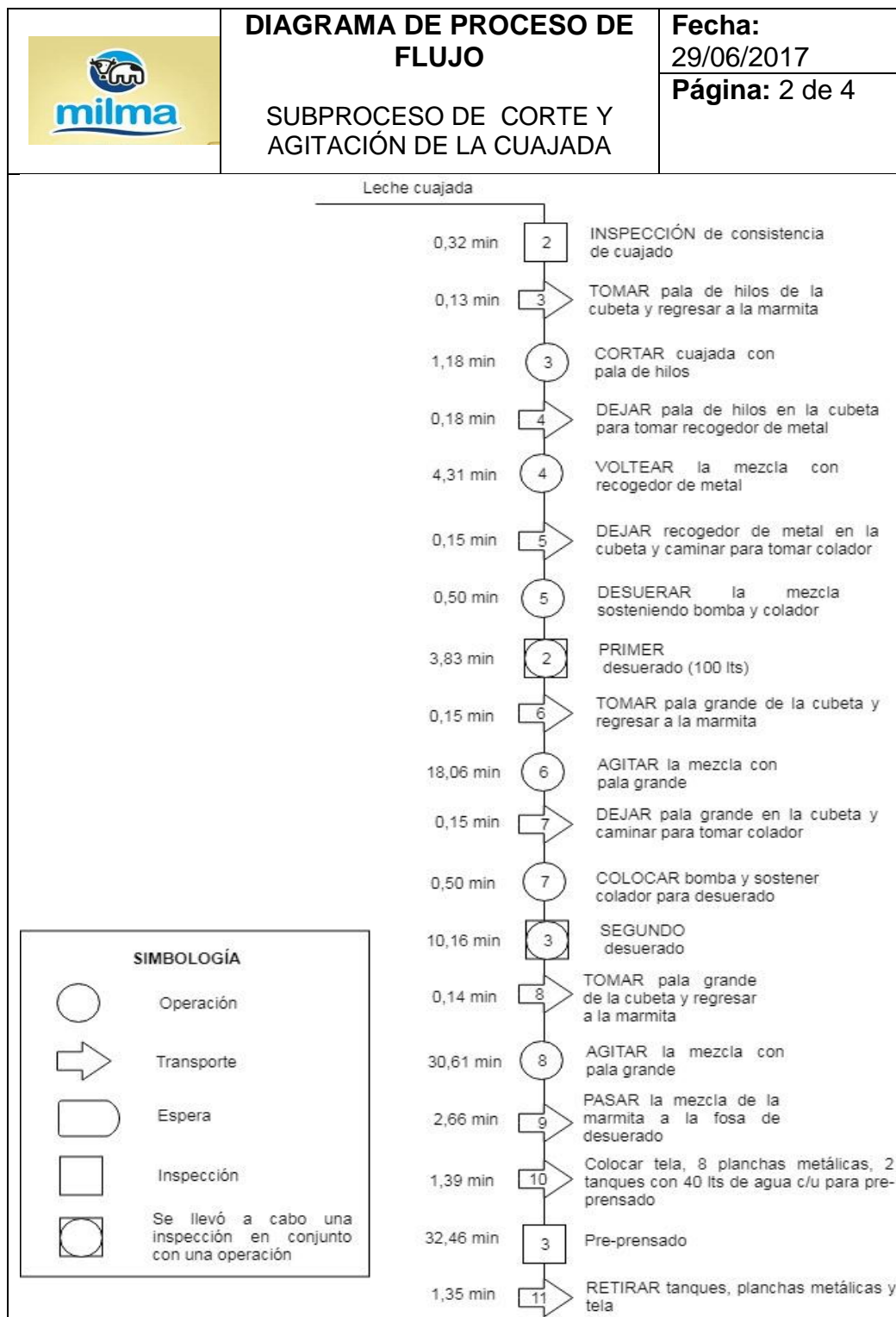


Figura 3. 18. Diagrama de proceso mejorado – Subproceso de corte y pesaje de los quesos

3.4.4 SUBPROCESO DE MOLDEO Y PRENSADO DE LOS QUESOS

El subproceso de moldeo y prensado de los quesos no presentó ninguna reducción de las operaciones, pero a través del análisis hombre máquina, se logró mejorar el porcentaje de utilización de la máquina prensadora. La Figura 3.19, muestra las actividades del subproceso de moldeo y prensado de los quesos.

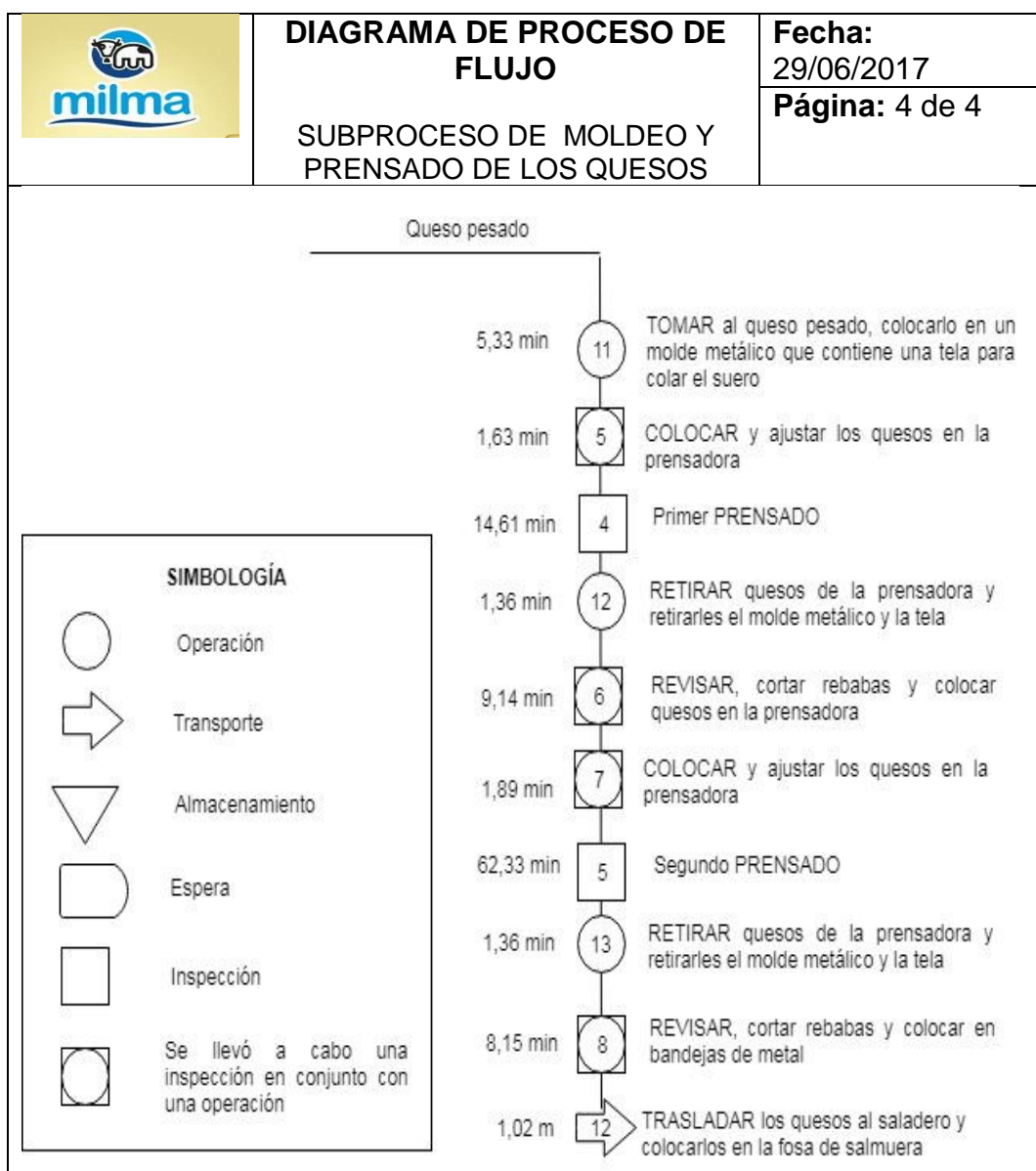


Figura 3. 19. Diagrama de proceso mejorado – Subproceso de moldeo y prensado de los quesos

Basado en las acciones de: eliminar, cambiar, reorganizar y simplificar, para crear el estudio de método perfeccionado, se rediseñó un nuevo cursograma analítico, que fue la base para la implementación de las mejoras. La Tabla 3.8 muestra el cursograma analítico propuesto en relación con el método actual.

Tabla 3. 8. Cursograma Analítico propuesto del proceso de elaboración del queso Cheddar

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO CHEDDAR					OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO	
					X			
Diagrama núm: 2	Hoja núm: 1 de 2	RESUMEN						
Analista: Vanessa Cadena		ACTIVIDAD			ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA	
Fecha: 30/06/2017		Operación			16	13	3	
		Transporte			14	12	2	
		Espera			0	0	0	
		Inspección			7	5	2	
		Operación en conjunto con inspección			8	8	0	
		Almacenamiento			0	0	0	
Objeto / Proceso: Proceso de elaboración del queso Cheddar		TOTAL			45	38	7	
Lugar: Área de procesamiento		DISTANCIA (m)			160	97	63	
Método: Actual_ Propuesto X		PERSONAS			5	4	1	
		HORAS			5:11:07	4:25:09	0:45:58	
Nº	DESCRIPCIÓN	PERSONAS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (hr/min/seg)	SÍMBOLO			OBSERVACIONES
1	Colocar la manguera en la mamita para llenado de leche pasteurizada	1		0:00:12				1 Operario realiza estas operaciones. La distancia para obtener los insumos es más corta y utiliza menos tiempo
2	Trasladarse hasta la oficina, tomar insumos pesados		12	0:00:24				
3	Regresar al área de producción		12	0:00:29				
4	Retirar manguera			0:00:10				
5	Revisar, T° (32-33°), % de grasa (2,9-3,2), agregar insumos , cuajo y agitar			0:00:31				
6	Cuajado de la mezcla			0:32:03				
7	Inspección de consistencia de la cuajada	2		0:00:19				2 Operarios se encargan de la inspección de la consistencia de la cuajada y se turnan las agitaciones con los diversos tipos de pala. Las palas se encuentran en un solo lugar y ya no es necesario ir a la mesa
8	Tomar pala de hilos de la cubeta y regresar a la mamita		6	0:00:08				
9	Cortar cuajada con pala de hilos			0:01:17				
10	Dejar pala de hilos en la cubeta para tomar recogedor de metal		6	0:00:11				
11	Voltear la mezcla con recogedor de metal			0:04:22				
12	Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador		6	0:00:09				
13	Desuerar la mezcla sosteniendo bomba y colador			0:00:30				
14	Primer desuerado			0:03:47				
15	Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la mamita		6	0:00:09				
16	Agitar la mezcla con pala grande			0:17:29				
17	Dejar pala grande en la cubeta y caminar para tomar colador		6	0:00:10				
18	Colocar bomba y sostener colador para desuerado			0:00:30				
19	Segundo desuerado			0:10:09				
20	Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la mamita		6	0:00:09				
21	Agitar la mezcla con pala grande			0:30:35				

Tabla 3.81. Cursograma Analítico propuesto del proceso de elaboración del queso Cheddar

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO CHEDDAR					OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO				
					X						
Diagrama núm: 2	Hoja núm: 2 de 2	RESUMEN									
Analista: Vanessa Cadena Fecha: 30/06/2017 Objeto / Proceso: Proceso de elaboración del queso Cheddar Lugar: Área de procesamiento Método: Actual, Propuesto X	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA						
	Operación	○	16	13	3						
	Transporte	➡	14	12	2						
	Espera	⏸	0	0	0						
	Inspección	□	7	5	2						
	Operación en conjunto con inspección	⊕	8	8	0						
	Almacenamiento	▲	0	0	0						
	TOTAL			45	38	7					
	DISTANCIA (m)			160	97	63					
	PERSONAS			5	4	1					
HORAS			5:11:07	4:25:09	0:45:58						
Nº	DESCRIPCIÓN	PERSONAS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (hr/min/seg)	SÍMBOLO						OBSERVACIONES
					○	➡	⏸	□	⊕	▲	
22	Pasar la mezcla de la mamita a la fosa de desuerado	Observaciones	12	0:02:38	○	➡	⏸	□	⊕	▲	1 Operario de los puntos 1-6, más 1 Operario de los puntos 8-21, trabajan conjuntamente para trasladar el queso y pre-prensarlo. Mientras realizan la espera, preparan los moldes metálicos con las telas
23	Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques con 40 lts de agua cada uno para pre-prensado			0:01:23	○	➡	⏸	□	⊕	▲	
24	Pre-prensado			0:32:19	○	➡	⏸	□	⊕	▲	
25	Retirar tanques, planchas metálicas y tela	Observaciones	12	0:01:21	○	➡	⏸	□	⊕	▲	Los 2 operarios de los puntos 22-24
26	Cortar queso con moldeador metálico rectangular			0:01:32	○	➡	⏸	□	⊕	▲	
27	Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza	1		0:03:29	○	➡	⏸	□	⊕	▲	1 Operario, el queso debe pesar entre 3450 - 3500 gr
28	Pesar el queso (3450-3500 gramos) y colocarlo sobre la mesa metálica			0:10:08	○	➡	⏸	□	⊕	▲	
29	Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para colar el suero	Observaciones		0:05:20	○	➡	⏸	□	⊕	▲	Los 2 operarios de los puntos 22-24
30	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	Observaciones		0:01:37	○	➡	⏸	□	⊕	▲	1 Operario del punto 29
31	Primer prensado	Observaciones		0:14:35	○	➡	⏸	□	⊕	▲	1 Operario del punto 29
32	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	Observaciones		0:01:20	○	➡	⏸	□	⊕	▲	3 Operarios: 2 operarios de los puntos 22-24 y 1 operario de los puntos 27 - 28
33	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora			0:09:09	○	➡	⏸	□	⊕	▲	
34	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	Observaciones		0:01:54	○	➡	⏸	□	⊕	▲	1 Operario del punto 29
35	Segundo prensado	Observaciones		1:04:09	○	➡	⏸	□	⊕	▲	1 Operario del punto 29
36	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	Observaciones		0:01:22	○	➡	⏸	□	⊕	▲	El mismo equipo de los puntos 32-33
37	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal			0:08:09	○	➡	⏸	□	⊕	▲	
38	Trasladar los queso al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera	Observaciones	13	0:01:01	○	➡	⏸	□	⊕	▲	1 Operario del punto 29
TOTAL		4	97	4:25:09	13	12	0	5	8	0	
				Tiempo total (min)	265,15						

3.4.5 ANÁLISIS DEL CURSOGRAMA ANALÍTICO

En el cursograma analítico se redujeron 3 operaciones, 2 transportes y 2 inspecciones, es decir, de las 45 actividades iniciales, pasaron a 38. La reducción de los transportes se debió principalmente, a la propuesta de la redistribución de la planta. La Tabla 3.9 muestra la reducción de las operaciones en la producción del queso Cheddar.

Tabla 3. 9. Tiempos y distancias recorridas, con el método actual y propuesto

Nº	Descripción de las operaciones con el método actual	Distancia (m)	Tiempo (h/min/s)	Nº	Descripción de las operaciones con el método propuesto e implementado	Distancia (m)	Tiempo (h/min/s)
1	Colocar la manguera en la marmita y amarrar para llenado de leche pasteurizada		0:02:00	1	Colocar la manguera en la marmita para llenado de leche pasteurizada		0:00:12
2	Trasladarse hasta la oficina y tomar bolsas plásticas	12	0:00:26	2	Trasladarse hasta la oficina, tomar insumos pesados	12	0:00:24
3	Trasladarse hasta el área de producción y tomar la balanza	9	0:00:23	3	Regresar al área de producción	12	0:00:29
4	Trasladarse al área de insumos en el segundo piso	24	0:00:33	4	Retirar manguera		0:00:10
5	Pesar los insumos		0:01:03	5	Revisar, T° (32-33°), % de grasa (29-32), agregar insumos , cuajo y agitar		0:00:31
6	Regresar al área de producción	24	0:00:38	6	Cuajado de la mezcla		0:32:03
7	Retirar manguera		0:01:10	7	Inspección de consistencia de la cuajada		0:00:19
8	Revisar, T° (32-33°), % de grasa (2,9-3,2), agregar insumos, cuajo y agitar		0:00:30	8	Tomar pala de hilos de la cubeta y regresar a la marmita	6	0:00:08
9	Cuajado de la mezcla		0:32:06	9	Cortar cuajada con pala de hilos		0:01:17
10	Inspección de consistencia de la cuajada		0:00:20	10	Dejar pala de hilos en la cubeta para tomar recogedor de metal	6	0:00:11
11	Tomar pala de hilos de la mesa y regresar a la marmita	8	0:00:11	11	Voltear la mezcla con recogedor de metal		0:04:22
12	Cortar cuajada con pala de hilos		0:01:05	12	Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador	6	0:00:09
13	Dejar pala de hilos en la mesa y caminar hacia cubeta para tomar recogedor de metal	12	0:00:17	13	Desuerar la mezcla sosteniendo bomba y co		0:00:30
14	Voltear la mezcla con recogedor de metal		0:04:11	14	Primer desuerado		0:03:47
15	Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador	6	0:00:08	15	Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la marmita	6	0:00:09
16	Desuerar la mezcla sosteniendo bomba y colador		0:00:30	16	Agitar la mezcla con pala grande		0:17:29
17	Primer desuerado		0:03:46	17	Dejar pala grande en la cubeta y caminar para tomar colador	6	0:00:10
18	Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita	8	0:00:12	18	Colocar bomba y sostener colador para des		0:00:30
19	Agitar la mezcla con pala grande		0:20:13	19	Segundo desuerado		0:10:09
20	Dejar pala grande sobre la mesa y caminar para tomar colador	12	0:00:16	20	Tomar pala grande de la cubeta y regresar	6	0:00:09
21	Colocar bomba y sostener colador para desuerado		0:00:30	21	Agitar la mezcla con pala grande		0:30:35
22	Segundo desuerado		0:12:31	22	Pasar la mezcla de la marmita a la fosa de desuerado		0:02:38

Tabla 3.9 Tiempos y distancias recorridas, con el método actual y propuesto
(continuación...)

Nº	Descripción de las operaciones con el método actual	Distancia (m)	Tiempo (h/min/s)	Nº	Descripción de las operaciones con el método propuesto e implementado	Distancia (m)	Tiempo (h/min/s)
23	Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita	8	0:00:12	23	Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques con 40 lts de agua c/u para pre-prensado	12	0:01:23
24	Agitar la mezcla con pala grande		0:31:23	24	Pre-prensado		0:32:19
25	Pasar la mezcla de la marmita a la fosa de desuerado		0:02:39	25	Retirar tanques, planchas metálicas y tela	12	0:01:21
26	Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques con 40 lts de agua c/u para pre-prensado	12	0:01:25	26	Cortar queso con moldeador metálico rectangular		0:01:32
27	Pre-prensado		0:45:24	27	Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza		0:03:29
28	Retirar tanques, planchas metálicas y tela	12	0:01:23	28	Pesar el queso (3450-3500 gramos) y colocarlo sobre la mesa metálica		0:10:08
29	Cortar queso con moldeador metálico rectangular		0:01:35	29	Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para colar el suero		0:05:20
30	Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza		0:03:30	30	Colocar y ajustar quesos en la prensadora		0:01:37
31	Pesar el queso (3500-3550 gramos) y colocarlo sobre la mesa metálica		0:10:16	31	Primer prensado		0:14:35
32	Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para colar el suero		0:05:21	32	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela		0:01:20
33	Colocar los quesos en la prensadora		0:02:00	33	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora		0:09:09
34	Primer prensado		0:09:01	34	Colocar y ajustar quesos en la prensadora		0:01:54
35	Parar la máquina y ajustar los quesos		0:05:07	35	Segundo prensado		1:04:09
36	Continuar primer prensado		0:05:53	36	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela		0:01:22
37	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela		0:01:22	37	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal		0:08:09
38	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora		0:13:04	38	Trasladar los queso al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera	13	0:01:01
39	Colocar los quesos en la prensadora		0:02:02			97	4:25:09
40	Segundo prensado		0:30:04			min	265,15
41	Parar la máquina y ajustar los quesos		0:09:12				
42	Continuar segundo prensado		0:32:51				
43	Retirar los quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela		0:01:21				
44	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal		0:12:03				
45	Trasladar los quesos al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera	13	0:01:01				
		160	5:11:07				
		min	311,11				

Además, existen muchos transportes innecesarios que debía realizar el operador y esto causaba que se invierta más tiempo en ciertas actividades. Por otra parte, la falta de coordinación de los trabajadores, hacía, que se necesiten más operarios para el proceso, y al no tener organización para la ejecución de las actividades, se generaban tiempos muertos.

El número de operarios pasó de 5 operarios con el método actual a 4 operarios con la implementación del estudio de métodos, además las distancias recorridas también se redujeron, pasando de 160 m a 97 m con el método propuesto e implantado.

La reducción de las distancias se debió principalmente a que se redistribuyó el área de insumos, y se la acercó al área de producción, así se evitó que el operario se dirija hasta el segundo piso para pesar y transportar los insumos. A la vez, se sugirió que durante el tiempo del segundo prensado el operario realice el pesaje de los insumos, para optimizar el tiempo.

Los tiempos pasaron de 311,11 min, a 265,15 min, es decir se presentó un ahorro de 45,96 min. Esta variación tiempo se utilizó para el cálculo del costo unitario del queso Cheddar y a la vez para medir la productividad obtenida antes y después de la aplicación del estudio. La Tabla 3.10, muestra la diferencia de tiempos y distancias recorridas, con el método actual y el método propuesto.

Tabla 3. 10. Diferencia de tiempos y distancias recorridas con el método actual y propuesto

	MÈTODO ACTUAL	MÈTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
TIEMPO (min)	311,11	265,15	45,96
DISTANCIA RECORRIDA (m)	160	97	63

3.4.6 ACTIVIDADES INNECESARIAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO CHEDDAR

En la línea de producción de queso Cheddar se identificaron actividades innecesarias, tanto en los procesos manuales como en aquellos realizados por la máquina.

Antes de la aplicación del estudio de métodos en el proceso de elaboración del queso Cheddar, se necesitaban 5 operarios, debido a que el operario que realizaba los primeros procesos como: colocar la manguera y traer los insumos, solo ejecutaba estos procesos y luego se retiraba, para buscar qué hacer en otros procesos, esto generaba que muchas veces los operarios deambulen por la planta. A la vez, se sugirió que durante el tiempo del segundo prensado el operario realice el pesaje de los insumos, para optimizar el tiempo.

Otra de las actividades que se modificaron, fueron los transportes hacia y desde el área de insumos, ubicada en el segundo piso. A través del apoyo del gerente de producción y los operarios se logró acondicionar el área de insumos a un lugar más cercano al área de producción, con este cambio se disminuyó la distancia recorrida de 69 a 24 m, y a la vez se redujo el tiempo invertido en esta actividad de 3,05 a 0,90 min.

Para llevar a cabo las agitaciones, el operario utiliza 3 tipos de pala, sin embargo, la ubicación de estas no estaba definida, y los operarios debían recorrer hasta la mesa de moldeado o a la cubeta para tomar la pala indicada. Para disminuir las distancias y por ende el tiempo de transporte, se decidió ubicar todas las palas en la cubeta, debido a que la distancia era más corta y representaba un manejo más cómodo para el operario.

Al eliminar, cambiar, cambiar y reorganizar, y simplificar las actividades de elaboración del queso Cheddar se logró disminuir 3 operaciones, 2 transportes y 2 inspecciones reduciéndose de 45 a 38 actividades. Además, estas actividades fueron redistribuidas para 4 operarios, la distancia recorrida pasó de 160 a 97 m, y el tiempo

de 311,11 a 265,15 min. Al final este ahorro de tiempo aportó en la disminución del costo de producción por mano de obra. Los cambios sugeridos e implementados, son presentados en la Figura 3.20 mediante un diagrama de recorrido. El diagrama de recorrido, indica una disminución en los transportes, ya no se realizan los recorridos hasta el segundo piso y la ubicación de las palas se encuentra organizada en un mismo lugar.

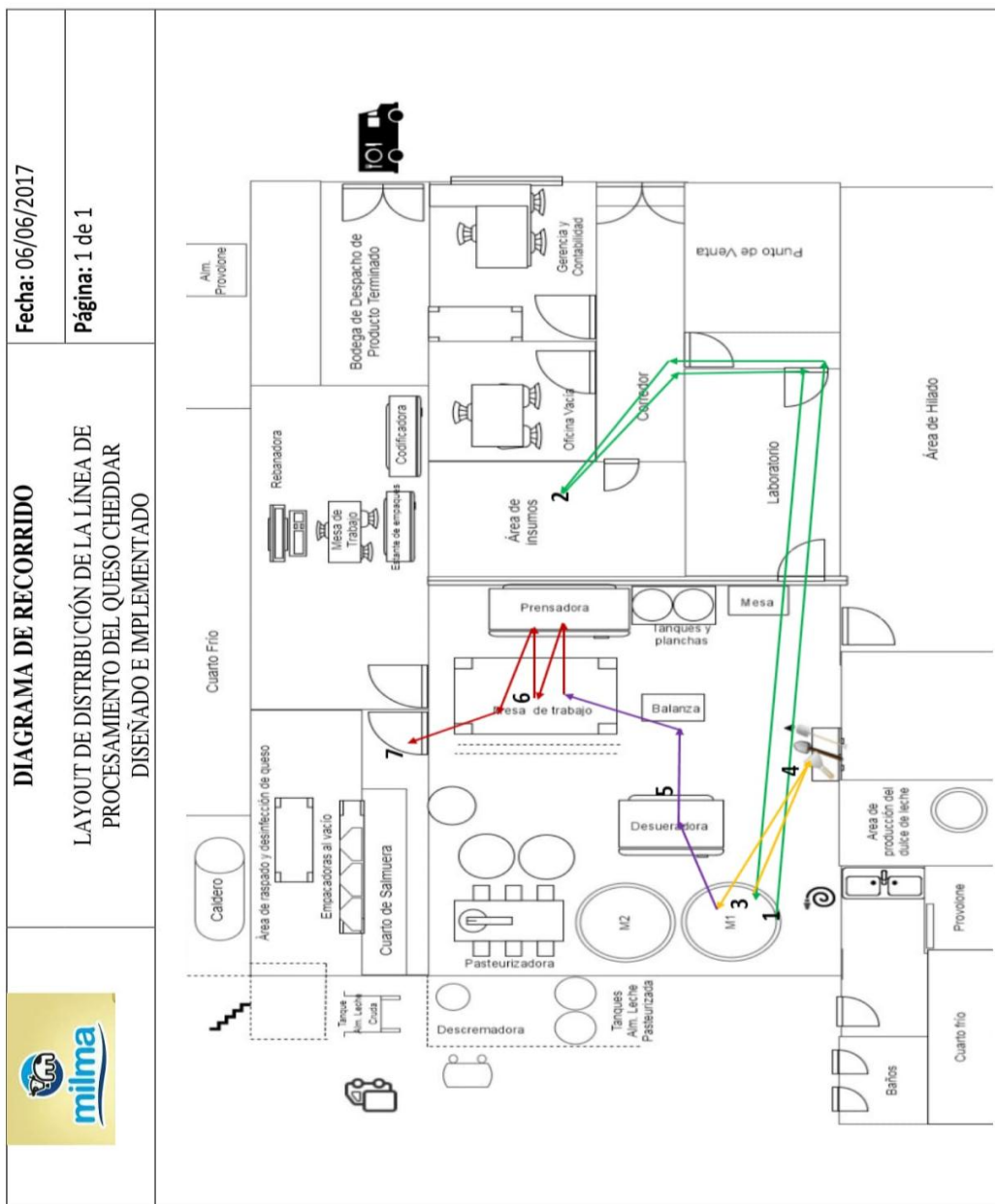


Figura 3. 20. Diagrama de recorrido – Distribución de la línea de procesamiento del queso Cheddar – Método diseñado e implementado

Otro aspecto mejorado fue, el porcentaje de utilización de la maquinaria y el operario, como se muestra en la Tabla 3.11.

Tabla 3. 11. Diagrama Hombre-Máquina de la prensadora – Método Propuesto


	DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			Fecha: 5/07/2017		
	Máquina: Prensadora			Método: Propuesto		
	Área: Prensado de queso			Página: 1 de 1		
				Elaborado por: Vanessa Cadena		
Tiempo	HOMBRE		MAQUINA			
0:00:00	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	0:01:37		Ocio	0:01:37	
0:01:00	Primer prensado	0:14:34		Primer prensado	0:14:34	
0:02:00						
0:03:00						
0:04:00						
0:05:00						
0:06:00						
0:07:00						
0:08:00						
0:09:00						
0:10:00						
0:11:00						
0:12:00						
0:13:00						
0:14:00						
0:15:00						
0:16:00						
0:17:00	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	0:01:20		Ocio	0:01:20	
0:18:00	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora	0:09:08		Ocio	0:09:08	
0:19:00						
0:20:00						
0:21:00						
0:22:00						
0:23:00						
0:24:00						
0:25:00						
0:26:00						
0:27:00	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	0:01:54		Ocio	0:01:54	
0:28:00	Segundo prensado	1:04:07		Segundo Prensado	1:04:07	
0:29:00						
0:30:00						
0:31:00						
0:32:00						
0:33:00						
0:34:00						
0:35:00						
0:36:00						
0:37:00						
0:38:00						
0:39:00						
0:40:00						
0:41:00						
0:42:00						
0:43:00						
0:44:00						
0:45:00						
0:46:00						
0:47:00						
0:48:00						
0:49:00						
0:50:00						
0:51:00						
0:52:00						
0:53:00						
0:54:00						
0:55:00						
0:56:00						
0:57:00						
0:58:00						
0:59:00						
1:00:00						
1:01:00						
1:02:00						
1:03:00						
1:04:00						
1:05:00						
1:06:00						
1:07:00						
1:08:00						
1:09:00						
1:10:00						
1:11:00						
1:12:00						
1:13:00						
1:14:00						
1:15:00						
1:16:00						
1:17:00						
1:18:00						
1:19:00						
1:20:00						
1:21:00						
1:22:00						
1:23:00						
1:24:00						
1:25:00						
1:26:00						
1:27:00						
1:28:00						
1:29:00						
1:30:00						
1:31:00						
1:32:00						
1:33:00						
1:34:00	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	0:01:22		Espera	0:01:22	

Tabla 3. 12. Resumen del diagrama Hombre-Máquina de la prensadora – Método Propuesto

Resumen	Tiempo de Ciclo (min)	Tiempo de Acción (min)	Tiempo de Ocio (min)	Porcentaje Improductivo	Porcentaje de utilización
Hombre	94,03	94,03	0,00	0%	100%
Máquina	94,03	78,68	15,35	17%	84%

La Tabla 3.12 muestra un porcentaje de utilización del 100% para el operario y del 84% para la maquinaria. El cambio sugerido fue, el de eliminar los ajustes de los quesos durante el proceso de prensado, y realizarlos al inicio, cuando se colocan los quesos en la prensadora.

Además, se adicionaron los tiempos de ajuste de los quesos a las actividades previas al prensado, esto permitió que los prensados se cumplan sin interrupciones.

Los diagramas hombre – máquina, actual y propuesto, fueron comparados y se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación en las Tablas 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16.

Tabla 3. 13. Tiempo de ciclo actual y propuesto - Diagrama hombre – máquina

RESUMEN	Tiempo de Ciclo (min)		
	Actual	Propuesto	Ahorro
Hombre	111,95	94,03	17,92
Máquina	111,95	94,03	17,92

El tiempo de ciclo disminuyó, al eliminarse las actividades de ajustes realizados durante el prensado, generando un ahorro de 17,92 min.

Tabla 3. 14. Tiempo de acción actual y propuesto – Diagrama hombre – máquina

RESUMEN	Tiempo de Acción (min)		
	Actual	Propuesto	Aumento
Hombre	97,05	94,03	3,02
Máquina	77,82	78,68	0,87

La Tabla 3.18 muestra un aumento de 3,02 min, en el tiempo de acción del operario, mientras que el tiempo de acción de la prensadora se mantiene constante.

Tabla 3. 15. Tiempo de ocio actual y propuesto – Diagrama hombre – máquina

RESUMEN	Tiempo de Ocio (min)		
	Actual	Propuesto	Ahorro
Hombre	14,90	0,00	14,90
Máquina	34,13	15,35	18,78

El tiempo de ocio para el operario se redujo de 14,50 min a 0, mientras que el tiempo de ocio de la prensadora pasó de 34,13 a 15,35 min, generándose un ahorro de 18,78 min.

Tabla 3. 16. Porcentaje de Utilización – Diagrama hombre – máquina

RESUMEN	Porcentaje de utilización		
	Actual	Propuesto	Ahorro
Hombre	87%	100%	13%
Máquina	70%	84%	14%

El porcentaje de utilización del operario paso de 87% a 100%, mientras que para la prensadora pasó de un 70% inicial, a un 84%. Estos cambios permitieron la mejor utilización de la maquinaria y del tiempo del operario, de esta manera el operario puede invertir el tiempo ahorrado, en otras actividades que mejoren la productividad de la empresa.

3.5 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DE LAS OPERACIONES

Una vez implantadas las mejoras a través del estudio de métodos se calculó el tiempo estándar de las 38 actividades. Primero se obtuvo el tiempo normal a través de la valoración del operario, luego se asignaron los suplementos necesarios y finalmente se obtuvo el tiempo estándar.

3.5.1 TIEMPO NORMAL

El tiempo normal o también denominado tiempo básico, resulta de la multiplicación del tiempo observado y el factor de valoración como se indicó en la Ecuación 1.6.

3.5.2 TIEMPO OBSERVADO

El tiempo observado se obtuvo a partir del promedio de las 5 observaciones preliminares y las 23 observaciones posteriores, aplicando la Ecuación 1.7.

3.5.3 FACTOR DE VALORACIÓN O VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO

Para determinar el factor de valoración de los operarios se consideraron los Sistemas Westinghouse. A continuación, la Tabla 3.17 muestra la valoración del ritmo de trabajo, de los 4 operarios.

Tabla 3. 17. Calificación del ritmo de trabajo de los operarios de la empresa

OPERARIO	DESEMPEÑO	Σ TOTAL	FACTOR DE VALORACIÓN
1	Medio	-0,02	98%
2	Medio	-0,03	97%
3	Medio	-0,08	92%
4	Alto	0,03	103%

Como se observa en la Tabla 3.17, el desempeño de los operarios 1,2 y 3 se encuentra por debajo del ritmo de trabajo normal, es decir presentan un factor de valoración media, con tendencia a un comportamiento normal, por otra parte, el cuarto operario, presenta un desempeño alto, superior al desempeño normal de 100%. El Anexo X muestra en detalle cómo se calcularon los factores de valoración para los cuatro operarios.

3.5.4 ASIGNACIÓN DE SUPLEMENTOS

Para la asignación de los suplementos, se consideraron las siguientes holguras: holgura personal, por fatiga, por estar parado, por posición anormal, por uso de fuerza o energía muscular, por condiciones atmosféricas, por concentración intensa, por monotonía y por tedio.

Algunas de las actividades realizadas para la elaboración del queso Cheddar, se diferenciaban unas de otras actividades, por ello, se consideró aplicar los suplementos de manera individual y no un suplemento general para todas las operaciones.

Los suplementos fueron analizados conjuntamente con el gerente de producción, para finalmente añadirlos al tiempo normal y establecer el tiempo estándar de las operaciones.

3.5.5 TIEMPO ESTÁNDAR

Con base en los pasos descritos anteriormente, para el cálculo del tiempo estándar, se indica el cálculo del tiempo estándar de la actividad 1.

Actividad 1: Colocar la manguera en la marmita para llenado de leche pasteurizada

Tiempo Observado

$$TO = \frac{4,62}{23}$$

$$TO = 0,20 \text{ min}$$

Tiempo Normal

$$TN = 0,20 (0,98)$$

$$TN = 0,20 \text{ min}$$

Tiempo Estándar

$$TE = 0,2 (1,11)$$

$$TE = 0,22 \text{ min}$$

Una vez aplicados el factor de valoración y los suplementos necesarios para realizar la actividad 1, el tiempo estándar para la ejecución de ésta tarea es de 0,22 min.

Asimismo, para la obtención del tiempo estándar de las otras 37 actividades, se realizaron los cálculos correspondientes y los resultados se muestran en la Tabla 3.18.

Tabla 3. 18. Determinación del tiempo estándar en la línea de elaboración del queso Cheddar



		Nombre del producto:			Fecha:		
		PROCESAMIENTO DEL QUESO CHEDDAR			11/07/2017		
		Tipo de Cronometraje			Página: 1 de 2		
		Acumulativo X	Vuelta a cero	Elaborado por: Vanessa Cadena			
N°	DESCRIPCIÓN	Promedio	Total Observado (min)	Factor de Valoración	Tiempo Básico (min)	Suplementos u holguras	TIEMPO ESTÁNDAR
2	Trasladarse hasta la oficina, tomar insumos pesados	0:00:24	0,40	98	0,40	1,11	0,44
3	Regresar al área de producción	0:00:29	0,49	98	0,48	1,11	0,53
4	Retirar manguera	0:00:10	0,17	98	0,17	1,11	0,19
5	Revisar, T° (32-33°), % de grasa (2,9-3,2%), agregar insumos , cuajo y agitar	0:00:31	0,52	98	0,51	1,12	0,57
6	Cuajado de la mezcla	0:32:03	32,05	98	31,41	1,09	34,24
7	Inspección de consistencia de la cuajada	0:00:19	0,32	97	0,31	1,12	0,35
8	Tomar pala de hilos de la cubeta y regresar a la marmita	0:00:08	0,14	97	0,13	1,12	0,15
9	Cortar cuajada con pala de hilos	0:01:17	1,29	97	1,25	1,12	1,40
10	Dejar pala de hilos en la cubeta para tomar recogedor de metal	0:00:11	0,18	97	0,17	1,12	0,19
11	Voltear la mezcla con recogedor de metal	0:04:22	4,37	97	4,23	1,12	4,74
12	Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador	0:00:09	0,15	97	0,15	1,11	0,16
13	Desuerar la mezcla sosteniendo bomba y colador	0:00:30	0,49	97	0,48	1,11	0,53
14	Primer desuerado	0:03:47	3,78	97	3,66	1,11	4,07
15	Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la marmita	0:00:09	0,16	97	0,15	1,12	0,17
16	Agitar la mezcla con pala grande	0:17:29	17,48	92	16,09	1,13	18,18
17	Dejar pala grande en la cubeta y caminar para tomar colador	0:00:10	0,16	92	0,15	1,12	0,17
18	Colocar bomba y sostener colador para desuerado	0:00:30	0,50	92	0,46	1,11	0,51
19	Segundo desuerado	0:10:09	10,15	92	9,34	1,11	10,36

Tabla 3.18. Determinación del tiempo estándar en la línea de elaboración del queso Cheddar (continuación...)

		Nombre del producto:			Fecha:		
		PROCESAMIENTO DEL QUESO CHEDDAR			11/07/2017		
		Tipo de Cronometraje			Página: 2 de 2		
		Acumulativo X	Vuelta a cero		Elaborado por: Vanessa Cadena		
N°	DESCRIPCIÓN	Promedio	Total Observado (min)	Factor de Valoración	Tiempo Básico (min)	Suplementos u holguras	TIEMPO ESTÁNDAR
20	Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la marmita	0:00:09	0,15	92	0,14	1,12	0,16
21	Agitar la mezcla con pala grande	0:30:35	30,59	97	29,67	1,13	33,53
22	Pasar la mezcla de la marmita a la fosa de desuerado	0:02:38	2,63	98	2,58	1,17	3,02
23	Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques con 40 L de agua c/u para pre-prensado	0:01:23	1,38	97	1,34	1,20	1,61
24	Pre-prensado	0:32:19	32,31	98	31,67	1,11	35,15
25	Retirar tanques, planchas metálicas y tela	0:01:21	1,35	97	1,31	1,20	1,57
26	Cortar queso con moldeador metálico rectangular	0:01:32	1,53	98	1,50	1,15	1,73
27	Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza	0:03:29	3,48	103	3,58	1,11	3,98
28	Pesar el queso (3 450-3 500 g) y colocarlo sobre la mesa metálica	0:10:08	10,14	103	10,44	1,14	11,90
29	Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para colar el suero	0:05:20	5,33	98	5,22	1,11	5,80
30	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	0:01:37	1,61	97	1,56	1,11	1,73
31	Primer prensado	0:14:35	14,59	97	14,15	1,11	15,71
32	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	0:01:20	1,34	98	1,31	1,18	1,55
33	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora	0:09:09	9,14	103	9,42	1,11	10,45
34	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	0:01:54	1,90	98	1,86	1,11	2,06
35	Segundo prensado	1:04:09	64,15	98	62,87	1,11	69,78
36	Retirar los quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	0:01:22	1,36	98	1,33	1,18	1,57
37	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal	0:08:09	8,15	103	8,40	1,11	9,32
38	Trasladar los queso al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera	0:01:01	1,02	98	1,00	1,11	1,11
TOTAL:		4:25:09	265,15		Tiempo Estándar (min)		288,89

3.5.6 COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN

Para determinar el costo unitario del kilogramo del queso Cheddar se utilizaron los costos de producción del segundo trimestre del año 2017 (Abril, Mayo y Junio), y los datos de tiempo antes de la aplicación del estudio de métodos. Para calcular el costo unitario se aplicó la Ecuación 1.3.


Para conocer el costo unitario del kilogramo de queso Cheddar se calcularon los costos de mano de obra, costos de materia prima e insumos y costos por gastos de fabricación como se describe a continuación.

Mano de Obra

El queso Cheddar es elaborado los días lunes, miércoles, jueves, viernes y sábados; y se realiza una parada de este producto por día, a excepción del día sábado en el cual se realizan 2 paradas. El valor por hora trabajada en una jornada ordinaria corresponde a 1,56 USD, mientras que el valor por hora extra de trabajo tiene una recarga del 100%, es decir una hora extra corresponde a 3,12 USD.

Antes de la aplicación del estudio de métodos el proceso de elaboración del queso Cheddar tenía un tiempo de ciclo de 311,11 min o 5,19 h, es decir, de una jornada diaria de 8 h el 64,88% corresponde al procesamiento del queso Cheddar. La Tabla 3.19 muestra el número de paradas y las horas empleadas en la jornada ordinaria y los sábados durante el mes de Abril.

Tabla 3. 19. Número de horas trabajadas durante el mes de Abril del año 2017

		Jornada Ordinaria			Sábados		
		Número de Paradas	Horas trabajadas por batch	Horas totales	Número de Paradas	Horas trabajadas por batch	Horas totales
Julio	Semana 1	4	5,19	20,76	2	5,19	10,38
	Semana 2	4		20,76	2		10,38
	Semana 3	4		20,76	2		10,38
	Semana 4	4		20,76	2		10,38
TOTAL		16		83,04	8		41,52

El análisis de las horas trabajadas durante el mes de Abril se multiplicó por 3 para tener un estimado de las horas totales trabajadas durante el segundo trimestre del año 2017 como lo indica la Tabla 3.20

Tabla 3. 20. Horas totales trabajadas en el segundo trimestre del año 2017

Mes	Jornada Ordinaria	Sábados
Abril	83,04	41,52
Mayo	83,04	41,52
Junio	83,04	41,52
Horas totales trabajadas	249,12	124,56

El costo total de mano de obra se obtuvo al multiplicar las horas trabajadas por el costo de cada hora y por el número de operarios como se muestra a continuación.

Jornada Ordinaria

$$CMO = (249,12 \text{ h}) \left(1,56 \frac{USD}{h}\right) (5)$$

$$CMO = 1\,943,14 \text{ USD}$$

Horas Extra

$$CMO = (124,56 \text{ h}) \left(3,12 \frac{USD}{h}\right) (5)$$

$$CMO = 1\,943,14 \text{ USD}$$

Materia prima e insumos

El valor para insumos y materia prima del segundo trimestre del año 2017 fue de 37833,81 USD. La Tabla 3.21 muestra el costo de insumos y materiales por cada lote de producción.

Tabla 3. 21. Costo de insumos y materiales por cada lote de producción del queso Cheddar

Materia prima e insumos	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio Unitario USD	Total USD
	Leche	1 050	L	0,47	439,50
	Cuajo, Cloruro de Calcio, Nitrato de Potasio, Sal, Cultivo, Colorante	1	kg	31,97	31,97
TOTAL					525,47

No se especificaron las cantidades ni marcas de los insumos utilizados para la producción del queso Cheddar debido a políticas de privacidad establecidas por la empresa. Para el cálculo trimestral del costo de insumos y materias primas se multiplicó el valor obtenido de cada lote (525,47 USD) por los 24 lotes que se realizan en un mes, y este valor por 3, debido a que se calculó el valor trimestral.

$$CMP = (525,47 \text{ USD})(24)(3)$$

$$CMP = 37\,833,84 \text{ USD}$$

El costo total por materia prima e insumos para el queso Cheddar durante el segundo trimestre del año 2017 fue de 37 833,84 USD

Otros gastos de fabricación

El costo total trimestral por otros gastos de fabricación fue de 3 216,67 USD, de acuerdo al área de costos de la empresa, sin embargo, la producción del queso Cheddar tiene una participación del 24% de este rubro, es decir, el costo mensual por gastos de fabricación para el queso Cheddar fue de 772 USD.

$$OGF = 3\,216,67 \text{ USD} (24\%)$$

$$OGF = 772,00 \text{ USD}$$


A partir de los costos calculados y con una cantidad de 6 697,5 Kg de queso Cheddar producidos en el segundo trimestre del año 2017 se calculó el costo unitario.

$$CU = \frac{1\,943,14 \text{ USD} + 1\,943,14 \text{ USD} + 37\,833,84 \text{ USD} + 772 \text{ USD}}{6697,5 \text{ kg}}$$

$$CU = 6,34 \frac{\text{USD}}{\text{kg}}$$

Asimismo, se calculó el costo unitario del queso Cheddar para el período de Julio, Agosto y Septiembre del año 2017, pero con el tiempo de ciclo obtenido después de la aplicación del estudio de métodos. El tiempo de ciclo fue de 265,15 min o 4,42 h. Es decir, de la jornada diaria de 8 h el 55,25% corresponde al procesamiento del queso Cheddar. La Tabla 3.22 muestra del número de paradas y horas de trabajo empleadas durante el mes de Julio, en la jornada ordinaria y sábado.

Tabla 3. 22. Número de horas trabajadas durante el mes de Julio del año 2017

		Jornada Ordinaria			Sábados		
		Número de Paradas	Horas trabajadas por batch	Horas totales	Número de Paradas	Horas trabajadas por batch	Horas totales
Julio	Semana 1	4	4,42	17,68	2	4,42	8,84
	Semana 2	4		17,68	2		8,84
	Semana 3	4		17,68	2		8,84
	Semana 4	4		17,68	2		8,84
	TOTAL	16		70,72	8		35,36

Con base en las horas trabajadas durante el mes de Julio se multiplicó este valor por 3 para tener un estimado de las horas totales trabajadas durante el tercer trimestre del año 2017 como lo indica la Tabla 3.23.

Tabla 3. 23. Horas totales trabajadas en el segundo trimestre del año 2017

Mes	Jornada Ordinaria	Sábados
Julio	70,72	35,36
Agosto	70,72	35,36
Septiembre	70,72	35,36
Horas totales trabajadas	212,16	106,08

El costo total de mano de obra se obtuvo al multiplicar las horas trabajadas por el costo de cada hora y por el número de operarios, con la diferencia de que ya no se trabajan con 5 operarios sino con 4.

Jornada Ordinaria

$$CMO = (212,16 h)(1,56 USD/h)(4)$$

$$CMO = 1\,323,88 USD$$

Horas Extra

$$CMO = (106,08 h)(3,12 USD/h)(4)$$

$$CMO = 1\,323,88 USD$$

Con el valor total de las horas trabajadas en jornada ordinaria y horas extra del tercer trimestre del 2017 se calculó el costo unitario del queso Cheddar. Además, los costos de insumos y materias primas, y otros gastos de fabricación fueron los mismos utilizado en el segundo trimestre del año 2017.

$$CU = \frac{1\,323,88 USD + 1\,323,88 USD + 37\,833,84 USD + 772,03 USD}{6\,697,5 kg}$$

$$CU = 6,16 \frac{USD}{kg}$$

El costo de producción de un kilogramo de queso Cheddar disminuyó de 6,34 USD antes de la aplicación del estudio de métodos a 6,16 USD después de la aplicación del estudio. 311,11 a 265,15 = 45,96

3.6 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESO CHEDDAR

Para determinar la productividad multifactorial durante el segundo trimestre y tercer trimestre del año 2017 se multiplicó la cantidad producida en kilogramos por el precio de venta y esto se dividió por los costos de producción del queso. El precio de venta establecido por la empresa fue de 7,93 USD el kilogramo, con un margen de utilidad del 25% sobre el costo de producción inicial (6,34 USD).

Periodo: Abril, Mayo y Junio

$$PM = \frac{(6\ 697,5)(7,93\ USD)}{1\ 943,14\ USD + 1\ 943,14\ USD + 37\ 833,84\ USD + 772\ USD}$$

$$PM = 1,25$$

El valor de 1,25 indica que, por cada dólar invertido en la producción del queso Cheddar, la empresa gana 1,25 USD.

Periodo: Julio, Agosto y Septiembre.

$$PM = \frac{(6\ 697,5)(7,93\ USD)}{1\ 323,88\ USD + 1\ 323,88\ USD + 37\ 833,84\ USD + 772\ USD}$$

$$PM = 1,29$$

El valor de 1,29 indica que, por cada dólar invertido en la producción del queso Cheddar, la empresa gana 1,29 USD.

Tasa de variación de la productividad

Con la tasa de variación se comparó la productividad obtenida antes y después de la aplicación del estudio de métodos.

$$TVP = \left(\frac{1,29 - 1,25}{1,25} \right) 100\%$$

$$TVP = 3,2\%$$

La productividad multifactorial del tercer trimestre del año 2017 fue superior a la productividad del segundo trimestre del año 2017 en un 3,2%.

DISCUSIÓN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

Esta investigación tuvo como propósito mejorar la productividad en la línea de producción del queso Cheddar, mediante el estudio de métodos en la empresa Milma. A través de la selección, registro, análisis de las actividades, la implantación de un plan de mejora y la evaluación de la productividad antes y después de aplicar el estudio. A continuación, se discuten los principales hallazgos de la investigación.

En la primera etapa se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa con el objetivo de identificar los factores que limitan la productividad. En esta fase se registran todas las actividades realizadas por el operario, y se establecen los hitos iniciales y finales. A través del uso de diagramas de sucesión, de movimiento y de tiempo, se identifican las actividades que agregan valor como la operación y las actividades que no agregan valor al proceso como lo son: transporte, espera, inspección y actividades combinadas (cuando se lleva a cabo una inspección en conjunto con una operación).

El uso de diagramas facilita el trabajo de comprensión de la situación actual del proceso, por ejemplo, con el diagrama hombre-máquina se aumenta el porcentaje de utilización de la prensadora de quesos y a la vez el trabajo del operario puede aprovecharse en un 100%, esto evita que existan tiempos muertos y que el ciclo de tiempo del proceso disminuya.

A partir de este punto de partida se analizan una a una las operaciones a través de la técnica del interrogatorio. Este paso es muy importante ya que por medio de la aplicación de preguntas como: quién, qué, dónde, cuándo, cómo y por qué, se establecen nuevas alternativas de mejora como, la redistribución de la planta, la ubicación más cercana del área de insumos al área de producción o la disminución de recorrido para tomar las palas de agitación en la elaboración de quesos, estas mejoras disminuyen el tiempo de ejecución de las operaciones y facilitan los procesos a los trabajadores. Sin embargo, no todas las ideas sugeridas para el mejoramiento de un proceso pueden ser aplicadas en la práctica. En el estudio se sugiere disminuir el peso del queso antes de pasar a los moldes metálicos, pero esta reducción influye directamente en el peso final del producto por lo que se afecta la calidad del mismo.

La implantación de un estudio de métodos permite que las actividades se distribuyan mejor entre los operarios, evitando sobrecarga en algunos empleados o tiempos muertos que solo alargan el tiempo de ciclo del proceso. Si se reduce personal de cierta área de producción, este puede ser aprovechado en otra área y volverla aún más productiva, al agilizar las actividades.

El estudio de métodos se complementa con el estudio de tiempos el cual inicia con la medición del número de ciclos a cronometrar, este cálculo puede aplicarse mediante el uso de tablas o ecuaciones estadísticas. Para el caso de este trabajo se calcula el número de mediciones para muestras menores a 30 observaciones, a partir de una muestra de 5 observaciones preliminares, con una probabilidad del 90% y un margen de error de $\pm 10\%$, con base en la distribución T Student, y un valor de t para

5-1=4 grados de libertad. Si el resultado obtenido es superior al número de muestras iniciales se cronometran las observaciones faltantes.

Este estudio inicial se realiza para comparar los tiempos de ciclo antes y después de la aplicación del estudio de métodos y a partir de este se establece el tiempo estándar el cual determina el tiempo que debe tardarse una actividad, ya que incluye valores como el factor de valoración o ritmo de trabajo del operario y los suplementos o tiempo adicional debido a interrupciones.

El principal aporte de un estudio de métodos es mejorar la productividad de una organización de bienes o servicios, ya sea por el aumento de sus productos generados o la disminución de los recursos utilizados, esto hace que el uso de la metodología sea importante.

Uno de los hallazgos más significativos de implantar el nuevo plan de mejora basado en el estudio de métodos, es que, al eliminar, cambiar, reorganizar, y simplificar algunas actividades se disminuyen las distancias por transportes innecesarios, se aprovecha el tiempo de trabajo de los operarios, se disminuyen los tiempos de ciclo del proceso y al final se reduce el costo de mano de obra. Esta reducción permite que se aproveche el recurso humano en otras áreas de producción, se reduzca el pago por horas extra (feriados y fines de semana) y a la vez disminuya el costo de producción del producto, generando una mayor productividad para la empresa.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El diagnóstico de la situación actual de la empresa permitió identificar las variables relacionadas con el manejo de la producción del queso Cheddar, de las cuales se determinó como punto de partida que, para producir un lote de 37 quesos (de 2,5 kg cada uno) se recorre una distancia de 160 m, se emplean 5 operarios, con un tiempo de ciclo de 5,19 h y un costo unitario de 6,34 USD.
- Las mejoras sugeridas de la aplicación de la técnica del interrogatorio fueron: mover el área de insumos a un lugar más cercano al área de producción para disminuir el tiempo de recorrido, adecuar las palas de agitación de cuajada en un solo lugar para facilitar el manejo y evitar fatigas, realizar el proceso de ajuste y alineación de los quesos antes de iniciar el prensado para incrementar el porcentaje de utilización de la máquina. Además, durante la aplicación de esta metodología se sugirió disminuir el peso de los quesos antes de ser colocados en el molde, sin embargo, se consideró que se afectaría a la calidad del producto.
- Al definir un plan de mejora para el procesamiento del queso Cheddar a través de la técnica de eliminar, cambiar, cambiar y reorganizar, y simplificar, se disminuyeron 3 operaciones, 2 transportes y 2 inspecciones. Al final se redujeron de 45 a 38 actividades, las mismas que fueron redistribuidas para 4 operarios.
- La aplicación del estudio de métodos en el análisis hombre-máquina incrementó la utilización de la prensadora en un 14% y la del operario en un 13%.
- Con la implementación del plan de mejora de la productividad, la distancia recorrida disminuyó de 160 a 97 m, y el tiempo de ciclo se redujo de 5,19 a

4,42 h, esta disminución incidió de manera positiva en la reducción del costo por mano de obra, ya que, durante el segundo trimestre el costo fue de 1 943,14 USD en jornada ordinaria y 1 943,14 USD para el pago de horas extra los días sábados; y al aplicar el estudio de métodos se disminuyó a 1 323,88 USD y 1 323,88 USD respectivamente.

- A través del estudio de métodos el costo unitario de producción de un kilogramo de queso Cheddar se redujo de 6,34 a 6,16 USD/ kg.
- La productividad multifactorial del segundo trimestre del año 2017 fue de 1,25, es decir que, por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de 1,25 USD, sin embargo al aplicar el estudio de métodos se obtuvo una productividad de 1,29, por lo tanto la productividad del tercer trimestre del año 2017 fue mayor en un 3,2%.
- La producción de queso en los dos trimestres del estudio se mantuvo en 6 697,5 kg, sin embargo la productividad mejoró un 3,2% después de aplicarse la metodología, debido a que se disminuyeron los costos de los recursos empleados (costos por mano de obra).

4.2 RECOMENDACIONES

- Aplicar esta metodología a otras líneas de producción que posea la empresa, y que necesiten de un estudio de métodos para mejorar la productividad y disminuir los costos de producción.
- Continuar con las capacitaciones a los operarios y controlar el cumplimiento de las especificaciones registradas en las guías de trabajo, como son: diagramas de sucesión, diagramas de movimiento y diagramas de tiempo.
- Realizar guías de trabajo para el uso adecuado de las herramientas y la maquinaria, con el objetivo de que el operario pueda guiarse y no afecte la funcionalidad al momento de utilizar los instrumentos de trabajo.
- Mejorar la investigación en términos de considerar otras variables, métodos o alternativas, que influyan en el desarrollo de la producción de productos lácteos de la empresa y que permitan el incremento de la productividad y la mejora de los procesos.
- Analizar los aspectos ergonómicos en puestos de trabajo para generar procesos más competitivos y eficientes que contribuyan al bienestar del operario, a la calidad del producto y al incremento económico de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abraham, C. (2008). *Manual de Tiempos y Movimientos: Ingeniería de métodos* (1ra.ed.). México: Limusa.
2. Acevedo, A. y Linares, M. (2012). *El enfoque y rol del ingeniero industrial para la gestión y decisión en el mundo de las organizaciones*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81624969002> (Junio, 2017).
3. Baca, G. Cruz, M. Cristóbal, M. Baca, G. Gutiérrez, J. Pacheco, A. Rivera, A. y Rivera, I. (2011). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México DF, México: Grupo Editorial Patria.
4. Bateman, T. (2001). *Administración: Una ventaja competitiva* (4ta. ed.). México: McGraw Hill.
5. Bravo, J. (2009). *Gestión de Procesos: Desde la mejora hasta el rediseño* (2da.ed.). Santiago de Chile, Chile: Evolución S.A.
6. Castán, J. y Guitart, L (2014). *Dirección de operaciones: Manual de ejercicios*. Barcelona. España: Universitat de Barcelona.
7. Chase, R., y Jacobs, R. (2009). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros* (12va.ed.). México: McGraw Hill.
8. Cruelles, J. (2013). *Ingeniería Industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua* (1ra.ed.). México DF, México: Alfaomega.

9. Díaz, J. (2010). *Costos Industriales sin contabilidad* (1era ed.). México: Prentice Hall.
10. Durán, F. (2007). *Ingeniería de Métodos: Globalización: Técnicas para el Manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones Fabriles, de Servicios y Hospitalarias*. Recuperado de <https://issuu.com/gerardo-esquen/docs/174170660-ingenieria-de-metodos-fre> (Junio, 2017)
11. Escalante, A. y González, J. (2016) *Ingeniería Industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil* (1ra.ed.). México DF, México: Alfaomega.
12. Fernández de Guevara, J. (2011). *La Productividad en España: Una perspectiva micro*. Bilbao, España: BBVA.
13. Gaither, N., y Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones* (8va.ed.). México DF, México: International Thomson Editores.
14. García, D. y Puente, A. (2006) *Organización de la producción en ingenierías*. Oviedo, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo.
15. García, R. (2005). *Estudio del trabajo: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (2da.ed.). México DF, México: McGraw-Hill.
16. Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma* (3ra.ed.). México: McGraw Hill.
17. Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (7ma.ed.). México DF, México: Pearson Prentice Hall.

18. Huertas, R. y Domínguez, R. (2008). *Decisiones estratégicas para la dirección de operaciones en empresas de servicios y turísticas*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
19. Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4ta.ed.). Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del trabajo.
20. Krajewsky, L., Ritzman, L. y Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de Valor* (8va.ed.). México: Prentice
21. Kumar, S. y Suresh, N. (2009). *Operations Management*. New Delhi, India: Mew Age International.
22. Lowry, S. M., H. B. Maynard y G. J. Stegemerten. (1940) *Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentive* (3ra.ed.). Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
23. Meyers, E. (2000). *Estudio de Tiempos y Movimientos: Para la manufactura ágil* (2da. ed.). México D.F, México: Pearson Educación.
24. Meyers, F. y Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (3ra.ed.). México: Prentice Hall.
25. Milma (2017a). *Producción del queso Cheddar*.
26. Milma (2017b). *Área de ventas*.
27. Münch, L. (2007). *Administración: Escuelas, proceso administrativo, áreas funcionales y desarrollo emprendedor* (1ra.ed.). México: Pearson Educación.



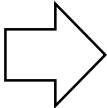
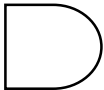

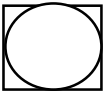
28. Neira, A. (2006). *Técnicas de medición del trabajo* (2da.ed.). Madrid, España: Fundación Confemetal.
29. Niebel, W. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño de trabajo* (12va.ed.). México DF, México: McGraw-Hill.
30. Palacios, L. (2009). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos* (1ra.ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
31. Polimeni, R., Fabozzi, F., Adelberg, A. y Kole, M. (1998). *Contabilidad de Costos: Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales* (3era. ed.). Colombia: McGraw Hill.
32. Prokopenko, J. (1989). *La Gestión de la Productividad* (1ra.ed.). Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del trabajo.
33. Quesada, M. (2007). *Estudio del Trabajo*. Medellín, Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano.
34. Ramírez, D. (2008). *Contabilidad Administrativa* (8va. ed.). México: McGraw Hill.
35. Rodríguez, M. (2007). *Procesos de trabajo: Teoría y casos prácticos* (1ra. ed.). Madrid, España: Pearson Educación.
36. Suñé, A., Gil, F. y Arcusa, I. (2004). *Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos*. Madrid, España: Díaz de Santos.

ANEXOS

ANEXO I


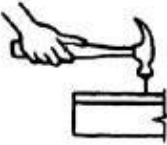


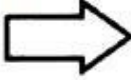




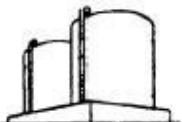
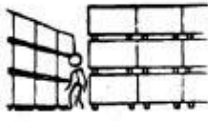




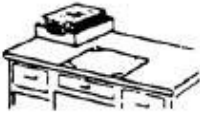



SIMBOLOGÍA DEL PROCESO

Tabla AI. 1. Simbología de diagramas de proceso

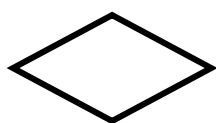
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.
	INSPECCIÓN: Indica la inspección de calidad y/o la verificación de la cantidad.
	TRANSPORTE: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
	DEPÓSITO PROVISIONAL O ESPERA: Indica demora en el desarrollo de los hechos, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.
	ALMACENAMIENTO PERMANENTE: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.
	ACTIVIDADES COMBINADAS: Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo. Se combinan los símbolos de tales actividades.

(Huertas y Domínguez, 2008, p. 90)

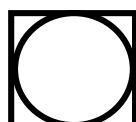
Tabla AI.2. Simbología de diagramas de proceso

<p>Operación</p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p>	 <p>Clavar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar orificio</p>
<p>Transporte</p>  <p>Una flecha indica transporte, como</p>	 <p>Mover material mediante un carro</p>	 <p>Mover material mediante una banda transportadora</p>	 <p>Mover material transportándolo (mediante un mensajero)</p>
<p>Almacenamiento</p>  <p>Un triángulo representa almacenamiento, como</p>	 <p>Materia prima en algún almacenamiento masivo</p>	 <p>Producto terminado apilado sobre tarimas</p>	 <p>Archiveros para proteger documentación</p>
<p>Retrasos</p>  <p>Una letra D mayúscula indica un retraso, como</p>	 <p>Esperar un elevador</p>	 <p>Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado</p>	 <p>Documentos en espera a ser archivados</p>
<p>Inspección</p>  <p>Un cuadrado indica inspección, como</p>	 <p>Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad</p>	 <p>Leer el medidor de vapor en el quemador</p>	 <p>Analizar las formas impresas para obtener información</p>

(Niebel y Freivalds, 2009, p. 28)



Se tomó una decisión



Se llevó a cabo una inspección en conjunto con una operación

ANEXO II

DOCUMENTOS PARA CADA ETAPA DE ESTUDIO

Tabla AII. 1. Documentos para cada etapa de estudio

ETAPA	DOCUMENTO
Selección de la actividad a estudiar	Hoja de Análisis de Pareto
Registro de la información	Especificación de trabajo Croquis de la pieza Croquis del lugar de trabajo
Análisis de la información	Lista de verificación del método Diagramas de proceso Hoja de elementos y “cortes” Hoja de muestra preliminar Hoja de cálculo de la muestra
Medición del tiempo	Formatos de estudio de tiempos para reunir datos a. General b. Ciclo breve Formatos para analizar datos a. Hoja de cálculos b. Hoja de resumen del estudio c. Hoja de análisis de estudios Formatos para calificación de la actuación del operario
Asignación de suplementos	Formatos para asignar suplementos
Determinar el tiempo estándar	Hoja de norma de tiempo o tiempo estándar

(Escalante y González, 2016, p. 454)

ANEXO III

CÁLCULO DEL NÚMERO DE CICLOS MEDIANTE EL USO DE TABLAS

Tabla AIII. 1. Número recomendado de ciclos de observación con base a la duración del ciclo

Tiempo de ciclos (minutos)	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 – más	3

(Niebel y Freivalds, 2009, p. 340)

Tabla AIII. 2. Número recomendado de ciclos de observación en función al volumen de la producción

Ciclo en minutos	Menor a 1,000 piezas	1,000 a 10,000	Mayor a 10,000 piezas
60	2	3	5
15	6	8	12
5	8	10	20
1.2	15	20	40
0,48	25	30	60
0,18	40	50	100
0,12	50	60	120

(Escalante y González, 2016, p. 459)

ANEXO IV

SUPLEMENTOS DE TRABAJO

Tabla AIV. 1. Suplementos recomendados por la organización internacional del trabajo

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES							
Nº	Tipo de Suplemento	Hombres	Mujeres				
A.	Suplementos por necesidades personales	5	7				
B.	Suplementos base por fatiga	4	4				
2. SUPLEMENTOS VARIABLES							
Nº	Tipo de Suplemento	Hombres	Mujeres	Nº	Tipo de Suplemento	Hombres	Mujeres
A.	Suplemento por trabajar de pie	2	4	F.	Concentración intensa		
B.	Suplemento por postura anormal				Trabajos de cierta precisión	0	0
	Ligeramente incómoda	0	1		Trabajos precisos o fatigosos	2	2
	Incómoda (inclinado)	2	3		Trabajo de gran precisión o muy fatigosos	5	5
	Muy incómoda (echado, es)	7	7	G.	Ruido		
C.	Uso de fuerza/energía muscular (levantar, tirar, empujar)				Continuo	0	0
	Peso levantado (Kg)				Intermitente y fuerte	2	2
	2,5	0	1		Intermitente y muy fuerte	5	5
	5	1	2		Estridente y fuerte		
	10	3	4	H.	Tensión mental		
	20	9	13		Proceso bastante complejo	1	1
	25	13	20 (Máx)		Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
	33,5	22			Muy complejo	8	8
D.	Mala iluminación			I.	Monotonía		
	Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		Trabajo algo monótono	0	0
	Bastante por debajo	2	2		Trabajo bastante monótono	1	1
	Absolutamente insuficiente	5	5		Trabajo muy monótono	4	4
E.	Condiciones atmosféricas (calor y humedad)			J.	Tedio		
	Índice de enfriamiento Kata (milicalorías/cm2/segundo)				Trabajo algo aburrido	0	0
	16	0			Trabajo bastante aburrido	2	1
	8		10		Trabajo muy aburrido	5	2
	4		45				
	2		100				

(García, 2005, p. 228)

ANEXO V

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Producción del Queso Cheddar

Periodo: Enero - Junio

	Mes	Unidades Producidas (2,5 kg)	Cantidad Producida en kg	Costo de cada Unidad de 2,5 kg	Costo de Producción USD
1	Enero	893	2232,50	15,85	14154,05
2	Febrero	895	2237,50	15,85	14185,75
3	Marzo	894	2235,00	15,85	14169,90
4	Abril	896	2240,00	15,85	14201,60
5	Mayo	894	2235,00	15,85	14169,90
6	Junio	895	2237,50	15,85	14185,75
	TOTAL	5367	6712,50		85066,95

Producción del Queso Holandés

Periodo: Enero - Junio

	Mes	Unidades Producidas (2,5 kg)	Cantidad Producida en kg	Costo de cada Unidad de 2,5 kg	Costo de Producción USD
1	Enero	1003	2507,50	13,35	13390,05
2	Febrero	1005	2512,50	13,35	13416,75
3	Marzo	1002	2505,00	13,35	13376,70
4	Abril	1006	2515,00	13,35	13430,10
5	Mayo	1005	2512,50	13,35	13416,75
6	Junio	1004	2510,00	13,35	13403,40
	TOTAL	6025	15062,5		80433,75

Producción del Queso Pizza

Periodo: Enero - Junio

	Mes	Unidades Producidas (2,5 kg)	Cantidad Producida en kg	Costo de cada Unidad de 2,5 kg	Costo de Producción USD
1	Enero	839	2097,50	14,82	12433,98
2	Febrero	840	2100,00	14,82	12448,8
3	Marzo	840	2100,00	14,82	12448,8
4	Abril	842	2105,00	14,82	12478,44
5	Mayo	841	2102,50	14,82	12463,62
6	Junio	842	2105,00	14,82	12478,44
	TOTAL	5044	12610,00		74752,08

Figura AV. 1. Costos de producción Milma Periodo Enero a Junio 2017
(Milma, 2017a)

Producción del Queso Mozzarella

Periodo: Enero - Junio

	Mes	Unidades Producidas (2,5 kg)	Cantidad Producida en kg	Costo de cada Unidad de 2,5 kg	Costo de Producción USD
1	Enero	524	1310,00	11,05	5790,2
2	Febrero	524	1310,00	11,05	5790,2
3	Marzo	525	1312,50	11,05	5801,25
4	Abril	525	1312,50	11,05	5801,25
5	Mayo	524	1310,00	11,05	5790,2
6	Junio	525	1312,50	11,05	5801,25
	TOTAL	3147	7867,5		34774,35

Producción del Queso Fresco

Periodo: Enero - Junio

	Mes	Unidades Producidas (450 g)	Cantidad Producida en kg	Costo de cada Unidad de 450 g	Costo de Producción USD
1	Enero	2062	927,90	2,25	4639,50
2	Febrero	2063	928,35	2,25	4641,75
3	Marzo	2063	928,35	2,25	4641,75
4	Abril	2064	928,80	2,25	4644,00
5	Mayo	2062	927,90	2,25	4639,50
6	Junio	2064	928,80	2,25	4644,00
	TOTAL	12378	5570,10		27850,50

Producción del Queso Americano

Periodo: Enero - Junio

	Mes	Unidades Producidas (2,5 kg)	Cantidad Producida en kg	Costo de cada Unidad de 2,5 kg	Costo de Producción USD
1	Enero	203	507,5	12,25	2486,75
2	Febrero	203	507,5	12,25	2486,75
3	Marzo	204	510	12,25	2499,00
4	Abril	205	512,5	12,25	2511,25
5	Mayo	203	507,5	12,25	2486,75
6	Junio	205	512,5	12,25	2511,25
	TOTAL	1223	3057,5		14981,75

Figura AV.1. Costos de producción Milma Periodo Enero a Junio 2017 (continuación...)
(Milma, 2017a)

Producción de Crema					
Periodo: Enero - Junio					
	Mes	Unidades Producidas (1 L)	Cantidad Producida (L)	Costo de cada Unidad de 2,5 Kg	Costo de Producción USD
1	Enero	4386	4386	0,65	2850,90
2	Febrero	4387	4387	0,65	2851,55
3	Marzo	4388	4388	0,65	2852,20
4	Abril	4389	4389	0,65	2852,85
5	Mayo	4388	4388	0,65	2852,20
6	Junio	4389	4389	0,65	2852,85
	TOTAL	26327	26327		17112,55

Producción del Dulce de Leche					
Periodo: Enero - Junio					
	Mes	Unidades Producidas (450 g)	Cantidad Producida en kg	Costo de cada Unidad de 450 g	Costo de Producción USD
1	Enero	207	517,5	5,35	1107,45
2	Febrero	209	522,5	5,35	1118,15
3	Marzo	208	520	5,35	1112,80
4	Abril	210	94,50	5,35	1123,50
5	Mayo	208	93,6	5,35	1112,80
6	Junio	210	94,5	5,35	1123,50
	TOTAL	1252	1842,6		6698,20

Producción del Queso Provolone					
Periodo: Enero - Junio					
	Mes	Unidades Producidas (2,5 kg)	Cantidad Producida en kg	Costo de cada Unidad de 2,5 kg	Costo de Producción USD
1	Enero				
2	Febrero				
3	Marzo				
4	Abril	116	290,00	15,65	1815,40
5	Mayo	117	292,5	15,65	1831,05
6	Junio	117	292,5	15,65	1831,05
	TOTAL	350	875,00		5477,50

Producción del Queso Gouda					
Periodo: Enero - Junio					
	Mes	Unidades Producidas (450 g)	Cantidad Producida en kg	Costo de cada Unidad de 450 g	Costo de Producción USD
1	Enero				
2	Febrero				
3	Marzo				
4	Abril				
5	Mayo	17	7,65	9,5	161,50
6	Junio	18	8,10	9,5	171,00
	TOTAL	35	15,75		332,50

Figura AV.1. Costos de producción Milma Periodo Enero a Junio 2017 (continuación...)
(Milma, 2017a)

ANEXO VI

DIAGRAMAS DE RECORRIDO

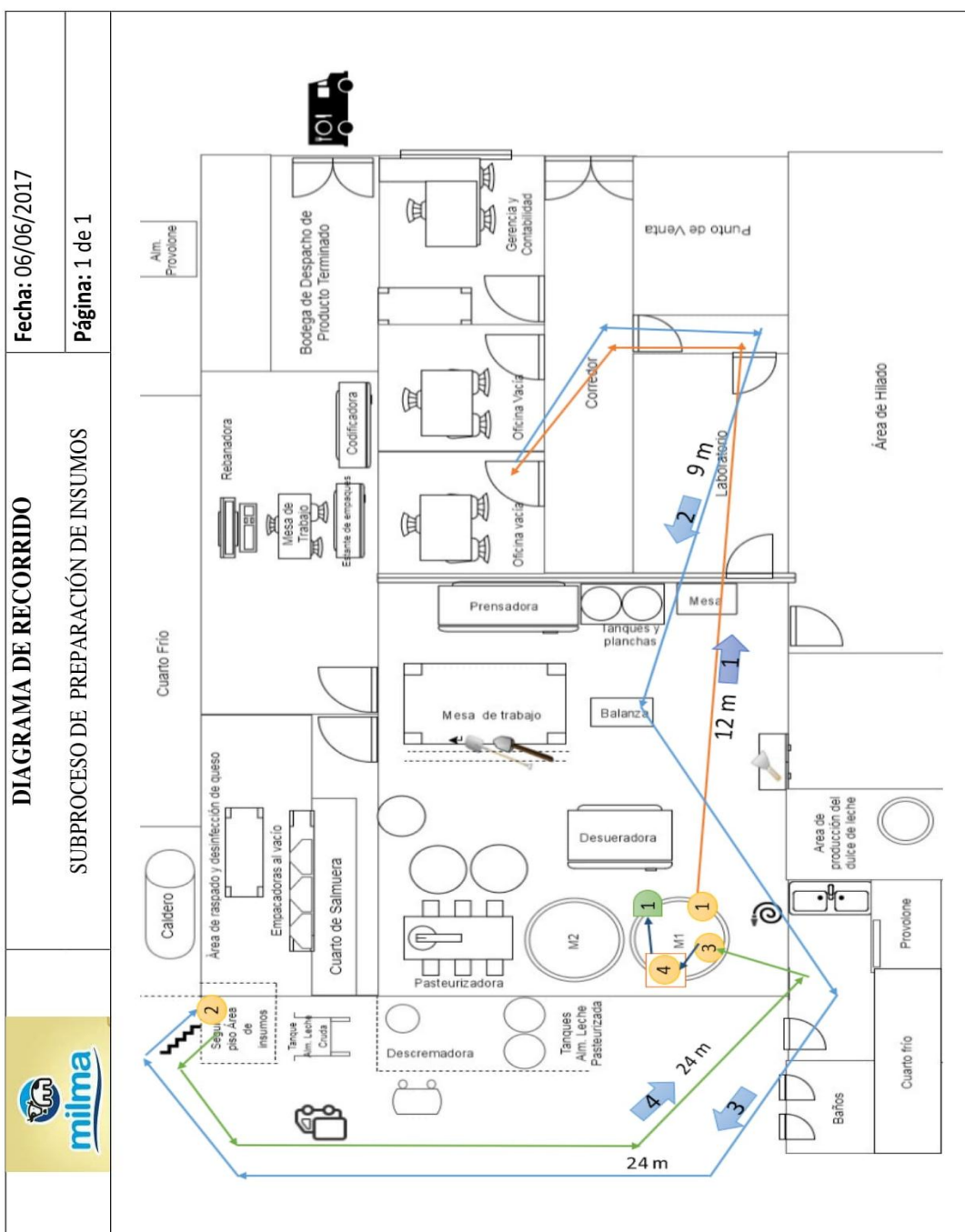


Figura AVI. 1. Diagrama de Recorrido - Subproceso de preparación de insumos

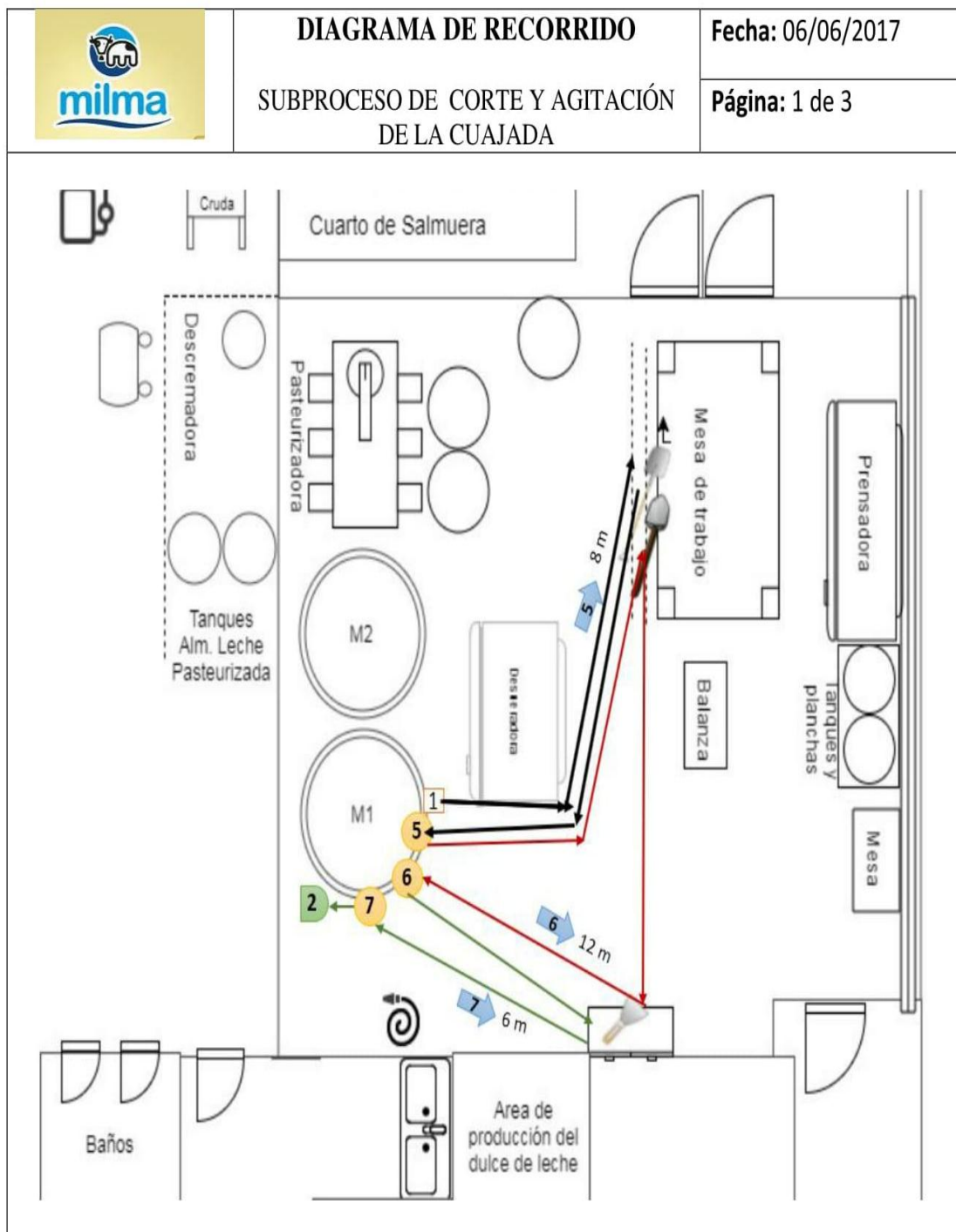


Figura AVI. 2. Diagrama de Recorrido - Subproceso de corte y agitación de la cuajada

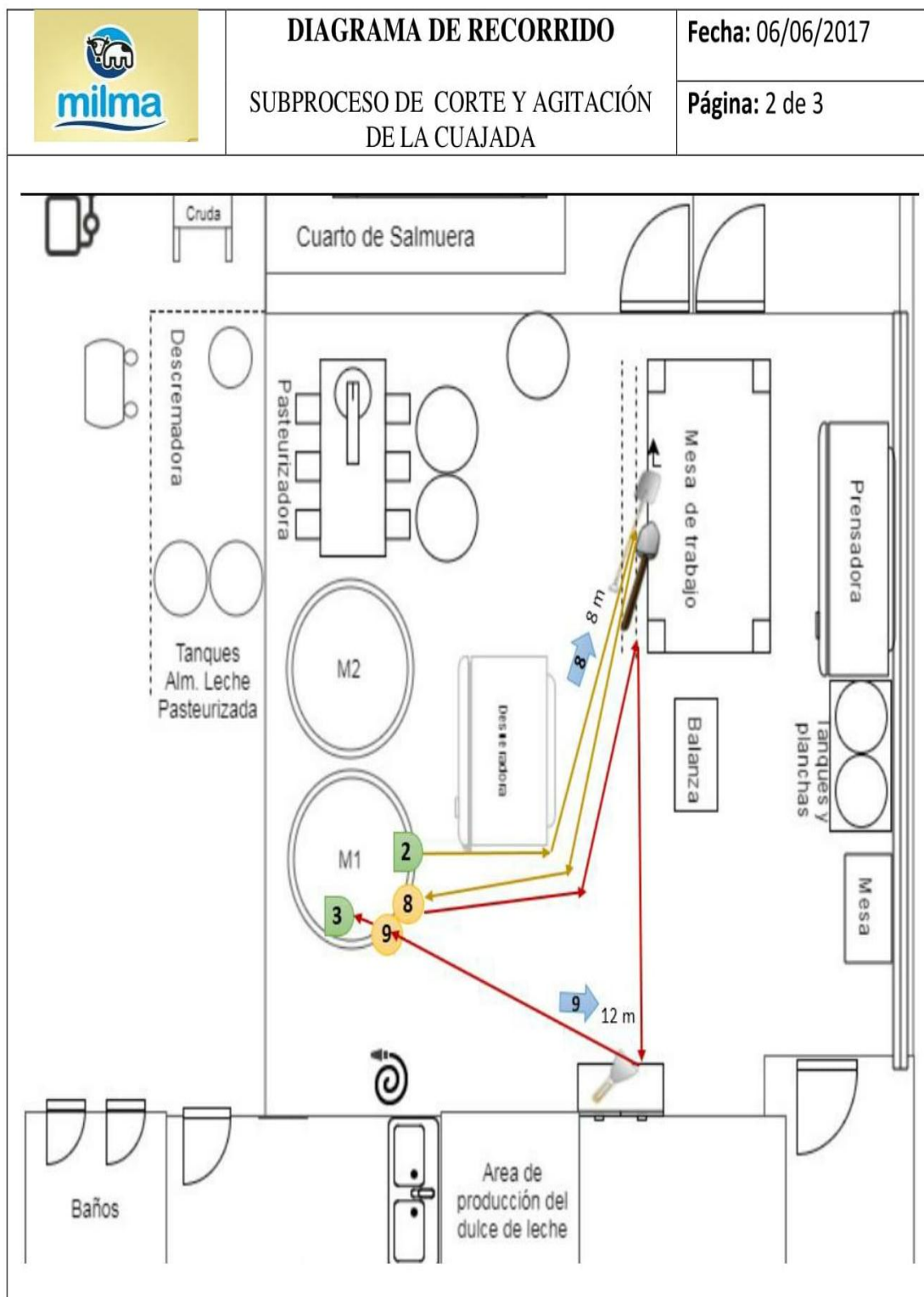


Figura AVI.2. Diagrama de Recorrido - Subproceso de corte y agitación de la cuajada (continuación...)

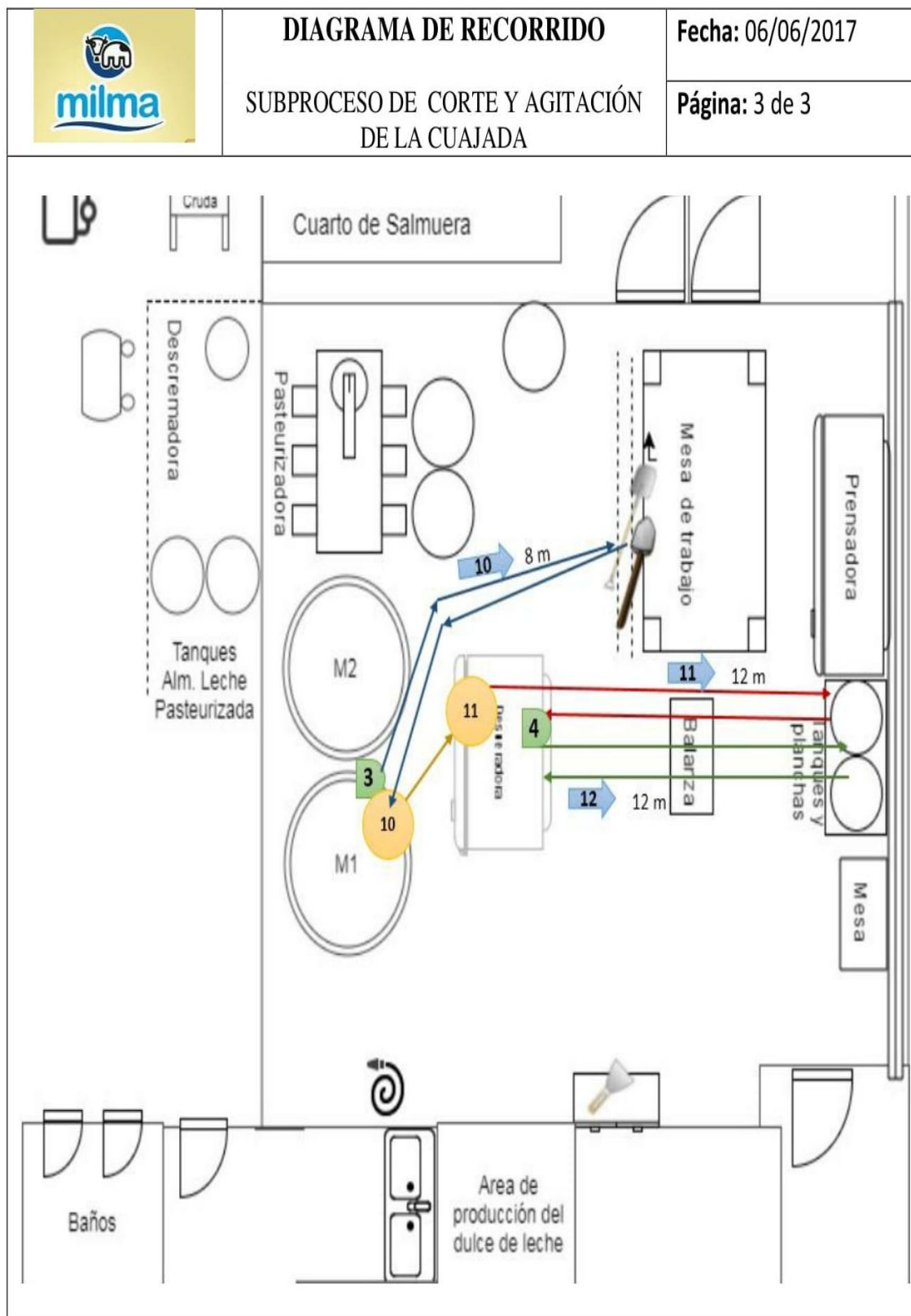


Figura AVI.2. Diagrama de Recorrido - Subproceso de corte y agitación de la cuajada (continuación...)

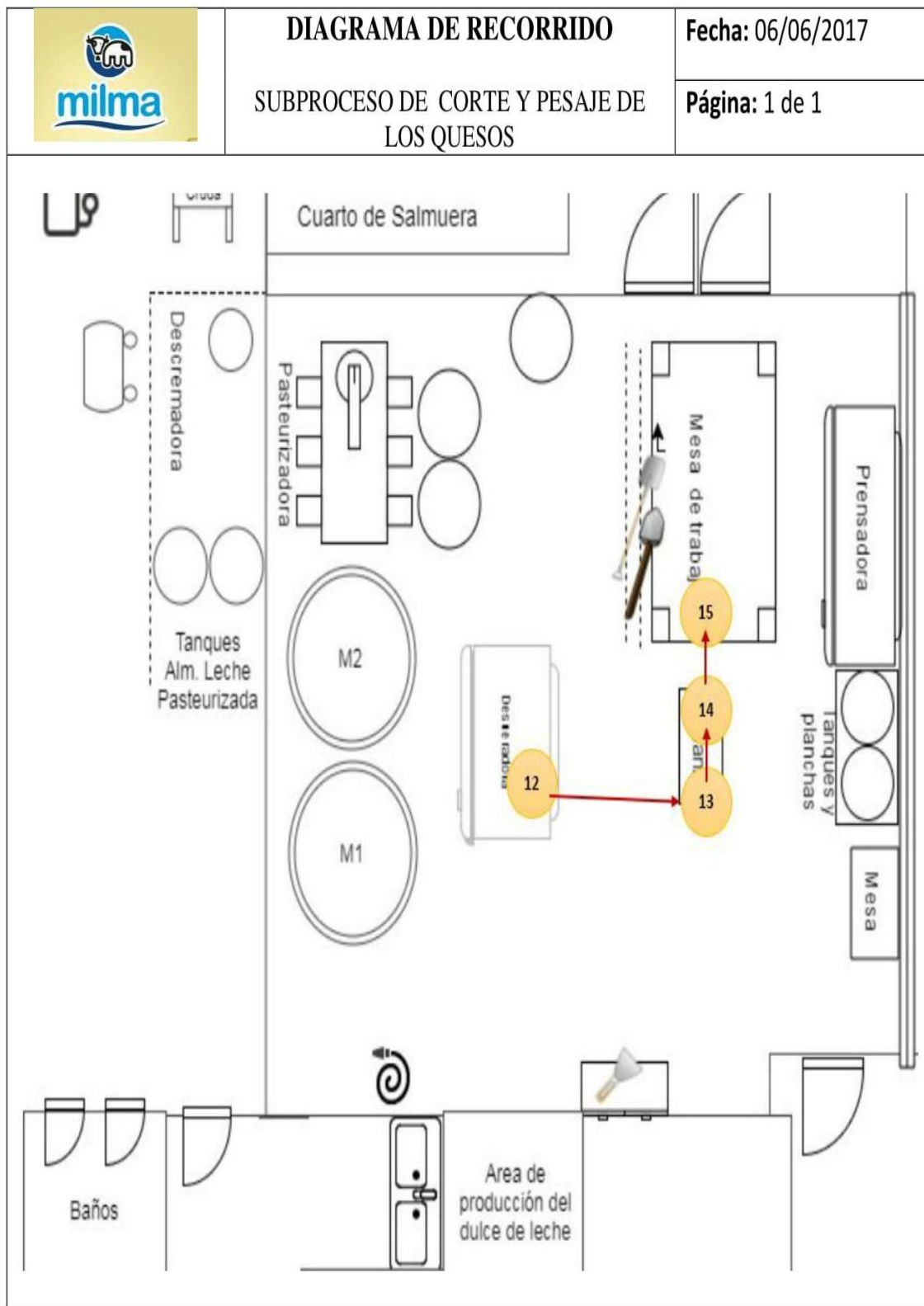


Figura AVI. 3. Diagrama de Recorrido - Subproceso de corte y pesaje de los quesos

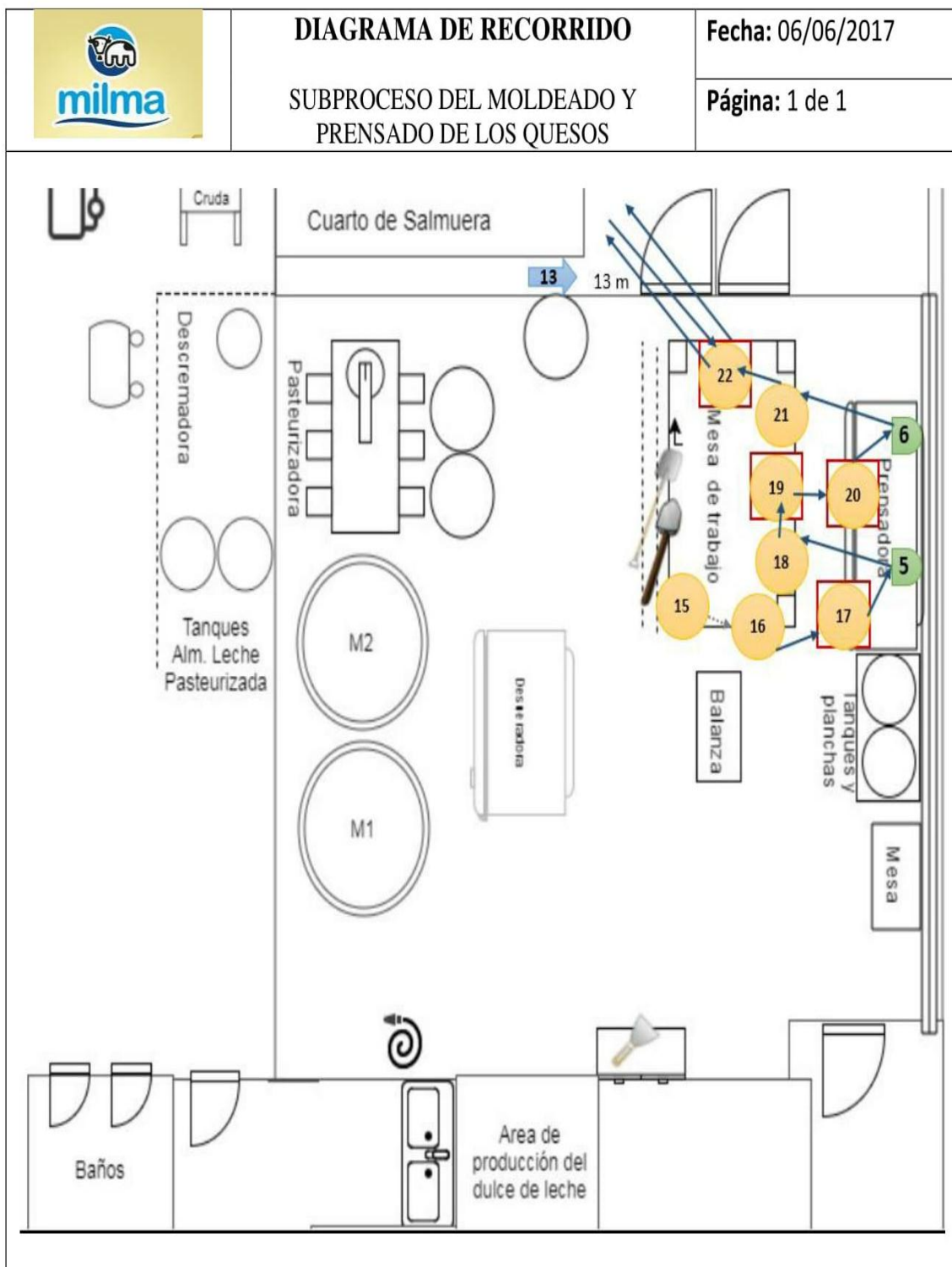


Figura AVI. 4. Diagrama de Recorrido - Subproceso de moldeado y prensado de los quesos

ANEXO VII

MEDICIÓN DE TIEMPOS ANTES DE LA APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

Tabla AVII. 1. Toma de tiempos preliminares mediante cronometraje acumulativo de las 45 actividades iniciales

N°	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES CON EL MÉTODO ACTUAL	1	2	3	4	5	Promedio
1	Colocar la manguera en la marmita y amarrar para llenado de leche pasteurizada	0:01:58	0:02:05	0:01:55	0:02:01	0:02:00	0:02:00
2	Trasladarse hasta la oficina y tomar bolsas plásticas	0:00:25	0:00:27	0:00:24	0:00:25	0:00:27	0:00:26
3	Trasladarse hasta el área de producción y tomar la balanza	0:00:22	0:00:24	0:00:21	0:00:22	0:00:24	0:00:23
4	Trasladarse al área de insumos en el segundo piso	0:00:34	0:00:32	0:00:34	0:00:32	0:00:34	0:00:33
5	Pesar los insumos	0:01:02	0:01:04	0:01:00	0:01:03	0:01:04	0:01:03
6	Regresar al área de producción	0:00:40	0:00:37	0:00:38	0:00:37	0:00:39	0:00:38
7	Retirar manguera	0:01:08	0:01:10	0:01:11	0:01:12	0:01:10	0:01:10
8	Revisar, T° (32-33°), % de grasa (2,9-3,2), agregar insumos , cuajo y agitar	0:00:28	0:00:31	0:00:28	0:00:30	0:00:31	0:00:30
9	Cuajado de la mezcla	0:32:06	0:32:06	0:32:07	0:32:06	0:32:07	0:32:06
10	Inspección de consistencia de la cuajada	0:00:19	0:00:21	0:00:18	0:00:19	0:00:21	0:00:20
11	Tomar pala de hilos de la mesa y regresar a la marmita	0:00:11	0:00:12	0:00:09	0:00:11	0:00:12	0:00:11
12	Cortar cuajada con pala de hilos	0:01:06	0:01:06	0:01:05	0:01:06	0:01:04	0:01:05
13	Dejar pala de hilos en la mesa y caminar hacia cubeta para tomar recogedor de metal	0:00:16	0:00:19	0:00:18	0:00:17	0:00:16	0:00:17
14	Voltear la mezcla con recogedor de metal	0:04:11	0:04:09	0:04:12	0:04:14	0:04:11	0:04:11
15	Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador	0:00:08	0:00:07	0:00:10	0:00:09	0:00:07	0:00:08
16	Desuerar la mezcla sosteniendo bomba y colador	0:00:29	0:00:29	0:00:32	0:00:30	0:00:31	0:00:30
17	Primer desuerado	0:03:45	0:03:47	0:03:44	0:03:46	0:03:47	0:03:46
18	Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:13	0:00:12
19	Agitar la mezcla con pala grande	0:20:13	0:20:13	0:20:12	0:20:12	0:20:13	0:20:13
20	Dejar pala grande sobre la mesa y caminar para tomar colador	0:00:17	0:00:16	0:00:15	0:00:16	0:00:17	0:00:16
21	Colocar bomba y sostener colador para desuerado	0:00:32	0:00:31	0:00:28	0:00:29	0:00:30	0:00:30

Tabla AVII.1. Toma de tiempos preliminares mediante cronometraje acumulativo de las 45 actividades iniciales (continuación...)

Nº	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES CON EL MÉTODO ACTUAL	1	2	3	4	5	Promedio
22	Segundo desuerado	0:12:31	0:12:30	0:12:31	0:12:32	0:12:30	0:12:31
23	Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita	0:00:12	0:00:11	0:00:10	0:00:13	0:00:13	0:00:12
24	Agitar la mezcla con pala grande	0:31:22	0:31:21	0:31:24	0:31:22	0:31:24	0:31:23
25	Pasar la mezcla de la marmita a la fosa de desuerado	0:02:39	0:02:39	0:02:38	0:02:40	0:02:39	0:02:39
26	Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques con 40 L de agua c/u para pre-prensado	0:01:24	0:01:27	0:01:25	0:01:26	0:01:25	0:01:25
27	Pre-prensado	0:45:25	0:45:23	0:45:25	0:45:25	0:45:24	0:45:24
28	Retirar tanques, planchas metálicas y tela	0:01:23	0:01:23	0:01:24	0:01:21	0:01:23	0:01:23
29	Cortar queso con moldeador metálico rectangular	0:01:35	0:01:33	0:01:34	0:01:35	0:01:36	0:01:35
30	Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza	0:03:30	0:03:30	0:03:31	0:03:29	0:03:30	0:03:30
31	Pesar el queso (3 500-3 550 g) y colocarlo sobre la mesa metálica	0:10:16	0:10:17	0:10:16	0:10:15	0:10:16	0:10:16
32	Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para	0:05:22	0:05:22	0:05:21	0:05:20	0:05:22	0:05:21
33	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	0:02:02	0:01:59	0:02:01	0:02:00	0:01:57	0:02:00
34	Primer prensado	0:09:05	0:09:00	0:09:00	0:09:02	0:09:00	0:09:01
35	Parar la máquina y ajustar los quesos	0:05:10	0:05:10	0:05:06	0:05:04	0:05:04	0:05:07
36	Continuar primer prensado	0:05:47	0:05:56	0:05:50	0:05:55	0:05:55	0:05:53
37	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	0:01:22	0:01:23	0:01:20	0:01:22	0:01:23	0:01:22
38	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora	0:13:02	0:13:05	0:13:06	0:13:01	0:13:04	0:13:04
39	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	0:02:00	0:02:03	0:02:02	0:02:00	0:02:03	0:02:02
40	Segundo prensado	0:30:05	0:30:03	0:30:06	0:30:03	0:30:05	0:30:04
41	Parar la máquina y ajustar los quesos	0:09:10	0:09:08	0:09:12	0:09:15	0:09:15	0:09:12
42	Continuar segundo prensado	0:32:52	0:32:50	0:32:51	0:32:52	0:32:50	0:32:51
43	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	0:01:21	0:01:20	0:01:22	0:01:20	0:01:21	0:01:21
44	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal	0:12:05	0:12:03	0:12:03	0:12:01	0:12:03	0:12:03
45	Trasladar los queso al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera	0:01:01	0:01:00	0:01:02	0:01:02	0:01:00	0:01:01
Tiempo total (h/min/s)		5:11:01	5:11:14	5:10:53	5:11:06	5:11:20	5:11:07
Tiempo total (min)		311,02	311,23	310,88	311,10	311,33	311,11

ANEXO VIII

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

Tabla AVIII. 1. Preguntas preliminares del subproceso de preparación de insumos


		TÉCNICA DEL INTERROGATORIO					Hoja 1 de 2
		HOJA DE ANÁLISIS (PREGUNTAS PRELIMINARES)					
Proceso:	Procesamiento del queso Cheddar		Fecha:	27/06/2017	Medios	Justificación	
Subproceso:	Preparación de insumos		¿Quién?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	
N° de operación	Operación	Propósito ¿Qué?	Lugar ¿Dónde?	Sucesión	Medios	Justificación	
1	Colocar la manguera en la mamita y amarrar para llenado de leche pasteurizada	Se coloca la manguera que contiene la leche pasteurizada, se amarra con una tela	Dentro del área de producción, se coloca la manguera sobre la mamita a llenar	Cuando la mamita está limpia y lista para una nuevo lote de producción	Se coloca la manguera sobre la mamita y se amarra con una tela para evitar que la manguera se caiga	Para iniciar el proceso de producción de queso	
2	Trasladarse hasta la oficina y tomar bolsas plásticas	Caminar hacia una de las oficinas vacías, tomar 3 bolsas plásticas	Las bolsas plásticas se toman de una de las oficinas vacías.	Después de adaptar la manguera sobre la mamita, y cuando el gerente de producción indica el tipo de queso a realizar	El operario camina hacia la oficina vacía y toma las bolsas plásticas con las manos	Porque no existe un solo lugar para el almacenamiento de materiales e insumos	
3	Trasladarse hasta el área de producción y tomar la balanza	Dirigirse al área de producción, tomar la balanza	La balanza se toma del área de producción.	Cuando ya se tomaron las bolsas plásticas para el pesaje	El operario con las bolsas plásticas, camina hacia el área de producción y toma la balanza con las dos manos	Porque el área de insumos no cuenta con balanza y se utiliza la misma balanza de producción para el pesaje de los materiales	
4	Trasladarse al área de insumos en el segundo piso	Caminar hacia el área de insumos en el segundo piso	Desde el área de producción al área de insumos en el segundo piso	Después de haber tomado las bolsas plásticas y la balanza	El operario sostiene las bolsas plásticas y la balanza con las manos y camina hacia el área de insumos	Porque en esta área se encuentran almacenados los insumos para la elaboración del queso	

Tabla AVIII.1. Preguntas preliminares del subproceso de preparación de insumos
(continuación...)


		TÉCNICA DEL INTERROGATORIO					Hoja 2 de 2
		HOJA DE ANÁLISIS (PREGUNTAS PRELIMINARES)					
Proceso:		Procesamiento del queso Cheddar		Fecha:		Medios	
Subproceso:		Preparación de insumos		27/06/2017			
N° de operación	Operación	Propósito ¿Qué?	Lugar ¿Dónde?	Sucesión ¿Cuándo?	Justificación ¿Por qué?		
5	Pesar los insumos	Pesar los insumos y colocarlos en las bolsas	Los insumos se pesan en el área de insumos en el segundo piso	Cuando se ha llegado al plástico sobre la balanza y pesa los insumos con las bolsas plásticas y la balanza	El operario coloca la bolsa Cheddar	Porque solo se cuentan con presentaciones grandes de los insumos, es por ello que siempre se requiere pesar	
6	Regresar al área de producción	Regresar con los insumos pesados al área de producción	Desde el área de insumos al área de producción	Una vez que los insumos para el queso Cheddar han sido pesados	El operario coloca los insumos pesados sobre la balanza y camina desde el área de insumos hacia el área de procesamiento	Para colocar los insumos en la leche y continuar con el proceso de producción del queso	
7	Retirar manguera	Retirar la manguera de llenado de leche fuera de la marmita	Área de marmitas	Cuando la marmita ya se encuentra llena con los cerca a la marmita, y 1500 lbs de leche para iniciar su producción	Desatando la tela que mantenía a la manguera	Porque la marmita ya se llenó con los 1500 l para iniciar el proceso	
8	Revisar, T° (32-33°), % de grasa (29-32), agregar insumos, cuajo y agitar	Tomar el termómetro y medir la temperatura requerida para el proceso. La grasa es medida por el laboratorista.	Dentro del área de producción, se coloca la manguera sobre la marmita a llenar	Después de retirar la manguera y antes de agregar los insumos a la leche	Utilizando termómetro y analizando una muestra de la leche en el laboratorio	Porque se deben cumplir con los estándares y requerimientos de calidad para la elaboración del queso.	
9	Espera hasta que la mezcla se cuaje	Se deja a la mezcla en reposo hasta que tenga la consistencia para el corte, 30 min aprox.	En el área de producción	Después de haber agregado los insumos y el cuajo a la leche	El operario empieza el llenado de la otra marmita para iniciar una nueva producción	Porque el cuajo debe reaccionar por un tiempo con la leche para que separe a la cascaina del suero	
Observaciones:	De las operaciones analizadas se seleccionaron aquellas en las que se presentaban más problemas o mayores oportunidades de mejora. A las operaciones seleccionadas se les aplicó preguntas de fondo a través de una lista de verificación.						
Analista:	Ing. Vanessa Cadena		Aprobado por:		Ing. Joby Puthukulangara		

Tabla AVIII. 2. Lista de verificación relativa a los movimientos - Subproceso de preparación de insumos

LISTA DE VERIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS			
Tarea:	Proceso:	Procesamiento del queso Cheddar	
1. Colocar la manguera en la marmita y amarrar para llenado de leche pasteurizada	Subproceso:	Preparación de insumos	
7. Retirar manguera	Fecha:	27/06/2017	
Pregunta	SI	NO	Comentarios
¿Se puede eliminar el amarrado de la manguera?	X		
¿Se puede hacer más fácil la operación con herramientas mejor diseñadas?	X		Se podría utilizar un adaptador o abrazadera para la manguera
¿Podría montarse un dispositivo de sujeción en la marmita para sujetar la manguera de manera más fácil?	X		Sería más fácil colocar un dispositivo, ya que a veces al amarrar con la tela, cae leche en el suelo

Tabla AVIII. 3. Lista de verificación relativa a la manipulación de materias primas - Subproceso de preparación de insumos

LISTA DE VERIFICACIÓN RELATIVA A LA MANIPULACIÓN DE MATERIAS PRIMAS			
Tarea:	Proceso:		Procesamiento del queso Cheddar
2. Trasládarse hasta la oficina y tomar bolsas plásticas	Subproceso:	Preparación de insumos	
3. Trasládarse hasta el área de producción y tomar la balanza			
4. Trasládarse al área de insumos en el segundo piso			
5. Pesar los insumos	Fecha:	27/06/2017	
6. Regresar al área de producción			
Pregunta	SI	NO	Comentarios
¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?	X		El operario recorre alrededor de 69 metros para la preparación y pesaje de los insumos. Además invierte más tiempo en el transporte, que en la operación del pesaje de los insumos
¿Puede cambiarse de lugar el área de almacenamiento, para reducir la manipulación y el transporte?	X		Se sugiere que se ubique al área de insumos en un solo lugar y más cercana al área de producción
¿Se podría tener los materiales pesados con anterioridad?	X		En alguna de las esperas del proceso el operario podría dejar pesando los insumos
¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?	X		El gerente podría buscar presentaciones de insumos más fáciles de manipular
¿Deberían utilizarse bandas transportadoras, elevadores para el transporte de los insumos?		X	Resultaría más fácil cambiar la ubicación del área de insumos, a querer colocar un sistema de transporte, ya que las cantidades que se transporta son pequeñas.

Tabla AVIII. 4. Preguntas preliminares del subproceso de corte y agitación de la cuajada


		TÉCNICA DEL INTERROGATORIO						Hoja 1 de 4
		HOJA DE ANÁLISIS (PREGUNTAS PRELIMINARES)						
Proceso:	Procesamiento del queso Cheddar						27/06/2017	Justificación ¿Por qué?
Subprocesos:	Corte y agitación de la cuajada							
N° de operación	Operación	Propósito ¿Qué?	Lugar ¿Dónde?	Sucesión ¿Cuándo?	Medios ¿Cómo?			
10	Inspección de consistencia de la cuajada	Se revisa varias veces la consistencia de la cuajada utilizando la mano	Dentro del área de producción, el operario toca la consistencia de la cuajada que se halla en la marmita	Cuando ha transcurrido el tiempo de cuajado de la leche, 30 minutos aproximadamente	El operario con experiencia usa la mano para saber la consistencia de la cuajada	Porque la inspección de la consistencia es imprescindible para la realización del queso		
11	Tomar pala de hilos de la mesa y regresar a la marmita	Se camina hasta la mesa metálica y se toma la pala de hilos o lira	Dentro del área de procesamiento, se camina desde la marmita hacia la mesa y se regresa a la marmita	Cuando la consistencia de la cuajada presente las características ideales para ser cortada	Se recorre desde la marmita a la mesa y se toma con la mano la pala de hilos para realizar el primer corte	Porque es necesario trasladarse hacia donde se encuentre la pala de hilos para realizar el primer corte		
12	Cortar cuajada con pala de hilos	Se toma la pala y se realiza el primer corte de la cuajada	En la marmita donde la consistencia de la cuajada es la ideal para el corte	Cuando la consistencia de la cuajada presente las características ideales para ser cortada	Se toma la pala con las dos manos y se corta longitudinal y transversalmente	Porque es necesario que el primer corte se haga con la pala de hilos		
13	Dejar pala de hilos en la mesa y caminar hacia cubeta para tomar recogedor de metal	Se sacude la pala de hilos para que caiga la cuajada que se quedó en ella, se camina para colocarla en la mesa de metal y se toma al recogedor de la cubeta, para finalmente regresar a la marmita y realizar el volteo	Dentro del área de procesamiento, se camina desde la marmita hacia la mesa, de la mesa hacia la cubeta y se regresa a la marmita	Después de hacer el primer corte, se busca el recogedor para realizar el primer volteo	Se camina desde la marmita a la mesa, de la mesa a la cubeta, se toma con la mano el recogedor y se regresa a la marmita	Porque después del corte debe tomarse la pala para realizar el primer volteo		
14	Voltear la mezcla con recogedor de metal	Se toma la pala y se realiza el primer volteo utilizando la mano derecha	En la marmita, donde ya se realizó el primer corte con la pala de hilos	Después de hacer el primer corte, con el recogedor se voltea el grano formado por la pala de hilos	Se realizan movimientos suaves y continuos para que los granos del fondo salgan a la superficie y viceversa	Porque después de corte, los granos formados deben voltearse. Los que están en la superficie y la superficie deben bajar y viceversa		

Tabla AVIII.4. Preguntas preliminares del subproceso de corte y agitación de la cuajada
(continuación...)

		TÉCNICA DEL INTERROGATORIO						Hoja 2 de 4
		HOJA DE ANÁLISIS (PREGUNTAS PRELIMINARES)						
Proceso:		Procesamiento del queso Cheddar		Fecha:		27/06/2017		
Subproceso:		Corte y agitación de la cuajada		Sucesión		Medios		
N° de operación	Operación	Propósito ¿Qué?	Lugar ¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	Justificación ¿Por qué?		
15	Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador	Se lava el recogedor y se lo coloca en la cubeta con agua y desinfectante, se cubeta y se regresa a la marmitta para tomar el colador y realizar el primer desuerado	Se deja al recogedor en la cubeta y se regresa a la marmitta para realizar el primer desuerado	Después de haber volteado la mezcla con el recogedor	Se cuba desde la marmitta a la cubeta, se lava el recogedor y se regresa a la marmitta para tomar el colador y la manguera de desuerado	Porque después del corte y volteo, el suero debe ser extraído para facilitar los siguientes procesos		
16	Desuera la mezcla sosteniendo bomba y colador	Se coloca el colador y sobre éste la manguera, se enciende la bomba y se comienza a desuera la mezcla	En la marmitta donde se realizó el corte y el primer volteo	Después de haber volteado la mezcla con el recogedor	Se cuba el colador y se desuera poniendo la manguera sobre éste, aquí el operario debe estar sosteniendo la manguera y revisando que el colador no se voltee	Porque después de cortar y voltear la mezcla, es necesario desuera para poder hacer las agitaciones posteriores con mayor facilidad y evitar que se riegue parte de la cuajada		
17	Espera primer desuerado	Se sostiene la manguera mientras extrae el suero, 100 lts aproximadamente	En la marmitta donde se realizó el corte y el primer volteo	Después de colocar el colador y encender la bomba para extraer el suero	Se toma con una mano la manguera y con la otra el colador, evitando que éste se voltee	Porque al desuera se facilitan las agitaciones posteriores		
18	Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmitta	Se camina hasta la mesa metálica y se toma la pala grande	Dentro del área de procesamiento, se camina desde la marmitta hacia la mesa y se regresa a la marmitta	Cuando ya se ha realizado el primer desuerado	Se recorre desde la marmitta a la mesa y se toma con la mano la pala grande para realizar la agitación	Porque es necesario trasladarse hacia donde se encuentre la pala de hilos para realizar el primer corte		
19	Agitar la mezcla con pala grande	Se agita constantemente toda la mezcla con la pala grande por un tiempo aproximado de 15 minutos	En la marmitta donde se realizó el primer desuerado	Después del primer desuerado	Se toma la pala con las dos manos. La agitación debe ser suave al inicio y se aumenta su intensidad gradualmente	Porque permite la expulsión del suero que está en los granos		

1 operario del área de producción

Tabla AVIII.4. Preguntas preliminares del subproceso de corte y agitación de la cuajada (continuación...)


		TÉCNICA DEL INTERROGATORIO HOJA DE ANÁLISIS (PREGUNTAS PRELIMINARES)							Hoja 3 de 4
		Proceso: Subproceso:	Propósito ¿Qué?	Lugar ¿Dónde?	Sucesión ¿Cuándo?	Fecha: 27/06/2017	Medios ¿Cómo?	Justificación ¿Por qué?	
20	Operación Dejar pala grande sobre la mesa y caminar para tomar colador	Se sacude la pala grande para que caiga la cuajada que se quedó en ella, se camina para colocarla en la mesa de metal y regresar a la marmita para tomar el colador y realizar el segundo desuerado	Se deja la pala grande sobre la marmita para realizar el segundo desuerado	Después de haber agitado la mezcla con la pala grande	Se camina desde la marmita a la mesa y se regresa a la marmita para tomar el colador y la manguera de desuerado	Para extraer suero y realizar el lavado y agitaciones posteriores			
21	Operación Desuar la mezcla sosteniendo bomba y colador	Se coloca el colador y sobre éste la manguera, se enciende la bomba y se comienza a desuar la mezcla	En la marmita donde se realizó la agitación	Después de haber agitado la mezcla por 15 minutos	Se coloca el colador y se desuera poniendo la manguera sobre éste, aquí el operario debe estar sosteniendo la manguera y revisando que el colador no se voltee	Para extraer suero y realizar el lavado y agitaciones posteriores			
22	Operación Espera segundo desuerado	Se sostiene la manguera mientras se extrae el suero, 300 lts aproximadamente	En la marmita donde se realizó la primera agitación	Después de colocar el colador y encender la bomba para extraer el suero	Se toma con una mano la manguera y con la otra el colador, evitando que éste se voltee	Para extraer suero y realizar el lavado y agitaciones posteriores			
23	Operación Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita	Se camina hasta la mesa metálica y se toma la pala grande	Dentro del área de procesamiento, se camina desde la marmita hacia la mesa y se regresa a la marmita	Cuando ya se ha realizado el segundo desuerado	Se recorre desde la marmita a la mesa y se toma con la mano la pala grande para realizar la agitación	Porque es necesario trasladarse hacia donde se encuentre la pala grande para realizar la última agitación			

Tabla AVIII.4. Preguntas preliminares del subproceso de corte y agitación de la cuajada (continuación...)

		TÉCNICA DEL INTERROGATORIO						Hoja 4 de 4
		HOJA DE ANÁLISIS (PREGUNTAS PRELIMINARES)						
Proceso:	Procesamiento del queso Cheddar						Fecha:	27/06/2017
Subproceso:	Corte y agitación de la cuajada						Medios	¿Cómo?
N° de operación	Operación	Propósito	Lugar	Sucesión	Justificación	¿Por qué?		
24	Agitar la mezcla con pala grande y agregar 8 baldes de agua para el lavado	¿Qué? Se agita constantemente toda la mezcla con la pala grande por un tiempo aproximado de 30 minutos. Mientras se agita otro operario coloca 8 baldes de agua	¿Dónde? En la marmita donde se realizó el desuerado	Después del segundo desuerado	Porque permite la expulsión del suero que está en los granos.	¿Cómo? Se toma la pala con las dos manos. La agitación debe ser suave al inicio y se aumenta su intensidad gradualmente		
25	Passar la mezcla de la marmita a la fosa de desuerado	2 operarios pasan la mezcla de la marmita hacia la fosa de desuerado utilizando baldes	En la marmita donde se realizó el desuerado	Después de haber agitado la mezcla por casi 30 minutos	Porque al pasar la mezcla por las agitaciones debe ser pre-prensado para la formación del queso	los operarios utilizan las 2 manos para llenar los baldes y vaciar la mezcla en la fosa de desuerado		
26	Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques con 40 lts de agua c/u para pre-prensado	Se coloca una tela que va a colar el suero del queso, encima se ordenan 8 planchas cuadradas y finalmente se colocan 2 tanques con 40 lts de agua cada uno	En el área de producción, desde donde se encuentran las planchas a la fosa de desuerado	Cuando la mezcla ya cumplió con los tiempos de agitación y está lista para pre-prensarse	Para que la mezcla tome una forma compacta mediante un pre-prensado, antes del prensado definitivo	Colocando la tela, las planchas y los tanques con agua, esta operación se realiza manualmente y la hacen 2 operarios		
27	Espera pre-prensado	Se deja que el queso se compacte	En la fosa de desuerado	Después de haber puesto la tela, las planchas y los tanques con agua	Porque se desea tener un queso compacto para realizar el pesaje y moldeado posteriormente	Dejando que la mezcla repose por un tiempo de 30 minutos aproximadamente		
28	Retirar tanques, planchas metálicas y tela	Se retiran los tanques, las planchas y la tela de la fosa de desuerado	De la fosa de desuerado al lugar donde se colocan las planchas y los tanques	Cuando ha pasado el tiempo de pre-prensado	Porque ya transcurrió el tiempo necesario para compactar la mezcla y continuar con el pesaje antes mencionadas	Retirando los tanques, las planchas y la tela, esta operación la realizan los mismos operarios que pusieron las herramientas antes mencionadas		
Observaciones:	De las operaciones analizadas se seleccionaron aquellas en las que se presentaban más problemas o mayores oportunidades de mejora. A las operaciones seleccionadas se les aplicó preguntas de fondo a través de una lista de verificación.							
Análisis:	Ing. Vanessa Cadena						Aprobado por:	Ing. Joby Puthukulangara

Tabla AVIII. 5. Lista de verificación de relativa a la distribución del área o puesto de trabajo
- Subproceso de corte y agitación de la cuajada

LISTA DE VERIFICACIÓN RELATIVA A LA DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO			
Tarea:	Proceso:		Procesamiento del queso Cheddar
11. Tomar pala de hilos de la mesa y regresar a la marmita 13. Dejar pala de hilos en la mesa y caminar hacia cubeta para tomar recogedor de metal 15. Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador 18. Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita 20. Dejar pala grande sobre la mesa y caminar para tomar colador 23. Tomar pala grande de la mesa y regresar a la marmita	Subproceso:		Corte y agitación de la cuajada
	Fecha:		27/06/2017
Pregunta	SI	NO	Comentarios
¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de las herramientas?		X	La disposición actual de la fabrica no permite una manipulación fácil de las herramientas, ya que el operario debe moverse continuamente hacia la mesa y la cubeta para llevar la pala indicada de acuerdo a la agitación que se desea hacer
¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente las agitaciones de la leche?		X	
¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?		X	
¿Se han previsto un lugar apropiado en el puesto de trabajo para colocar los materiales (palas) y facilitar la tarea?	X		Se podría colocar a las herramientas en un lugar más cercano a las marmita que reduzca el recorrido y tiempo para la toma de las palas

Tabla AVIII. 6. Lista de verificación relativa a los movimientos - Subproceso de corte y agitación de la cuajada

LISTA DE VERIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS			
Tarea:	Proceso: Procesamiento del queso Cheddar		
16 y 21. Desuerar la mezcla sosteniendo bomba y colador 27. Espera pre-prensado	Subproceso: Corte y agitación de la cuajada		
	Fecha: 27/06/2017		
Pregunta	SI	NO	Comentarios
¿Se puede eliminar el sostener la bomba y manguera?	X		
¿Se puede hacer más fácil la operación con herramientas mejor diseñadas?	X		Se podría utilizar un adaptador o abrazadera para la manguera
¿Podría montarse un dispositivo de sujeción en la marmita para sujetar la manguera de manera más fácil?	X		Sería más fácil colocar un dispositivo que permita sostener la manguera y el colador
¿Podría utilizarse una nueva herramienta o dispositivo que remplace al colador de mano?	X		Se podría colocar en la manguera una especie de tela coladora que impida que parte de la cuajada formada se desperdicie por la absorción de la manguera

Tabla AVIII. 7. Preguntas preliminares del subproceso de corte y pesaje del queso

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO									
HOJA DE ANÁLISIS (PREGUNTAS PRELIMINARES)									
Proceso:		Procesamiento del queso Cheddar		Fecha:		27/06/2017		Hoja 1 de 1	
Subproceso:		Corte y pesaje del queso		Sucesión		Medios		Justificación	
N° de operación	Operación	Propósito	Lugar	¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	
29	Cortar queso con moldeador metálico rectangular	Se corta el queso con el moldeador	En la fosa de desuerado	2 operarios del área de producción realizaron el pre-prensado	¿Dónde?	Cuando el queso ya está pre-prensado	Para el corte del queso los 2 operarios aplican fuerza sobre el molde para que este haga cortes uniformes	Para realizar la forma inicial del queso a moldearse	
30	Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza	Se toma un queso cortado y se coloca éste sobre la balanza	De la fosa de desuerado a la mesa donde se encuentra la balanza	1 operario del área de producción	¿Dónde?	Cuando ya se ha cortado la masa compacta	El operario se agacha para tomar el queso de la fosa de desuerado y lo coloca en la balanza para pesarlo	Porque el queso debe ser pesado antes de moldearse	
31	Pesar el queso (3500-3550 gramos) y colocarlo sobre la mesa metálica	Se revisa que el peso de queso se encuentre dentro de lo especificado	En el área donde se encuentra la balanza	1 operario del área de producción	¿Dónde?	Cuando se coloca sobre la balanza	El operario revisa que cumpla con el peso establecido y corta el queso si hay sobrantes o aumenta el peso en el caso que requiera	Porque se debe cumplir con una especificación para el producto pesado del queso elaborado	
Observaciones: De las operaciones analizadas se seleccionaron aquellas en las que se presentaban más problemas o mayores oportunidades de mejora. A las operaciones seleccionadas se les aplicó preguntas de fondo a través de una lista de verificación.									
Analista: Ing. Vanessa Cadena		Aprobado por: Ing. Joby Puthukulangara							

Tabla AVIII. 8. Lista de verificación referente al diseño de productos - Subproceso de corte y pesaje del queso

LISTA DE VERIFICACIÓN REFERENTE AL DISEÑO DE PRODUCTOS			
Tarea:	Proceso:	Procesamiento del queso Cheddar	
31. Pesar el queso (3500-3550 gramos)	Subproceso:	Corte y pesaje del queso	
	Fecha:	27/06/2017	
Pregunta	SI	NO	Comentarios
¿Se puede eliminar o simplificar la operación?		X	
¿Se puede modificar el diseño del queso?		X	
¿Se podría reducir la cantidad de gramos para reducir los desperdicios?	X		Al reducir el número de gramos en el pesado podrían reducirse las rebabas generadas en el prensado

Tabla AVIII. 9. Preguntas preliminares del subproceso de moldeo y prensado de los quesos

		TÉCNICA DEL INTERROGATORIO							Hoja 1 de 2
		HOJA DE ANÁLISIS (PREGUNTAS PRELIMINARES)							
Proceso:		Procesamiento del queso Cheddar		Fecha:		27/06/2017		Justificación ¿Por qué?	
Subproceso:		Moldeo y prensado de los quesos		Sucesión		Medios			
N° de operación	Operación	Propósito ¿Qué?	Lugar ¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?				
32	Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para colar el suero	Se toma al queso pesado y se lo mete en el molde metálico, junto con los otros trozos de quesos que sirven para completar el peso establecido	La actividad se desarrolla en la mesa metálica junto a la prensadora	Después de que el queso ha sido pesado y puesto sobre la mesa	El operario usa las dos manos para colocarlo dentro del molde metálico, cubre con una tela que sobresalen del molde	Para que el queso tome la forma rectangular, y pueda ser prensado			
33	Colocar quesos en la prensadora	Se colocan 6 quesos sobre la bandeja metálica, y se colocan las tapas, sobre éstos se coloca otra bandeja más y al final una lámina de madera	La actividad es realizada en la prensadora	Cuando los quesos pesados ya han sido puestos dentro del molde	El operario coloca 6 quesos sobre cada bandeja, posteriormente se colocan las tapas y se sobrepone otra bandeja metálica, al colocar 6 bandejas se coloca una lámina de madera para iniciar el prensado	Para que haya un prensado homogéneo			
34	Espera por prensado	El operario enciende la prensadora e inicia el prensado	La actividad es realizada en la prensadora	Cuando ya han sido colocados y ajustados los quesos en la prensadora	Mientras se espera el prensado, el operario realiza otras actividades y a la mitad del prensado se realizan ajustes a los quesos.	Porque el prensado va a sacar el suero y dejar solo la parte sólida			
35	Retirar quesos de la prensadora y retirarlos el molde metálico y la tela	Una vez prensados los quesos, se retiran las bandejas de la prensadora para colocarlas en la mesa y se retira al queso del molde	Los quesos pasan de la prensadora a la mesa metálica	Una vez transcurrido el tiempo del primer prensado	Se apaga la prensadora y se retiran una a una las bandejas, éstas son colocadas en la mesa y los quesos son sacados del molde metálico	Porque ya transcurrió el tiempo de prensado			
36	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora	Se toma al queso y se observa si presenta rebabas, si las hay, estas son cortadas con un cuchillo y se coloca nuevamente el queso en el molde metálico	Sobre la mesa metálica	Cuando los quesos fueron retirados del molde metálico	El operario toma el queso con una mano y con la otra usa el cuchillo para cortar las rebabas, luego lo coloca nuevamente en el molde metálico para el segundo prensado	debido a que el queso no debe presentar rebabas, para el siguiente prensado y por presentación del producto			

Tabla AVIII.9. Preguntas preliminares del subproceso de moldeo y prensado de los quesos (continuación...)


		TÉCNICA DEL INTERROGATORIO						Hoja 2 de 2
		HOJA DE ANÁLISIS (PREGUNTAS PRELIMINARES)						
N° de operación	Operación	Procesamiento del queso Cheddar		Fecha:	Medios	Justificación		
		Proceso:	Subproceso:					Moldeo y prensado de los quesos
		Propósito	Lugar	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?		
37	Colocar quesos en la prensadora	Se colocan 6 quesos sobre la bandeja metálica, y se colocan las tapas, sobre éstos se coloca otra bandeja más y al final una lámina de madera	La actividad es realizada en la prensadora	Cuando los quesos pesados ya han sido puestos dentro del molde	El operario coloca 6 quesos sobre cada bandeja, posteriormente se colocan las tapas y se sobrepone otra bandeja metálica, al colocar 6 bandejas se coloca una lámina de madera para iniciar el prensado	Para que haya un prensado homogéneo		
38	Espera por segundo prensado	El operario enciende la prensadora e inicia el prensado	La actividad es realizada en la prensadora	Cuando ya han sido colocados y ajustados los quesos en la prensadora	Mientras se espera el prensado, el operario realiza otras actividades, y a la mitad del prensado se realizan ajustes a los quesos.	Porque el prensado va a sacar el suero y dejar solo la parte sólida		
39	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	Una vez prensados los quesos, se retiran las bandejas de la prensadora para colocarlas en la mesa y se retira al queso del molde	Los quesos pasan de la prensadora a la mesa metálica	Una vez transcurrido el tiempo del primer prensado	Se apaga la prensadora y se retiran una a una las bandejas, éstas son colocadas en la mesa y los quesos son sacados del molde	Porque ya transcurrió el tiempo de prensado		
40	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal	Se toma al queso y se observa si presenta rebabas, si las hay, estas son cortadas con un cuchillo y se coloca nuevamente el queso en el molde metálico	Sobre la mesa metálica	Cuando los quesos fueron retirados del molde metálico	El operario toma el queso con una mano y con la otra usa el cuchillo para cortar las rebabas, luego lo coloca en una bandeja	Debido a que el queso no debe presentar rebabas, y por presentación del producto		
41	Trasladar los queso al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera	Los quesos son trasladados de la mesa metálica a la fosa de salmuera, a través de bandejas metálicas	Desde la mesa metálica a la fosa de salmuera	Cuando los quesos fueron prensados y costadas sus rebabas	El operario coloca varios quesos en la bandeja y luego los lleva hacia la fosa de salmuera	Porque el queso debe someterse a un proceso de salado y también para reducir la contaminación bacteriana		
Observaciones:	De las operaciones analizadas se seleccionaron aquellas en las que se presentaron más problemas o mayores oportunidades de mejora. Con las operaciones seleccionadas se les aplicó preguntas de fondo a través de una lista de verificación.							
Analista:	Ing. Vanessa Cadena						Aprobado por:	Ing. Joby Puthukulangara

Tabla AVIII. 10. Lista de verificación referente a la manipulación de materiales - Subproceso de corte y pesaje del queso

LISTA DE VERIFICACIÓN RELATIVA A LA MANIPULACIÓN DE LOS MATERIALES			
Tarea:	Proceso: Procesamiento del queso Cheddar		
33. Colocar y ajustar quesos en la prensadora 34. Espera por prensado 36. Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora 37. Colocar y ajustar quesos en la prensadora 38. Espera por segundo prensado 40. Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora	Subproceso: Moldeo y prensado de los quesos		
	Fecha: 27/06/2017		
Pregunta	SI	NO	Comentarios
¿Puede disminuirse el tiempo del primer y segundo prensado?	X		Al aumentar una fuerza de mayor prensado puede disminuirse el tiempo de prensado
¿Puede disminuirse el tiempo de ajuste de los quesos, antes del prensado?	X		Al disminuir el peso del queso, puede reducirse el tiempo de ajuste de los moldes y tapas, en la prensadora
¿Puede disminuir el tiempo de corte de las rebabas?	X		Al disminuir el peso del queso, se generarían menos rebabas al momento de la presión, y el operario debería reducir el tiempo de corte de las rebabas y por ende el desperdicio generado también sería menor
Se disminuye el desperdicio de las rebabas?	X		

ANEXO IX

MEDICIÓN DE TIEMPOS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

Tabla AIX. 1. Toma de tiempos preliminares mediante cronometraje acumulativo de las 38 actividades


N°	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES PRELIMINARES				
		1	2	3	4	5
		Nombre del producto: PROCESAMIENTO DEL QUESO CHEDDAR		Fecha: 28/06/2017		
		Tipo de Cronometraje		Página: 1 de 2		
		Acumulativo x	Vuelta a cero	Elaborado por: Vanessa Cadena		
1	Colocar la manguera en la marmita y amarrar para llenado de leche pasteurizada	0:00:13	0:00:12	0:00:13	0:00:10	0:00:11
2	Trasladarse hasta la oficina, tomar bolsas plásticas	0:00:24	0:00:26	0:00:25	0:00:23	0:00:22
3	Regresar al área de producción	0:00:29	0:00:28	0:00:28	0:00:31	0:00:27
4	Retirar manguera	0:00:09	0:00:10	0:00:09	0:00:11	0:00:13
5	Revisar, T° (32-33°), % de grasa (2,9-3,2%), agregar insumos , cuajo y agitar	0:00:33	0:00:30	0:00:32	0:00:29	0:00:32
6	Cuajado de la mezcla	0:31:56	0:32:06	0:32:06	0:32:10	0:32:10
7	Inspección de consistencia de la cuajada	0:00:22	0:00:20	0:00:20	0:00:18	0:00:19
8	Tomar pala de hilos de la cubeta y regresar a la marmita	0:00:08	0:00:08	0:00:07	0:00:09	0:00:08
9	Cortar cuajada con pala de hilos	0:01:30	0:01:05	0:01:52	0:00:56	0:01:04
10	Dejar pala de hilos en la cubeta para tomar recogedor de metal	0:00:11	0:00:09	0:00:09	0:00:12	0:00:12
11	Voltear la mezcla con recogedor de metal	0:03:15	0:04:11	0:04:12	0:05:13	0:05:08
12	Dejar recogedor de metal en la cubeta y caminar para tomar colador	0:00:09	0:00:08	0:00:11	0:00:10	0:00:08
13	Desuerar la mezcla sosteniendo bomba y colador	0:00:28	0:00:30	0:00:31	0:00:32	0:00:29
14	Primer desuerado	0:03:40	0:03:46	0:03:45	0:04:49	0:03:50
15	Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la marmita	0:00:10	0:00:09	0:00:09	0:00:10	0:00:08
16	Agitar la mezcla con pala grande	0:12:42	0:15:45	0:20:03	0:25:41	0:27:44
17	Dejar pala grande en la cubeta y caminar para tomar colador	0:00:08	0:00:09	0:00:11	0:00:09	0:00:08
18	Colocar bomba y sostener colador para desuerado	0:00:35	0:00:30	0:00:29	0:00:28	0:00:30
19	Segundo desuerado	0:10:10	0:10:11	0:10:11	0:10:12	0:10:09
20	Tomar pala grande de la cubeta y regresar a la marmita	0:00:08	0:00:09	0:00:09	0:00:08	0:00:09

Tabla AIX.1. Toma de tiempos preliminares mediante cronometraje acumulativo de las 38 actividades (continuación...)


N°	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES PRELIMINARES					
		1	2	3	4	5	
				Nombre del producto: PROCESAMIENTO DEL QUESO CHEDDAR		Fecha: 28/06/2017	
		Tipo de Cronometraje Acumulativo x		Vuelta a cero		Página: 2 de 2 Elaborado por: Vanessa Cadena	
21	Agitar la mezcla con pala grande	0:23:20	0:31:23	0:31:22	0:31:20	0:31:21	
22	Pasar la mezcla de la marmita a la fosa de desuerado	0:02:37	0:02:39	0:02:38	0:02:40	0:02:39	
23	Colocar tela, 8 planchas metálicas, 2 tanques con 40 lts de agua c/u para pre-prensado	0:01:20	0:01:25	0:01:22	0:01:24	0:01:21	
24	Pre-prensado	0:31:23	0:30:24	0:37:23	0:32:26	0:42:22	
25	Retirar tanques, planchas metálicas y tela	0:01:20	0:01:23	0:01:23	0:01:24	0:01:19	
26	Cortar queso con moldeador metálico rectangular	0:00:58	0:01:35	0:01:35	0:01:34	0:01:36	
27	Tomar un queso y colocarlo sobre la balanza	0:03:31	0:03:30	0:03:29	0:03:31	0:03:30	
28	Pesar el queso (3450-3500 gramos) y colocarlo sobre la mesa metálica	0:09:10	0:10:16	0:10:16	0:10:17	0:10:16	
29	Tomar al queso pesado, colocarlo en un molde metálico que contiene una tela para colar el suero	0:05:22	0:05:21	0:05:20	0:05:21	0:05:19	
30	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	0:01:45	0:01:53	0:01:50	0:01:53	0:01:49	
31	Primer prensado	0:14:51	0:14:54	0:14:40	0:14:25	0:14:43	
32	Retirar quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	0:01:24	0:01:22	0:01:20	0:01:19	0:01:22	
33	Revisar, cortar rebabas y colocar quesos en la prensadora	0:09:09	0:09:08	0:09:10	0:09:11	0:09:09	
34	Colocar y ajustar quesos en la prensadora	0:01:52	0:01:55	0:01:56	0:01:58	0:01:49	
35	Segundo prensado	1:01:00	1:02:55	1:07:50	1:10:02	1:07:58	
36	Retirar los quesos de la prensadora y retirarles el molde metálico y la tela	0:01:15	0:01:21	0:01:18	0:01:20	0:01:22	
37	Revisar, cortar rebabas y colocar en bandejas de metal	0:08:08	0:08:08	0:08:08	0:08:10	0:08:10	
38	Trasladar los queso al saladero y colocarlos en la fosa de salmuera	0:01:00	0:01:01	0:01:00	0:00:58	0:01:05	
TOTAL:		4:06:45	4:21:35	4:38:12	4:42:14	4:51:11	
Total (min):		246,75	261,58	278,20	282,23	291,18	

Tabla AIX.2. Cronometraje continuo de las 18 observaciones restantes del estudio de tiempos (continuación...)

DESCRIPCIÓN		Nombre del producto: PROCESAMIENTO DEL QUESO CHEDDAR																		Fecha: 11/07/2017	
		Tipo de Cronometraje																		Página: 2 de 2	
		Acumlativo X									Vuelta a cero									Elaborado por: Vanessa Cadena	
N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
	OBSERVACIONES POSTERIORES																				
21	0:31:22	0:31:24	0:31:23	0:31:24	0:31:21	0:31:01	0:30:30	0:30:27	0:30:40	0:30:24	0:30:38	0:30:29	0:30:30	0:30:56	0:30:41	0:30:44	0:30:42	0:30:28			
22	0:02:40	0:02:40	0:02:38	0:02:40	0:02:39	0:02:44	0:02:40	0:02:35	0:02:20	0:02:43	0:02:37	0:02:28	0:02:42	0:02:43	0:02:45	0:02:33	0:02:31	0:02:39			
23	0:01:25	0:01:23	0:01:27	0:01:25	0:01:21	0:01:22	0:01:20	0:01:18	0:01:24	0:01:31	0:01:27	0:01:17	0:01:19	0:01:15	0:01:28	0:01:26	0:01:26	0:01:17			
24	0:30:25	0:30:24	0:30:19	0:30:19	0:30:10	0:30:35	0:31:22	0:32:37	0:32:32	0:31:58	0:32:22	0:31:46	0:31:53	0:32:15	0:32:08	0:32:32	0:32:45	0:32:03			
25	0:01:19	0:01:22	0:01:23	0:01:20	0:01:19	0:01:18	0:01:23	0:01:18	0:01:19	0:01:22	0:01:25	0:01:23	0:01:21	0:01:18	0:01:19	0:01:22	0:01:17	0:01:20			
26	0:01:35	0:01:38	0:01:34	0:01:39	0:01:36	0:01:34	0:01:33	0:01:35	0:01:30	0:01:32	0:01:33	0:01:35	0:01:30	0:01:25	0:01:29	0:01:31	0:01:33	0:01:34			
27	0:03:30	0:03:31	0:03:29	0:03:30	0:03:30	0:03:32	0:03:33	0:03:29	0:03:28	0:03:33	0:03:23	0:03:22	0:03:30	0:03:29	0:03:31	0:03:12	0:03:28	0:03:30			
28	0:10:13	0:10:14	0:10:14	0:10:15	0:10:16	0:10:05	0:10:10	0:10:07	0:10:12	0:10:10	0:10:09	0:10:11	0:10:09	0:10:00	0:10:05	0:10:08	0:10:07	0:10:10			
29	0:05:20	0:05:20	0:05:23	0:05:19	0:05:19	0:05:17	0:05:21	0:05:23	0:05:17	0:05:10	0:05:21	0:05:18	0:05:19	0:05:22	0:05:18	0:05:23	0:05:18	0:05:23			
30	0:01:21	0:01:30	0:01:29	0:01:31	0:01:31	0:01:22	0:01:36	0:01:38	0:01:30	0:01:32	0:01:40	0:01:39	0:01:35	0:01:32	0:01:41	0:01:33	0:01:39	0:01:34			
31	0:14:20	0:14:34	0:14:02	0:14:53	0:14:56	0:14:25	0:14:37	0:14:30	0:14:45	0:14:52	0:14:21	0:14:29	0:14:44	0:14:52	0:14:31	0:14:21	0:14:32	0:14:19			
32	0:01:20	0:01:25	0:01:18	0:01:23	0:01:21	0:01:22	0:01:23	0:01:17	0:01:25	0:01:18	0:01:20	0:01:15	0:01:20	0:01:17	0:01:22	0:01:12	0:01:21	0:01:18			
33	0:09:07	0:09:10	0:09:07	0:09:08	0:09:09	0:09:05	0:09:05	0:09:10	0:09:12	0:09:07	0:09:11	0:09:07	0:09:10	0:09:12	0:09:08	0:09:08	0:09:07	0:09:06			
34	0:01:53	0:01:52	0:01:57	0:01:56	0:01:52	0:01:47	0:02:01	0:01:50	0:01:55	0:01:57	0:01:49	0:01:57	0:01:52	0:02:02	0:01:52	0:01:57	0:01:51	0:01:47			
35	1:02:09	1:01:30	1:03:27	1:02:40	1:03:53	1:04:20	1:04:00	1:04:11	1:03:58	1:03:55	1:04:15	1:03:55	1:03:57	1:03:48	1:03:58	1:03:57	1:04:01	1:03:50			
36	0:01:23	0:01:20	0:01:19	0:01:22	0:01:25	0:01:30	0:01:18	0:01:15	0:01:23	0:01:35	0:01:18	0:01:17	0:01:28	0:01:23	0:01:19	0:01:23	0:01:25	0:01:18			
37	0:08:07	0:08:09	0:08:08	0:08:08	0:08:10	0:08:10	0:08:10	0:08:05	0:08:12	0:08:08	0:08:10	0:08:07	0:08:08	0:08:09	0:08:13	0:08:08	0:08:10	0:08:12			
38	0:01:02	0:01:03	0:01:06	0:00:59	0:01:02	0:00:58	0:00:57	0:01:03	0:01:01	0:01:05	0:01:02	0:00:59	0:01:03	0:01:03	0:01:00	0:00:58	0:01:02	0:00:57			
	4:19:21	4:19:24	4:20:28	4:20:44	4:24:55	4:21:36	4:23:21	4:25:09	4:24:34	4:25:08	4:23:57	4:25:36	4:23:29	4:24:18	4:26:01	4:22:44	4:25:30	4:22:12			
	259:35	259:40	260:47	260:73	264:92	261:00	263:35	265:15	264:57	265:13	263:95	265:60	263:48	264:30	266:02	262:73	265:58	262:20			
	TOTAL:																				
	Total (min)																				



ANEXO X

FACTORES DE VALORACIÓN DEL SISTEMA WESTINGHOUSE

Tabla AX. 1. Cálculo del factor de valoración del Sistema de Westinghouse para los 4 operarios que elaboran el queso Cheddar

OPERARIO	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES DE TRABAJO	CONSISTENCIA DEL OPERARIO	Σ TOTAL	FACTOR DE VALORACIÓN
1	Aceptable E1	Bueno C2	Promedio D	Buena C	-0,02	98%
	-0,05	0,02	0,00	0,01		
2	Buena C2	Aceptable E1	Promedio D	Aceptable	-0,03	97%
	0,03	-0,04	0,00	-0,02		
3	Aceptable E2	Bueno C2	Promedio D	Promedio D	-0,08	92%
	-0,10	0,02	0,00	0		
4	Buena C2	Bueno C2	Promedio D	Aceptable	0,03	103%
	0,03	0,02	0,00	-0,02		