



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

“Análisis y propuesta de mejora de una micro empresa productora de chocolate utilizando manufactura esbelta”

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN TECNOLOGÍA AVANZADA DE MANUFACTURA

PRESENTA:

L. D. I. DULCE MARÍA CLEMENTE GUERRERO

DIRECTOR DE TESIS:

M. C. IGNACIO HERNÁNDEZ CASTILLO

CO-DIRECTORA DE TESIS:

M. C. ORQUÍDEA SÁNCHEZ LÓPEZ

HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA. SEPTIEMBRE DE 2017

Agradecimientos

“Abre tus ojos, mira dentro. ¿Estas satisfecho con la vida que estás viviendo?”

Puedo decir que estoy satisfecha con la vida y agradezco todas las bendiciones que me ha dado, por mi familia, mi hijo y por esas personas tan especiales que me ha puesto en el camino.

Agradezco enormemente a mi padre por su apoyo incondicional, su confianza y sobre todo por acompañarme a lo largo de mi vida disfrutando de mis metas y sintiéndose orgulloso de mí. Eres lo mejor de mi vida.

Gracias a mi hermano por sus consejos, compañía, amor, lealtad, comprensión y apoyo para mí y para Dziban ese pequeño motor en la vida que me impulsa a ser mejor.

A mi gran amigo Armado Rosas González por compartir esta aventura juntos ofreciéndome su apoyo incondicional y lo más valioso por permitirme conocer y disfrutar a su linda familia Zoila Blanca González Ramírez y Francisco Armando Rosas Cruz a quienes también agradezco todo su apoyo.

Y sin olvidar a mis directores de tesis, amigos, colegas y ejemplos a seguir gracias por su apoyo, paciencia, confianza y consejos.

Índice general

Índice de figuras	vi
Índice de tablas	viii
Resumen	1
Capítulo 1. Marco de referencia	2
1.1. Antecedentes	3
1.2. Planteamiento del problema	8
1.3. Justificación	9
1.4. Objetivos	11
1.4.1. Objetivo general	11
1.4.2. Objetivos particulares.....	11
1.5. Metas	11
1.6. Límites y alcances	12
Capítulo 2. Fundamentos teóricos	13
2.1. Chocolate	14
2.1.1. Antecedentes	14
2.1.2. Proceso de producción del chocolate	15
2.1.3. Normatividad.....	17
2.2. Herramientas de registro y análisis	17
2.2.1. Distribución de planta	17
2.2.2. Diagrama de flujo de proceso.....	18
2.2.3. La gráfica del proceso operativo.....	19
2.2.4. Diagrama de recorrido.....	19
2.2.5. El organigrama y reglamento.....	20
2.3. Manufactura esbelta	21
2.3.2. Herramientas de la manufactura esbelta	23
2.4. Herramientas de la calidad.....	30
2.4.1. Diagrama de Pareto	30
2.4.2. Cartas de control	31
2.5. Pronósticos.....	32
2.6. Planeación y capacidad de la producción	33
Capítulo 3. Metodología.....	35

3.1.	Fases que integran el diseño de la metodología.....	36
3.1.1.	Diagnóstico y preparación	36
3.1.2.	Lanzamiento	36
3.1.3.	Estabilización	37
3.1.4.	Estandarización	37
3.1.5.	Flujo.....	37
Capítulo 4.	Desarrollo de la metodología de la manufactura esbelta	38
4.1.	Fase 1. Diagnóstico y preparación	38
4.1.1.	Distribución de planta de producción actual	39
4.1.2.	Diagrama de flujo del proceso de producción actual	40
4.1.3.	Diagrama de recorrido del proceso de producción actual	41
4.1.4.	Gráfica del proceso operativo del proceso de producción actual.....	42
4.1.5.	Mapa de la cadena de valor del proceso de producción actual.....	43
4.1.6.	Metodología de las 5's	46
4.1.7.	Organigrama y reglamento.....	58
4.1.8.	Cálculo de pronóstico	59
4.1.9.	Indicadores actuales.....	62
4.2.	Fase 2. Lanzamiento	65
4.2.1.	Distribución de planta propuesta	65
4.2.2.	Capacidad de producción y tamaño de lote actual.....	69
4.3.	Fase 3. Estabilización	70
4.3.1.	Control de calidad	70
4.3.2.	Cartas de control del proceso.....	71
4.3.3.	Plan de mantenimiento de limpieza	74
4.3.4.	Plan de mantenimiento de equipo crítico	74
4.3.5.	Plan de mantenimiento correctivo	75
4.4.	Fase 4. Estandarización	76
4.4.1.	Planeación agregada.....	76
4.5.	Fase 5. Flujo.....	77
4.5.1.	Orden del cliente	77
4.5.1.	Orden de producción.....	77
4.5.2.	Materias primas y hoja de verificación	79
Capítulo 5.	Resultados y conclusiones.....	81

5.1.	Resultados fase 1. Diagnóstico y preparación	81
5.2.	Resultados de la fase 2. Lanzamiento	81
5.3.	Resultados de la fase 3. Estabilización.....	81
5.4.	Resultados de la fase 4. Estandarización	82
5.5.	Resultados de la fase 5. Flujo	82
5.6.	Conclusiones.....	82
	Bibliografía	85

Índice de figuras

Figura 1.1 Distribución total de la planta	6
Figura 1.2. Línea de productos de la empresa	7
Figura 1.3. Proceso de producción de chocolate en la empresa	7
Figura 2.1 Proceso general para la fabricación de chocolate	15
Figura 2.2 Simbología para un diagrama de flujo de proceso	18
Figura 2.3 Traducción de las 5'S español-inglés	24
Figura 2.4 Patrón estacional de demanda	33
Figura 3.1. Diseño para implantar el sistema de manufactura esbelta en plantas mexicanas	35
Figura 3.2 Etapas para la implantación de la manufactura esbelta propuesta	36
Figura 4.1 Distribución de planta actual en metros	39
Figura 4.2. Diagrama de flujo del proceso actual	40
Figura 4.3 Diagrama de recorrido actual	41
Figura 4.4 Diagrama del proceso de operación actual	42
Figura 4.5 Mapa de la cadena de valor de la empresa	45
Figura 4.6 Estante metálico sin uso	46
Figura 4.7 Estante plástico sin uso	46
Figura 4.8 Formato de tarjeta roja	47
Figura 4.9 Primer formato de orden final de un turno de trabajo cuarto 1	54
Figura 4.10 Segundo formato de orden final de un turno de trabajo cuarto 1	54
Figura 4.11 Tercer formato de orden final de un turno de trabajo cuarto 1.....	55
Figura 4.12 Primer formato de orden final de un turno de trabajo cuarto 2	55
Figura 4.13 Segundo formato de orden final de un turno de trabajo cuarto 2	56
Figura 4.14 Tercer formato de orden final de un turno de trabajo cuarto 2	56
Figura 4.15 Cuestionario para examinar las estaciones de trabajo	57
Figura 4.16 Organigrama de la empresa	58
Figura 4.17 Tendencia de la demanda del chocolate en los años 2014, 2015 y 2016	60
Figura 4.18 Gráfica de regresión lineal de los años 2014, 2015 y 2016	61
Figura. 4.19 Diagrama de correlación	66
Figura 4.20 Diagrama de hilos	66
Figura 4.21 Propuesta de distribución de planta	67
Figura 4.22 Diagrama de flujo del proceso de la propuesta	68
Figura 4.23 Diagrama de recorrido de la propuesta	69
Figura 4.24 Diagrama de Pareto	71
Figura 4.25 Pieza sin defecto	72

Figura 4.26 Pieza con defecto	72
Figura 4.27 Gráfica de control de la carta p	73
Figura 4.28 Formato de orden del cliente	78
Figura 4.29 Formato de orden de producción	79

Índice de tablas

Tabla 4.1 Procesos utilizados para cada producto de chocolate	43
Tabla 4.2 Hoja de datos de los procesos: molienda 1, mezclado, molienda 2 y temporizado	43
Tabla 4.3 Hoja de datos de los procesos: moldeado, solidificación, desmoldeado, empaquetado y almacenado	44
Tabla 4.4 Listado de tarjetas rojas	47
Tabla 4.5 Continuación de listado de tarjetas rojas	48
Tabla 4.6 inventario cuarto 1	49
Tabla 4.7 Inventario cuarto 2	49
Tabla 4.8 Inventario cuarto 3	50
Tabla 4.9 Plan de limpieza del cuarto 1	51
Tabla 4.10 Plan de limpieza del cuarto 2	51
Tabla 4.11 Plan de limpieza del cuarto 3	52
Tabla 4.12 Plan de limpieza para el almacén de materias primas	53
Tabla 4.13 Obtención de factor estacional	60
Tabla 4.14 Datos para obtención de factor estacional por semestres	61
Tabla 4.15 Cálculo del pronóstico de la demanda mensual para el año 2017	62
Tabla 4.16 Datos de tablillas de chocolate defectuosas usados para la carta <i>p</i>	72
Tabla 4.17 Plan de mantenimiento de los molinos 1 y 2	74
Tabla 4.18 Plan de mantenimiento correctivo	75
Tabla 4.19 Calendarización de producción del año 2007.....	77
Tabla 4.20 Codificación de materias primas	79
Tabla 4.21 Inventario del almacén de materia prima	80
Tabla 4.22 Hoja de verificación de materias primas	80

Resumen

La manufactura esbelta es una metodología que ha nacido en sistemas de producción masivas en el área automotriz que ha resuelto problemas de desperdicios y organización; otorgando mayor competitividad a las empresas. En esta tesis se realizó una propuesta de implementación de la manufactura esbelta en una pequeña empresa ubicada en Villa de Tamazulapam, en el estado de Oaxaca, para brindarle una mejora en su proceso productivo y lograr abarcar mayores nichos de mercado.

Se compone de 5 capítulos, en el capítulo inicial se presenta el marco de referencias, dónde se mencionan los antecedentes históricos de la manufactura esbelta, además, se describe el caso de estudio. También se brindan los argumentos que sustentan el desarrollo de esta investigación en la sección llamada justificación y se mencionan los objetivos tanto general como específicos, además de las metas que se tuvieron que cumplir en esta investigación. Por último, se determinan los límites y alcances que tuvo este trabajo.

El capítulo 2, llamado fundamentos teóricos, contiene la información de los conceptos y teorías que fueron necesarios estudiar para la aplicación de las técnicas y herramientas de la Manufactura Esbelta en el desarrollo de esta investigación.

En el capítulo 3, se describen de forma detallada cada una de las 5 fases de la manufactura esbelta que fueron implementadas en la empresa.

El desarrollo de la metodología de manufactura esbelta se presenta en el capítulo 4, donde, se detalla la elaboración de la propuesta siguiendo las 5 fases con herramientas como: la metodología de las 5'S, el mapeo de cadena de valor, indicadores y la planeación sistemática de la distribución de planta entre otras.

Por último, en el capítulo 5 llamado resultados y conclusiones se analizan los resultados obtenidos en el trabajo de investigación y se da una breve conclusión de la experiencia de trabajar con una MIPYME.

Capítulo 1. Marco de referencia

En México, las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), constituyen la columna vertebral de la economía nacional, debido a los acuerdos comerciales que ha tenido México en los últimos años, además por su alto impacto en la generación de empleos y en la producción nacional. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México existen aproximadamente 4 millones 15 mil unidades empresariales, de las cuales 99.8% son MIPYMES que generan el 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y 72% del empleo en el país. Dentro de estas empresas, existen aquellas que tuvieron un origen familiar, se caracterizan por tener una gestión de supervivencia sin prestar demasiada atención a aspectos como el costo de oportunidad del capital o la inversión que permitiría su crecimiento (Cerón, 2015).

Algunos factores que impiden el crecimiento de las MIPYMES son:

- No se reinvierten las utilidades de la empresa para mejorar el equipo y las técnicas de producción.
- Es difícil contratar personal especializado y capacitado al no poder pagar salarios competitivos.
- No existe control de calidad en el proceso y en cuanto al producto son mínimos.
- Las MIPYMES no pueden absorber los gastos de capacitación y actualización del personal, pero cuando lo hacen, enfrentan el problema de la fuga de personal capacitado.
- Algunos otros problemas derivados de la falta de organización son: ventas insuficientes, debilidad competitiva, servicios deficientes, precios altos o calidad mala, activos fijos excesivos, mala ubicación, descontrol de inventarios, problemas de impuestos, falta de financiamiento adecuado y oportuno.

Que un país o región crezca en términos económicos, significa que se están produciendo los satisfactores requeridos por la población y se están creando los empleos que se demandan. Una economía que no crece, o lo hace lentamente, reduce el bienestar relativo de la sociedad, este crecimiento se mide en un porcentaje del Producto Interno Bruto real (PIB) y está relacionada con la productividad (Sánchez, 2012).

La manufactura es una actividad importante desde el punto de vista tecnológico, económico e histórico. En la moderna economía internacional, una nación necesita de una sólida base manufacturera si desea tener una economía fuerte, con la cual pueda brindar a su población un alto nivel de vida (Sánchez, 2012).

Existen diversas teorías que explican los factores que favorecen el crecimiento de las economías, por ejemplo, Adam Smith y Young afirman que la clave del crecimiento de una región se fundamenta en la división y especialización del trabajo, destacando las actividades manufactureras. Una mayor

división del trabajo responderá al volumen de la demanda que exija el mercado. Aunado a lo anterior, diversas investigaciones y especialistas resaltan el papel de la industria manufacturera como motor del crecimiento económico de un país (Sánchez, 2012). La planificación y aplicación de metodologías científicas en las MIPYMES cobran especial relevancia, ya que permiten a las organizaciones alcanzar un buen funcionamiento e incrementar su competitividad.

La tendencia actual a nivel mundial indica que tanto pequeñas como grandes empresas deben adaptarse a los constantes cambios en los mercados, optimizando sus recursos y mejorando su posicionamiento con respecto a sus competidores, tomando en cuenta varios factores: a) la calidad de sus productos, b) la oportunidad de entrega de la empresa o el tiempo de respuesta, c) el precio de los artículos, determinado mayormente por los costos de producción, d) el proceso de servicio percibido por el cliente, antes, durante y después de la compra y e) la capacidad para mantener los aspectos antes mencionados con el paso del tiempo y acorde a los requerimientos del cliente (Sánchez, 2012).

La manufactura esbelta es una metodología que permite incrementar la calidad en los procesos productivos, dando como resultado un aumento en la productividad y la disminución de desperdicios. Por ello, se ha empleado con gran éxito.

1.1. Antecedentes

Debido a la posición preponderante que ocupan las MIPYMES en la economía de México, se eligió la aplicación de la manufactura esbelta en una microempresa fabricante de chocolate en el estado de Oaxaca, con el objetivo de mejorar la organización de sus procesos.

El chocolate se fabrica a partir de la mezcla de habas de cacao y otras semillas molidas con azúcar, sin embargo, actualmente se añaden elementos sintéticos que le confieren otras características sensoriales, permitiéndole también fundirse fácilmente en el paladar de las personas.

La fabricación del chocolate era una actividad artesanal que dependía estrechamente de la destreza de la mano de obra del productor. Actualmente se ocupan maquinaria moderna para su elaboración, no obstante, es necesario comprender los diversos procesos de producción especialmente el conchado y temporizado para su correcto control.

Existen diversas clases de chocolates, las cuales se clasifican de acuerdo con el tamaño de partícula, ingredientes o aditivos en los siguientes tipos:

- Chocolate amargo: contiene un 70% de cacao y una menor o nula cantidad de azúcar, es de color negro, se le llama comúnmente "chocolate puro".
- Chocolate blanco: su nombre hace alusión a su color, tiene una mayor cantidad de grasa vegetal y otros aditivos en comparación con los demás.

- Chocolate con leche: contiene aditivos sintéticos mezclados con leche en polvo, grasa vegetal o de cacao.
- Chocolate de mesa: posee un tamaño de partícula mayor al chocolate consumido como golosina, se prepara usando generalmente leche o agua.
- Chocolate en polvo: se crea a partir de la separación de la grasa del cacao, generando partículas sólidas que están adicionadas con otros ingredientes (Beckett, 2011).

Según datos estadísticos, en México existe un consumo per cápita anual de 400 gramos de chocolate, el cual es menor en comparación con Brasil y las naciones europeas, donde las personas consumen 2 y 12 kg respectivamente. Cabe señalar que, conforme a varias investigaciones, el cacao mexicano es catalogado como el más puro y consistente de su tipo a nivel internacional (Beckett, 2011).

En nuestro país, se tienen las siguientes normas oficiales mexicanas que regulan principalmente la producción del chocolate y derivados del cacao:

- **NOM-186-SSA1/SCFI-2002**, Productos y servicios. Cacao, productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial.
- **PROY-NOM-186-SSA1/SCFI-2012**, Cacao, chocolate y productos similares, y derivados del cacao. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial. Métodos de prueba.

Varios de los apartados incluidos en estas normas fueron definidos por la "Asociación Nacional de Fabricantes de Chocolate, Dulces y Similares A.C." (ASCHOCO), organización que integran 45 empresas chocolateras mexicanas, es la única asociación representativa de la confitería a nivel nacional, sus actividades se centran en integrar todos los eslabones de la cadena productiva del chocolate y azúcar. Tiene como asociados a grandes, medianas y pequeñas compañías confiteras nacionales e internacionales, posee una significativa representatividad ante las autoridades y otros organismos (Hernández Melo, Olguin Trinidad & Quiroz Ortega, 2012).

Existen diversas empresas chocolateras dedicadas a la producción y al rescate del cacao en sus productos, algunos ejemplos son: Turín, Chocolate Ibarra, Bremen, Dulces de la Rosa, Chocolates RPicard, Chocolatera Moctezuma, Chocolate Dos Hermanos, La Suiza, Giselles, La Giralda, Grupo Prisma, entre otras.

Las pequeñas empresas chocolateras han perdido paulatinamente alrededor de ocho mil empleos, ocho empresas cerraron definitivamente o se trasladaron a Estados Unidos para mantenerse en operación. Existe una clara competencia desproporcionada entre las empresas mexicanas fabricantes de chocolate y compañías transnacionales, las primeras lograron una producción de 73 mil toneladas, sin embargo, sólo tuvieron una participación en el mercado del 35%, mientras el otro 65 por ciento fue acaparado por firmas como Ferrero, Nestlé y Hershey's.

Existe una creciente tendencia donde muchas empresas mexicanas están suplantando sus productos hechos con cacao por dulces con sabor a chocolate, sin usar manteca de cacao. Algunos ejemplos de estas compañías son Ricolino, Bimbo y Sonric's.

Aunado a lo anterior, empresas como Larín, La Cubana y Wong's, han cesado sus operaciones al perder terreno frente a compañías transnacionales como Nestlé, que hace unos años absorbió a la Azteca. En el año 1994, la tasa de consumo de chocolates extranjeros en México era cercano a cero, actualmente, 42 de cada 100 productos provienen de compañías foráneas. Las pequeñas empresas que elaboran chocolate también se han visto afectadas por los altos impuestos con que se graban los productos con alto contenido de cacao (Hernández *et al.*, 2012).

El caso de estudio es la empresa HEMERSA que se localiza en Villa de Tamazulapam del Progreso, Oaxaca, es una microempresa productora de chocolate, encaladas, mole, especias y también ofrece el servicio de molinos. Distribuye sus productos en poblaciones cercanas como Villa Chilapa de Díaz, Nochixtlán, Huajuapán de León, Villa de Tejuapán entre otros. Cuenta con una planta equipada de maquinaria y herramientas para la fabricación de sus productos y con un establecimiento en el mercado de la población.

El dueño de la empresa es la tercera generación de productores de chocolate, con el tiempo se ha visto en la necesidad de adquirir maquinaria y conocimientos de su proceso.

Esta empresa posee las siguientes particularidades:

- Es una microempresa familiar donde laboran 4 empleados.
- Posee un capital reducido, sin embargo, tiene acceso a oportunidades de obtener créditos para equipamiento, infraestructura, etc.
- Su soporte técnico es limitado ya que no lleva ningún mantenimiento para las máquinas y de limpieza.
- La mayoría del personal que trabaja en los procesos de producción tiene un nivel educativo básico (escuela primaria).
- La demanda es variable e incierta.
- Los empleados perciben una baja remuneración en su salario.

En la Figura 1.1 se muestra el esquema general de la distribución actual de planta considerando los espacios destinados a la producción de todos los productos, los recuadros rojos señalan los espacios donde se ubica la maquinaria utilizada en la elaboración del chocolate. También se puede observar el estacionamiento ya que la empresa cuenta con una camioneta para la transportación de los productos este espacio está considerado para dos vehículos. El área marcada con líneas es donde vive el productor.

La distribución de las máquinas es un aspecto preponderante que se debió analizar, ya que las distancias largas generan tiempos muertos e implican un mayor trabajo para la transportación de las materias primas, productos semiterminados, insumos, entre otros elementos; además, aumenta el riesgo de contaminación del producto debido a los recorridos largos entre las estaciones de trabajo.

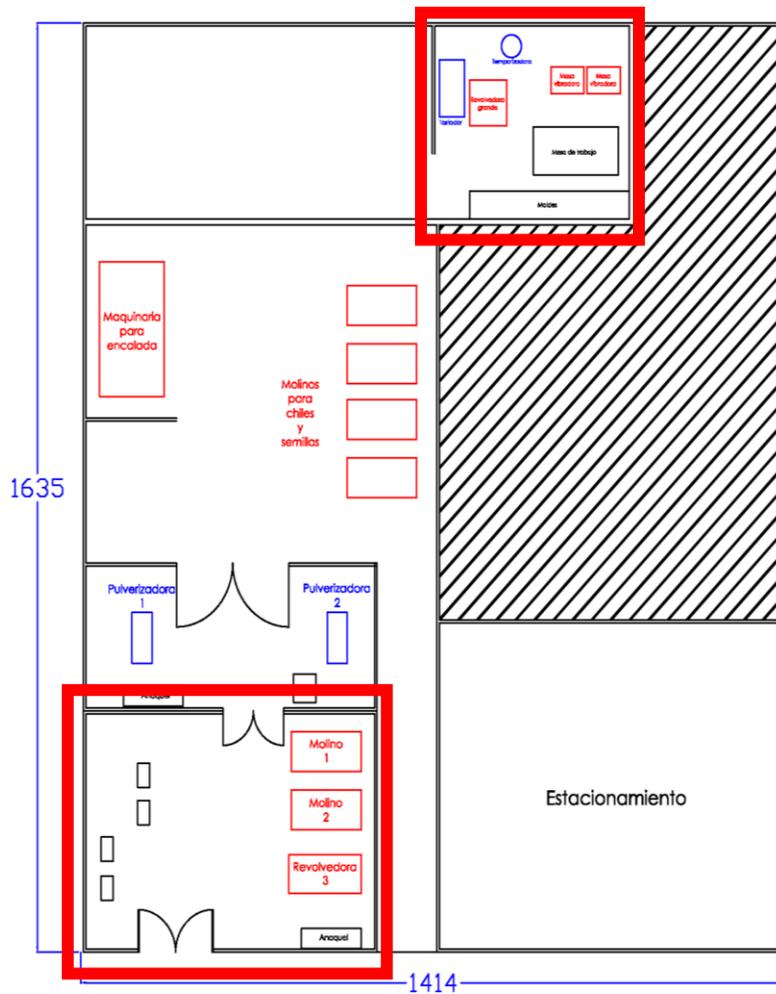


Figura 1.1 Distribución total de la planta (Fuente: Tesista).

En la Figura 1.2 se observa la línea de productos y presentaciones que actualmente maneja la empresa, se tiene 5 variedades de chocolates: amargo, almendrado, comercial, especial y en polvo. Las presentaciones se manejan de diferentes formas dependiendo del producto, el chocolate amargo se ofrece por pedido, el chocolate especial y almendrado se maneja por paquetes grande, mediano y chico dependiendo del número de piezas, el chocolate en polvo se vende en paquetes en g y el chocolate comercial se vende por kg. Los productos se comercializan por pieza ya que el proceso y las materias primas aumentan el precio, además de romper el paradigma de venderlo por kg como actualmente se considera en la localidad, diferencia importante con los demás productores.

Para la producción del chocolate se utilizan un conjunto de materias primas básicas, en distintas proporciones y tamaño de partícula que dan las características particulares a cada variedad, los cuales no se detallan debido a que existe una carta de confidencialidad con la empresa por lo cual no se divulgará a detalle algunas especificaciones, formulaciones, costos, equipo, capital y características de la materia prima.

La definición de los parámetros en las operaciones para elaborar el chocolate se ha hecho de forma empírica, únicamente retomando las experiencias del dueño de la empresa.



Figura 1.2 Línea de productos de la empresa (Fuente: Tesista).

En la Figura 1.3 se muestran las operaciones que conforman el proceso de fabricación de la línea de productos de chocolate que se manejan. Las actividades que se desarrollan varían de acuerdo con el tipo de producto que se va a elaborar, estas operaciones están relacionadas directamente con la distribución de la planta.

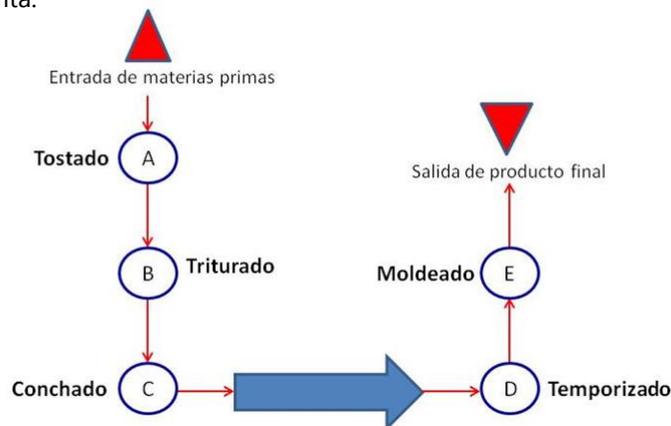


Figura 1.3 Proceso de producción de chocolate en la empresa (Fuente: Tesista).

A continuación, se describe cada una de las operaciones de la Figura 1.3.

- Operación A Tostado: se tuestan las habas de cacao ocupando maquinaria industrial.

- Operación B Reducción del tamaño de las partículas o trituración: las materias primas se revuelven y trituran en un molino.
- Operación C Conchado: esto se efectúa normalmente agitando la mezcla durante un periodo prolongado de tiempo.
- Operación D Temporizado: determina la oxidación y textura del chocolate mediante un tratamiento que depende de temperaturas e intervalos de tiempo.
- Operación E Moldeado: se realiza por medio de moldes de plástico de distintos tamaños y figuras, con ayuda de una mesa vibradora que elimina las burbujas en el interior de la pasta de chocolate.

1.2. Planteamiento del problema

Se analizó la situación de una empresa familiar productora de chocolate que lleva 25 años fabricando este producto. En sus inicios, todo el proceso se efectuaba de forma manual utilizando únicamente molinos de piedra, con el paso del tiempo, la demanda aumentó y se adquirieron máquinas como mesas vibradoras, temporizadoras, revolventoras y una tostadora industrial para elaborar el chocolate.

Hasta la fecha, la empresa lleva realizando sus operaciones con la misma maquinaria que se adquirió hace más de 15 años, sin embargo, carece de una organización estratégica, tanto en el uso de los equipos como en los procesos. Los parámetros utilizados en la producción del chocolate han sido determinados en la mayoría de los casos en forma empírica, esto ha generado una alta variabilidad en la calidad de los procesos y del producto, ocasionando una baja competitividad y demanda dentro del mercado actual.

En los procesos de fabricación del chocolate no se ha tenido una planificación, ya que se han manejado distintos tamaños de lote. Aunado a lo anterior, en muchas ocasiones se ha suspendido la elaboración de productos por la gran cantidad de trabajo que se requiere y que la empresa no ha podido cubrir, esto ha afectado la calidad del chocolate, produciendo retrabajos por la falta de capacidad del proceso.

Una de las deficiencias más notables consiste en la omisión de registros de parámetros en los procesos, tanto de tiempos de producción, estadísticas de consumo y de productividad. En cuanto a datos referentes a la demanda, el productor solamente conoce que en determinadas temporadas su producción tiene que aumentar, sin realizar un análisis más a detalle para definir el tamaño de los lotes o las fechas donde se requiere incrementar la fabricación del chocolate.

A continuación, se presenta una lista de los problemas que se han identificado dentro de la empresa de manera general y del proceso productivo de la fabricación del chocolate

- No se conoce ni aplica normativas relacionadas con procesos de producción, seguridad, limpieza y del producto. Estos aspectos son importantes para cumplir con los requisitos al insertarse en nuevos nichos de mercado como la exportación.
- Ha tenido poco crecimiento en el mercado a pesar del aumento en maquinaria y número de productos innovadores desarrollados que ofrece.
- Carece de conocimiento acerca de metodologías para la organización y herramientas que mejoren su proceso productivo indispensable para la competitividad.
- La organización carece de control y determinación de los mejores parámetros en los procesos de conchado y temperado importantes para la calidad en la elaboración del chocolate.
- No existe una planeación estratégica para cumplir la demanda sin desperdicios de tiempo, inventario, trabajo, transporte, movimiento y sobreproducción del proceso productivo.
- Requiere asesoría profesional, para la aplicación de metodologías y herramientas que mejoren sus procesos, productos y organización.
- No cuenta con un estudio donde se defina el diseño, organización y estandarización del trabajo.
- Se carece del conocimiento para estimar los costos de producción, demanda del mercado, tiempo en promedio de cada proceso y la eficiencia del equipo.
- Las instalaciones de la planta se encuentran en malas condiciones, algunas áreas no se encuentran techadas corriendo el riesgo de contaminación del producto. A demás de no tener un orden de la distribución considerando el tipo de producto.

A pesar de las condiciones citadas anteriormente, en la empresa se han detectado las siguientes áreas de mejora:

- El propietario es consciente de que se necesita mejorar la organización y los procesos productivos.
- Existe una amplia apertura para realizar cambios, tanto del empresario como de los empleados.

1.3. Justificación

En México las MIPYMES son parte indispensable del crecimiento de la economía. Existe una importante cantidad de Micro, Pequeñas y Medianas empresas, las cuales deben potencializarse para fortalecer la competitividad de las empresas nacionales, convirtiéndolas en una ventaja real para atraer nuevas inversiones y fortalecer la presencia de productos mexicanos tanto dentro como fuera de nuestra nación. Por ello es necesario aplicar una manufactura adaptada a este tipo de empresas, viendo la importancia para el desarrollo del país, tomando en cuenta su condición económica y tecnológica INEGI (Cerón, 2015).

Por la importancia de las MIPYMES, es necesario instrumentar acciones para mejorar el entorno económico y apoyar directamente a las empresas, con el propósito de crear las condiciones que contribuyan a su establecimiento, crecimiento y consolidación (Cerón, 2015).

La globalización comercial ha provocado que muchas empresas que tenían un dominio local de sus mercados, de pronto se vean compitiendo en su propio territorio con otras de clase mundial y las tendencias indican que la rivalidad seguirá intensificándose. Con la finalidad de mantenerse en el mercado competitivo, las empresas deben realizar ajustes organizacionales y tecnológicos, específicamente, inversiones en tecnología para la manufactura avanzada; sin embargo, al momento de realizar su justificación, se presentan varios problemas, como son la gran variedad de alternativas, que los modelos de evaluación son insuficientes por su reducido poder explicativo, que las empresas no asimilan la tecnología adecuadamente por la falta de ajustes organizacionales. Por ello es importante tomar en cuenta el aspecto organizacional en los procesos de manufactura para adaptar tecnologías avanzadas que funcionen y realmente necesarias (García Alcaraz, Solano Lamphar & Noriega Morales, 2007)

Existen diversos artículos como el de García (2007), Niño (2010) y Reyes (2002), donde llevan a cabo un análisis de la administración del proceso en los sistemas de manufactura, con el objeto de resaltar los beneficios que el enfoque de sistemas aporta para mejorar la toma de decisiones. Esta aportación es necesaria, puesto que se trata de una organización de alta complejidad, con fuertes interacciones entre sus elementos, una amplia diversidad de puntos de decisión y variedad en la definición de las medidas para calificar su desempeño.

El enfoque de sistemas, por su potencial para apoyar conceptualmente la solución de problemas complejos en los dominios más diversos, es considerado de gran utilidad para guiar la aplicación de propuestas de mejora en organizaciones reales. Los sistemas de producción han evolucionado en los criterios de operación, de las decisiones del propio sistema a las que toman en cuenta a los usuarios de la producción, como en el pensamiento esbelto (Juárez López, Rojas Ramírez, Medina Marín & Pérez Rojas, 2011).

Otra de las aplicaciones publicadas se realizó en Colombia donde se hicieron algunas reflexiones en la aplicación de la manufactura esbelta dentro de sus empresas (Ballesteros, 2008).

Para lograr un incremento de competitividad, las empresas pueden optar por diferentes estrategias de innovación que ayuden a mejorar alguno de los elementos de la función que se está hablando, este trabajo propone la implementación del sistema de manufactura esbelta como una metodología lógica y pertinente para lograr implantarlo. Este trabajo presenta una innovación en los procesos productivos de una planta mediante una "Metodología para Implantar el Sistema de Manufactura Esbelta en Plantas Industriales Seleccionadas" logrado a través del análisis de las

condiciones, características y factores críticos en implementaciones exitosas, demostradas a partir de la eliminación de todo tipo de desperdicio, reduciendo tiempos de respuesta y originando una alta flexibilidad en sus procesos con el fin de incrementar la competitividad de las PYMES mexicanas (Niño Luna & Mariusz Bednarek, 2010).

Existen diversos sistemas modernos de manufactura como: el sistema de manufactura flexible, el sistema de manufactura celular y el sistema de manufactura concurrente los cuales contienen características de automatización y principalmente una gran inversión por lo que no se adapta a nuestro problema. Por otro lado, la manufactura esbelta trabaja por medio de herramientas para la mejora y optimización dentro del proceso, sin necesidad de integrar la automatización ocupando lo que se tiene actualmente adaptándose así al problema.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Planificar una propuesta de mejora en el proceso de producción del chocolate de una MIPYME utilizando el sistema de manufactura esbelta para lograr el incremento en la competitividad y productividad.

1.4.2. Objetivos particulares

- a) Hacer un diagnóstico mediante el análisis actual de la empresa determinando indicadores para medir su desempeño con el objetivo de establecer el orden operativo y administrativo.
- b) Reducir desperdicios de tiempo y trabajo en actividades relacionadas a preparación de materias primas y mantenimiento de maquinaria por medio de herramientas de la manufactura esbelta para eliminar actividades que no le den valor agregado al producto durante su manufactura.
- c) Determinar el tamaño de lote de producción analizando su capacidad de producción para satisfacer los requerimientos de la demanda de forma constante.
- d) Estandarizar el tiempo de preparación, efectividad del equipo y métodos de trabajo del proceso de producción mediante el análisis de las operaciones con el fin de controlar el proceso.

1.5. Metas

- a) Determinar los indicadores que midan el desempeño del proceso.
- b) Establecer las operaciones críticas del proceso.
- c) Realizar un plan de producción acorde a la demanda.
- d) Determinar los métodos de trabajo que aumenten la producción.

1.6. Límites y alcances

Dentro de la empresa se manejan varios productos como moles, encaladas, especias en polvo, chocolate y servicios de molinos para maíz, frijol, garbanzo, cacao y chile.

Este trabajo únicamente se enfocará a la línea de producción de chocolate que maneja la empresa. Analizando y trabajando solamente con los procesos que competen las entradas de los materiales, pasando por procesos de transformación como trituration, conchado y temporizado otorgándoles valor agregado procesando y cambiando la materia prima para obtener un producto final de calidad.

Se realizó una transferencia tecnológica dentro de la producción de dicha empresa implementando la filosofía de manufactura esbelta en sus procesos y organización de los mismos.

Se realizará una propuesta final observando los resultados obtenidos al llevar a cabo los objetivos dentro de la producción.

Capítulo 2. Fundamentos teóricos

La manufactura es reconocida como un factor de crecimiento económico en todas las naciones, este sector crece 12% anualmente en todo el mundo. A nivel mundial se ha encontrado que aproximadamente el 40% de la producción industrial depende de las pequeñas, medianas y micro empresas que están registradas formalmente (Government of India, 2010).

Para mantener esta tasa de crecimiento, actualmente el sector manufacturero necesita generar y mantener competencias para hacer frente a los retos de la globalización. En este sentido, las MIPYMES están obligadas a reducir sus costos de producción mediante una administración y dirección que mejore la utilización de espacios, maquinaria, personal, tiempos y procesos. También las MIPYMES necesitan ser más ágiles, adaptarse con rapidez a los cambios, incrementando su competitividad, capacidad de producción y respuesta al mercado. El ambiente globalizado moderno ha exigido que las MIPYMES del sector manufacturero se comprometan en dirigir y expender recursos de todo tipo para aplicar estrategias que se ajusten a sus necesidades (Government of India, 2010).

Normalmente, las MIPYMES producen innovaciones en sus productos y prácticas de fabricación. La continua presión de la competencia origina que las pequeñas empresas sean más proactivas y mejoren sus operaciones comerciales, lo cual representa un punto de partida para la introducción de metodologías como la Manufactura esbelta (Matt, 2013).

La manufactura esbelta es un conjunto de técnicas y herramientas que ayudan a reducir los costos de producción y a incrementar la competitividad de las empresas, representa una excelente opción para la supervivencia de las MIPYMES.

En este trabajo se aplicó una serie de técnicas pertenecientes a la manufactura esbelta en una MIPYME chocolatera del estado de Oaxaca con el fin de llevar un manejo eficiente del personal, creando una organización estratégica que mejorara la utilización de los recursos, reduciendo los desperdicios y estandarizando los procesos de fabricación. De este modo, se pretende generar un precedente que pueda ser aplicable y ayude a otras empresas del mismo ramo.

En este capítulo se describen conceptos teóricos del chocolate como su proceso y normatividad; de técnicas de registro como apoyo necesario a lo largo de la investigación. Además de pronósticos, control estadístico de la calidad (diagrama de Pareto y cartas de control) y Diseño de experimentos.

Algunas herramientas consideradas en las 5 fases para la implementación de la manufactura esbelta como lo son las 5'S, el mapa de cadena de valor e indicadores entre otros.

2.1. Chocolate

La industria chocolatera crece continuamente a nivel mundial, existe una voraz competencia entre distintas marcas multinacionales como The Hershey's Company, The Lancaster Caramel Company MR y algunas nacionales. Esto ha motivado que algunas de las empresas chocolateras mexicanas aumenten su capacidad de exportación. Marcas nacionales como Ibarra, Mayordomo y La soledad producen y comercializan chocolate de mesa (Soriano, 2010). En nuestro país, exportar chocolate a otras latitudes representa un gran desafío, ya que el sabor y la calidad del producto definen las preferencias de los clientes en un mercado altamente competitivo. Las empresas chocolateras mexicanas han establecido fábricas en varios puntos del territorio nacional para poder distribuir rápidamente sus productos en diferentes países y ciudades (Soriano, 2010).

Esta investigación se realizó en una microempresa familiar productora de chocolate denominada EMHERSA, la cual se ubica en el estado de Oaxaca. Inicialmente se diagnosticó y analizó el estado actual de la organización para definir la forma cómo se implementaría la manufactura esbelta, con el objetivo de realizar mejoras en sus procesos productivos y tiempos de respuesta para incrementar su competitividad. Se buscó eliminar todo tipo de actividad que no aportara ningún valor agregado al producto durante el proceso de manufactura.

A continuación, se presenta información que sirvió como apoyo para el desarrollo de esta tesis referente a los antecedentes, la comercialización, el consumo, la producción y regularización del chocolate.

2.1.1. Antecedentes

El árbol del cacao fue cultivado originalmente por los aztecas en México, antes de la llegada de los españoles. Las habas del cacao fueron usadas como moneda y como ingrediente para la producción de un brebaje picante llamado chocolatl. Las primeras semillas de cacao fueron llevadas a Europa por Cristóbal Colón, posteriormente fueron explotadas comercialmente por Hernán Cortés para elaborar una bebida nueva. Para fabricar el chocolate sólido que se funde rápidamente en nuestro paladar es necesario mezclar las habas de cacao molidas con azúcar y grasa extra, la cual se obtiene comprimiendo otras habas de cacao.

En 1727, Nicholas Sanders registró en el Reino Unido una bebida hecha con leche y chocolate. En 1876, Van Houten extrajo y usó la manteca de cacao en Holanda para obtener un chocolate sólido que se fundiera con facilidad (Beckett, 2011).

En México se produce desde tiempos prehispánicos el tradicional chocolate de mesa, el cual es un producto hecho con ingredientes naturales y de cuyo proceso de fabricación se tiene poca información bibliográfica, en comparación con los chocolates de tipo industrial. La mayoría de las

grandes empresas chocolateras en nuestro país cuentan con maquinaria especializada y moderna que les permite agilizar el proceso de producción y obtener grandes volúmenes de piezas, sin embargo, aún existen MIPYMES que lo fabrican de forma artesanal y a pequeña escala.

2.1.2. Proceso de producción del chocolate

Existen diferentes métodos para fabricar chocolate, dependiendo el tipo de chocolate que se desea obtener, de igual manera diferentes materias primas y aditivos. En la Figura 2.1 se muestra un esquema del proceso productivo de manera general, donde se inicia con la preparación de las habas de cacao para la obtención de la pasta y adición de aditivos.

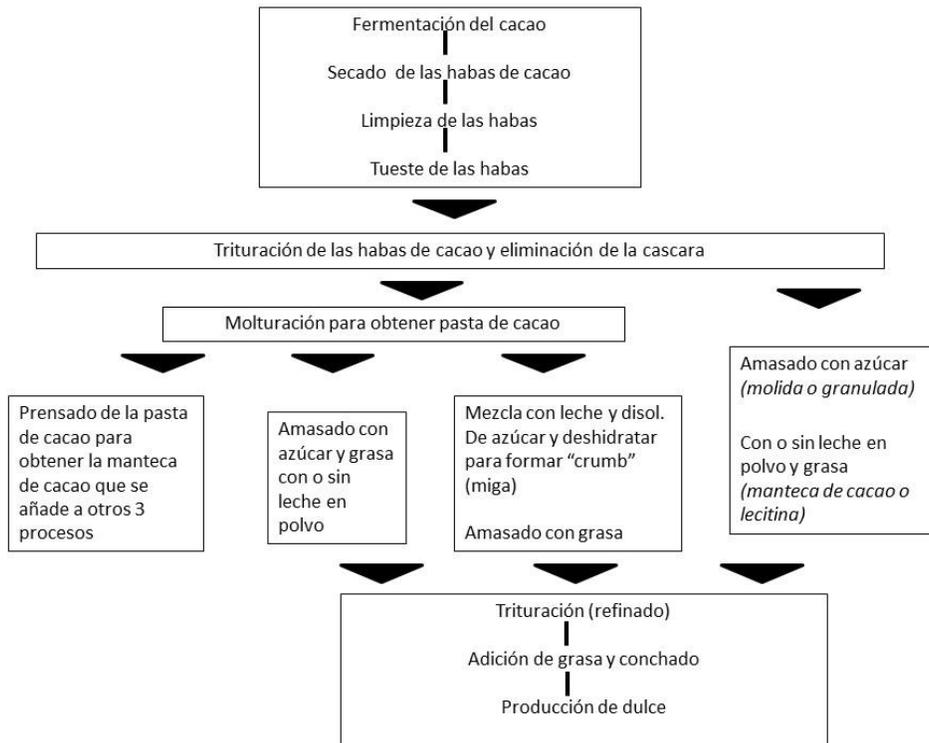


Figura 2.1 Proceso general para la fabricación de chocolate (Beckett, 2011)

El sabor y textura son las dos características fundamentales que sirven para distinguir a cada tipo de chocolate (Beckett, 2011).

El chocolate debe mantenerse en estado sólido a una temperatura ambiente entre los 20 °C y 25 °C, además debe fundirse a una temperatura de 37°C en el paladar humano (Beckett, 2011).

A continuación, se describen cada una de las operaciones y procesos necesarios para la fabricación del chocolate artesanal, específicamente que produce la empresa en que se enfoca esta investigación y con relación a la Figura 2.1.

a) Preparación del grano.

El árbol del cacao produce un conjunto de mazorcas que contienen en su interior las habas de cacao y pulpa. Una vez que se cosechan las mazorcas, debe separarse la cubierta exterior del fruto junto con la pulpa para que puedan fermentarse ambos elementos. A través de este proceso, se desarrollan dentro de las habas ciertos compuestos químicos que son los precursores del sabor del chocolate. Posteriormente, es necesario limpiar las habas para eliminar metales pesados, piedras y otros materiales extraños que contaminen el producto. Después es necesario tostar las habas para conseguir el sabor característico, esta operación también ayuda a soltar con facilidad la cáscara que rodea a la parte exterior de la almendra. Luego se trozan las habas y se eliminan los pedazos de cascarilla, ya que afectan el sabor (Beckett, 2011).

b) Trituración o reducción del tamaño de las partículas.

Esta operación puede adoptar varias formas, pero todas consisten que el cacao, el azúcar o cualquier otro sólido estén triturados de manera que las partículas sean suficientemente pequeñas para no ser detectadas por la lengua. El tamaño de partícula depende del tipo de chocolate y del mercado al cual está dirigido, sin embargo, ésta debe ser inferior a 40 μm para lograr que los ingredientes adopten la consistencia de una pasta. La diferencia en cuanto a la calidad del chocolate no depende solamente de la formulación, sino también de los procesos empleados para su fabricación, ya que las operaciones extras de trituración requeridas para disminuir el tamaño de partícula necesitan de maquinaria especializada y costosa (Beckett, 2011).

a) Conchado

Esto se logra agitando la pasta durante un periodo prolongado en un depósito grande. Algunos fabricantes prefieren limitar el tiempo de conchado restringiendo el proceso o licuando el chocolate. El objetivo del conchado consiste en eliminar los sabores indeseables y desarrollar los sabores agradables. En esta operación homogeneiza la mezcla de los ingredientes con la grasa del cacao para desarrollar la fluidez de la pasta, lo cual permite la confección de geometrías más elaboradas en las piezas (Beckett, 2011).

c) Temporizado

El temporizado juega un papel muy importante en la producción del chocolate, ya que permite estabilizar los cristales y las grasas del cacao fundidas en el chocolate, es decir, uniformiza el tamaño de los cristales que conforman la estructura del chocolate (Beckett, 2011).

Este proceso es similar a un tratamiento térmico ya que, con la variación de temperatura en un determinado periodo de tiempo, se acomodan las partículas de los ingredientes para otorgar un

aspecto brillante y liso al chocolate. También, mediante el temporizado se logra la compresión necesaria de la pasta para que no se desmorone o quiebre el chocolate (Beckett, 2011).

2.1.3. Normatividad

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) desarrollaron el Codex Alimentarius, que son un conjunto de normas para la elaboración de alimentos a nivel mundial. Estos estándares sirven para proteger la salud de los consumidores y asegurar buenas prácticas en el comercio de alimentos, también promueven la coordinación del trabajo emprendido por organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales en el ramo alimenticio. Para el chocolate existen dos normas codex:

- **CODEX STAN 141-1983.** Estándar para la masa de cacao (cacao) (cacao / licor de chocolate) y pastel de cacao.
- **CODEX STAN 78-1981.** Estándar para productos de chocolate y chocolate.

En la Norma Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2013 se especifican las buenas prácticas que se deben seguir en nuestro país para la fabricación del chocolate. Contiene información adicional relacionada con el análisis microbiológico del producto terminado, las materias primas, el control y erradicación de la fauna nociva. Ésta norma se enfoca en los productos alimenticios elaborados con cacao, determina las proporciones requeridas de cacao y sus derivados en combinación con otros ingredientes para la fabricación de chocolate. Además, establece los cuidados necesarios para el manejo del cacao durante su fermentación.

2.2. Herramientas de registro y análisis

A continuación se describen las diferentes herramientas para registrar el comportamiento del proceso productivo del caso de estudio que consisten en describir las operaciones, transportes, inspecciones, demoras, almacenes, distancias y tiempos para su análisis.

2.2.1. Distribución de planta

La distribución de planta es la representación en planta y la ubicación de todos los equipos e instalaciones. Este debe dar respuesta de los criterios de diseño y de la organización general del proceso productivo. (Arata, 2009). Esta distribución especifica el orden de los procesos, de las máquinas, de los equipos asociados a ellas, y de las áreas de trabajo; y consecuentemente condiciona el flujo de persona dentro y fuera de tales áreas (Publicaciones Vértice, 2007).

2.2.2. Diagrama de flujo de proceso

Los diagramas de flujo de procesos sirven para registrar operaciones e inspecciones, también muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que está expuesto el producto a medida que recorre la planta (Niebel, 2009). Estos diagramas utilizan 5 símbolos básicos, establecidos por American Society of Mechanical Engineers, para su representación los cuales se pueden ver en la Figura 2.2 (Niebel, 2009).

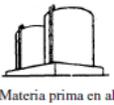
Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Taladrar orificio
Transporte  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo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

Figura 2.2 Simbología para un diagrama de flujo de proceso (Niebel, 2009).

A continuación se explica el significado de cada uno de los símbolos estandarizados: La flecha indica transporte, el cual se define como el movimiento de un objeto de un lugar a otro, sin tomar en cuenta el movimiento que se hace durante el curso normal de una operación o inspección. Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero apoyado en su vértice significa almacenamiento, el cual se registra cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la mueva sin autorización y por último el cuadrado representa una inspección. (Niebel, 2009).

Entre la información extra que puede adicionarse a un diagrama de flujo de proceso se tiene: el número, la cantidad y costo de la parte fabricada, el número de diagrama, la descripción del proceso,

el método actual o propuesto, la fecha, el nombre de la persona, la planta o departamento dónde se elaboró el diagrama.

En el diagrama se debe describir cada evento del proceso, encerrar en un círculo el símbolo adecuado del diagrama e indicar los tiempos asignados para los procesos, retrasos y las distancias de transporte. Posteriormente, tiene que conectar los símbolos de eventos consecutivos con una línea vertical. La columna del lado derecho está destinada para incorporar comentarios o recomendaciones que conduzcan a cambios en el futuro. Los desplazamientos de 1.50 m o menores, por lo general, no se registran (Niebel, 2009)

En el diagrama de flujo de proceso deben incluirse todos los retrasos y tiempos de almacenamiento ya que, mientras una parte permanece más tiempo en almacenamiento o se retrasa, aumenta el costo y el tiempo que el cliente tendrá que esperar para la entrega. Este esquema representa una herramienta a partir de la cual se puede mejorar la distribución de una planta, reduciendo la cantidad y la duración de todos los transportes, retrasos y almacenamientos (Niebel, 2009).

2.2.3. La gráfica del proceso operativo

Esta herramienta muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso productivo, desde la llegada de la materia prima hasta el producto terminado. También presenta detalles de la manufactura con sólo una inspección visual rápida ayudando a visualizar el método en curso, con todos sus detalles, de tal forma que se pueden identificar nuevos y mejores procedimientos.

Para construir la gráfica del proceso operativo se usan dos símbolos: un pequeño círculo representa una operación y un pequeño cuadrado indica una inspección. Una operación se realiza cuando una parte bajo estudio se transforma intencionalmente. Una inspección se realiza cuando la parte es examinada para determinar su cumplimiento con un estándar. También se registran valores del tiempo, basados en estimaciones o en mediciones reales, pueden asignarse a cada operación o inspección (Niebel, 2009).

Además de los dos símbolos anteriores la secuencia se traza por medio de líneas verticales señalando el flujo general del proceso a medida que se hace el trabajo, mientras que las líneas horizontales que alimentan a las líneas de flujo vertical indican materiales, ya sea comprados o elaborados durante el proceso (Niebel, 2009).

2.2.4. Diagrama de recorrido

A pesar de que el diagrama de flujo del proceso proporciona la mayor parte de la información relacionada con un proceso de manufactura, no muestra un plan gráfico del movimiento del trabajo

que pueda servir para desarrollar un nuevo método. La mejor forma para proporcionar esta información consiste en elaborar un diagrama de las áreas involucradas y después bosquejar las líneas de flujo, es decir, indicar el movimiento del material de una actividad a otra.

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que presenta la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. Cuando los analistas elaboran un diagrama de recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas, se pueden utilizar colores diferentes para indicar líneas de flujo en más de una parte (Niebel, 2009).

El diagrama de recorrido representa un complemento útil del diagrama de flujo de procesos, ya que indica el camino hacia atrás y las áreas posibles de congestión de tráfico, además facilita el desarrollo de una configuración ideal de la planta.

2.2.5. El organigrama y reglamento

El organigrama es un instrumento que permite distribuir los puestos que comprenden la organización en función de la jerarquía y de las áreas de competencia. Dependiendo de la mayor o menor complejidad de la estructura organizacional de la empresa, el organigrama será más o menos complejo (Montalván, 1999).

Este diagrama es un recurso importante con que cuentan las organizaciones para comprender aspectos fundamentales como:

- La ubicación del personal.
- La distribución de las áreas de que consta la empresa.
- La forma como se relacionan los puestos.
- La forma como se distribuye la autoridad.
- La posibilidad de detectar problemas en la empresa que pueden estar generados por la estructura.
- La posibilidad de diseñar cambios estructurales, de puestos y de personas.

Para cualquier empresa, por grande o pequeña que sea, generalmente se consideran las siguientes tres áreas básicas:

- Área administrativa: coordina, centraliza y distribuye las acciones, funciones y recursos de la organización, así como todos los puestos que existen. Es uno de los puntos neurálgicos de cualquier empresa ya que su función más importante es la de preservar el orden, una

organización que no se administra adecuadamente no tiene posibilidades de subsistencia (Montalván, 1999).

- Área productiva (manufactura, intermediación o servicios): es el área que genera directamente el beneficio económico, de ella depende la posibilidad real de convertir los productos en ingresos monetarios. También es la responsable de contar con los productos necesarios, idóneos y de calidad para su comercialización (Montalván, 1999).
- Área de ventas y/o mercadotecnia: esta área es responsable de hacer llegar a los clientes los productos que se fabrican, es un complemento de las dos áreas anteriores. También se encarga del manejo de la imagen corporativa, tiene contacto directo con el cliente y es responsable ganar su confianza y satisfacción (Montalván, 1999).

2.3. Manufactura esbelta

Después de la Primera Guerra Mundial, Henry Ford y Alfred Sloan de la empresa General Motors, cambiaron la manufactura artesanal por una fabricación en masa que propició el dominio económico de los Estados Unidos a nivel mundial.

En 1950, Eiji Toyoda visitó por tres meses la planta Rouge de Ford en Detroit, que en aquellos tiempos era la más grande y eficiente del mundo. Ahí se producían 7,000 automóviles diarios, en cambio, Toyota apenas alcanzaba a fabricar 2,685 autos. Toyoda se dio cuenta que la producción en masa de Ford no podía aplicarse en Japón, debido a esto creó el "Sistema de Producción Toyota", actualmente conocido como la metodología de la manufactura esbelta. Esta metodología propició un crecimiento descomunal de la economía japonesa, por lo cual, muchas otras naciones decidieron copiarlo (Padilla, 2010).

La manufactura esbelta se ha convertido en una de las metodologías más populares utilizadas para la eliminación de residuos en la industria manufacturera y de servicios. Esto ha propiciado la mejora en la calidad de los productos y la productividad, cada organización ajusta varias herramientas y técnicas de acuerdo con sus necesidades (Abdul Wahab, Muriati Mukhtar & Riza Sulaiman, 2013).

La introducción y la aplicación de los principios de manufactura esbelta han tenido un impacto notable en muchas empresas manufactureras en las últimas dos décadas, se ha observado que sus métodos e instrumentos no son aplicables por igual a grandes y pequeñas empresas. Después de la puesta en práctica en las grandes empresas pertenecientes al sector automotriz, el concepto de manufactura esbelta fue introducido con éxito en empresas de tamaño medio. Por otro lado, son pocos los casos en donde se ha aplicado en pequeñas empresas (Matt D. T. & Rauch E., 2013).

El Premio Shingo fue establecido en 1988 en honor al ingeniero industrial japonés Shigeo Shingo, quien realizó grandes contribuciones al mejoramiento de los procesos de manufactura. Fue establecido para promover la concientización de los conceptos de la manufactura esbelta y para

reconocer a las compañías que logran calidad de clase mundial. Conocido como el premio Nobel de la manufactura, la base y administración de este reconocimiento están en Estado Unidos, en la Universidad de Utah; sin embargo, su obtención también está abierta a compañías de naciones como Canadá y México (Escalante, 2006).

La manufactura esbelta difiere principalmente de los enfoques tradicionales en que adopta una orientación que busca lograr un flujo de producción sincronizado, rápido y directo hacia el cliente, con un mínimo de desperdicios. Los enfoques tradicionales persiguen mantener la independencia de las operaciones que desfavorece la unificación de los procesos.

El concepto de producción en masa creado a inicios del siglo XX por Henry Ford fue reemplazado por el "Sistema de producción Toyota" establecido por Eiji Toyoda en 1950, el cual fue renombrado como "Manufactura esbelta" en 1990. Eiji Toyoda ideó un sistema de manufactura donde se eliminarán la mayor cantidad de desperdicios que no brindan un valor agregado al producto

Según López, *et al.* (2011) las organizaciones que implementan la manufactura esbelta persiguen una estrategia de reducción de costos al redefinir sus actividades, su correcta aplicación puede reflejarse en un incremento en la calidad.

Un ejemplo tangible de los beneficios en la implementación de la manufactura esbelta lo brinda la empresa Hearth & Home Technologies, organización especializada en la fabricación de mobiliario de oficina y chimeneas. Esta empresa logró disminuir las quejas de los clientes en un 15%, además de los costos por garantía y de calidad en un 38% y 23%, respectivamente. También se redujeron el tiempo de ocio en un 30% y la espera de los clientes en los envíos en un 46%. Finalmente, se aumentó la efectividad en la entrega de los pedidos, el ahorro de espacios y el número de unidades producidas en su fábrica de Mount Pleasant, Iowa. Otro caso de éxito lo representa la compañía UTC Fire & Security, la cual está enfocada en la manufactura de dispositivos de seguridad en Navojoa, Sonora. La aplicación de la Manufactura esbelta permitió reducir el tiempo de ocio en un 32%, además se aumentó la producción diaria por turno en un 83% (López, 2009).

Existen diversos términos que hacen referencia al concepto de manufactura esbelta, en inglés se ha difundido con la denominación de "Lean manufacturing" o "Lean production"; en español se ha manejado con los vocablos de "Manufactura esbelta", "Producción esbelta" o "Producción ligera". El término "Lean" fue popularizado en la década de 1990 por James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos en su libro "La máquina que cambió el mundo" (Cabrera, R., 2014). No obstante, estas no son las únicas nominaciones que se le han dado a esta filosofía, Kalpakjian y Schmid se refieren a este concepto como "Producción o manufactura sobria", mientras que autores como Chase y Fernández lo denominan "Sistema justo a tiempo" (JIT por sus siglas en inglés). En la actualidad, los principios y prácticas de este enfoque se han extendido alrededor del mundo a una amplia variedad de sectores

productivos, como la automotriz y la industria alimenticia e inclusive hasta en el sector de los servicios.

Según Padilla (2010) últimamente se ha planteado una versión avanzada de la manufactura esbelta, conocida como manufactura ágil. Esta variante da un mayor énfasis a la inversión en capital humano, sistemas de información y comunicaciones, agregando algunos elementos como la formación polivalente del personal, la conformación de equipos de trabajo, la integración de la información y la tecnología de producción, la disminución de los tiempos de desarrollo y ejecución (ingeniería concurrente) y la calidad total en todos los procesos. La manufactura ágil plantea el uso de los principios de la manufactura esbelta en una escala amplia, con lo cual se pretende asegurar la agilidad o flexibilidad del sistema de producción, es decir, responder rápidamente a los cambios en la demanda del producto y en los requerimientos del cliente (Padilla, 2010).

La manufactura esbelta estableció los cimientos para maximizar el valor de productividad y competitividad para las empresas, con un enfoque aplicable en el área productiva. Por su parte, la manufactura ágil da mayor énfasis al aspecto humano. En los últimos años, la metodología del six sigma se ha aplicado buscando la integración total de las operaciones en las organizaciones (Padilla, 2010).

2.3.2. Herramientas de la manufactura esbelta

a) Mapa de Cadena de Valor (MCV).

El Mapa de la Cadena de Valor es un modelo gráfico que representa la cadena de valor mostrando tanto el flujo de materiales como de información, desde el proveedor hasta el cliente. El MCV tiene por objetivo plasmar en un papel todas las actividades productivas de forma sencilla, para identificar la cadena de valor y detectar a nivel global dónde se producen los mayores desperdicios del proceso (Rajadell & Sánchez, 2010).

Este diagrama facilita la identificación visual de las actividades que no aportan valor añadido al negocio con el fin de eliminarlas y ganar en eficiencia, es una herramienta sencilla que permite una visión panorámica de toda la cadena de valor.

Los beneficios obtenidos de la aplicación del MCV son: ayudar a visualizar más de un simple proceso, vincular el flujo de información y el de materiales en un solo gráfico utilizando un único lenguaje, se obtiene un sistema estructurado para implementar mejoras y se consigue una visión de cómo tendría que ser el sistema (Rajadell, 2010).

Para desarrollar un MCV es necesario conocer y hacer inicialmente el diagrama de flujo del proceso. Paralelamente, se registran los datos numéricos asociados a cada parte del proceso, por ejemplo, el tiempo del proceso, la distancia recorrida, la superficie ocupada, la cantidad de piezas en

stock, etc. También se anotan todos los datos referentes a las líneas de producción, como cadencia de trabajo, tiempo de ciclo, entre otros.

Por último, se coloca la información de forma gráfica, la cual, debe concordar con el análisis derivado del Diagrama de flujo del proceso, adicionando el movimiento de información y clientes.

b) Metodología 5'S.

La metodología de las 5'S es considerada uno de los cimientos para la implementación de la manufactura esbelta, además es esencial para desarrollar todas las demás herramientas. Su objetivo se centra en crear hábitos de orden en el entorno de trabajo, abarcando la limpieza de la fábrica, del medio circundante y del equipo que se utiliza diariamente en una organización. Posteriormente, se busca establecer rutinas disciplinadas que permitan estandarizar las actividades en una empresa, hasta generar hábitos y costumbres en sus actividades diarias. Por su sencillez, la mayoría de las personas y organizaciones no tienden a darle la importancia pertinente (Cabrera, 2014).

La metodología de las 5'S fue creada por Hiroyoki Hirano (Cabrera, 2014), en la Figura 2.3 se observan los nombres en japonés de las cinco fases que componen esta técnica y su correspondiente traducción al español de cada término.

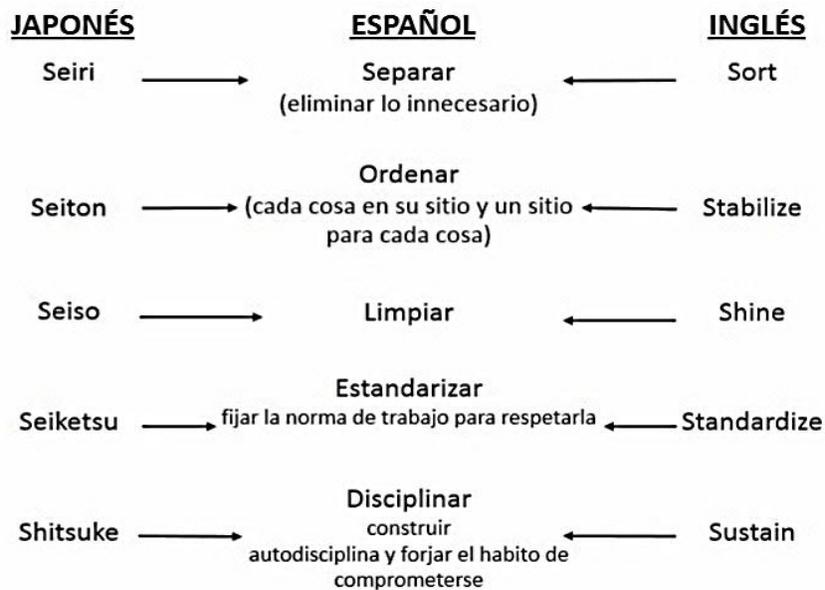


Figura 2.3 Traducción de las 5'S español-inglés (Cabrera, 2014).

Las 3 primeras fases están orientadas a optimizar el ambiente de las cosas, como las condiciones de trabajo y el entorno laboral en general. Las últimas dos fases están encaminadas a mejorar las condiciones de uno mismo como persona (Cabrera, 2014). La implantación de las 5'S tiene por objetivo evitar la existencia de los siguientes síntomas disfuncionales en una empresa:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, herramientas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, herramientas sueltas, cartones, etc.
- Elementos rotos: topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones y señales comprensibles por todos.
- Averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Falta de espacio en la zona de los almacenes. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Cuando en una organización se tienen las condiciones anteriores, es recomendable la aplicación de las 5'S, la cual se justifica por las siguientes razones:

- Se generan indiscutibles ventajas en la línea de producción por tener cada cosa en su sitio, con limpieza y en el momento exacto para su uso. Este principio debería de convertirse en un hábito estandarizado en las empresas.
- Implica desarrollar un proyecto que plantea objetivos alcanzables.
- El periodo de ejecución que se plantea es a corto plazo (tres meses como máximo).
- Presenta resultados inmediatos tangibles, cuantificables y visibles para todos, ya que se trata de una estrategia que facilitará el desarrollo del trabajo y que seguirá aplicándose en el futuro (Rajadell, 2010).

A continuación, se explican las fases que componen la metodología de las 5'S:

i. Primera S "Eliminar"

La primera fase implica clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos que son innecesarios para desarrollar una tarea. Por lo tanto, consiste en separar los elementos que se necesitan de los que no se necesitan y controlar el flujo de cosas que originan despilfarros, por ejemplo: disminuir el número de manipulaciones y transportes, evitar accidentes personales y eliminar la pérdida de tiempo para localizar cosas. La correcta implementación de la fase conlleva:

- Separar aquello que es realmente útil de aquello que no lo es.
- Mantener lo que se necesita y eliminar lo que sobra.
- Separar los elementos necesarios según su uso y a la frecuencia de utilización.
- Aplicar estas normas tanto a materiales tangibles (herramientas, maquinas, piezas, etc.) como intangibles (información, ficheros, etc.).

Los beneficios que aporta la implementación de la primera fase pueden verse reflejados en aspectos como:

- Liberación de espacio útil en plantas y oficinas.

- Reducción del tiempo necesario para acceder a los materiales, herramientas, utillajes, etc.
- Aumento de la seguridad en el lugar de trabajo.

En la práctica, se elaboran tarjetas rojas que se adhieren a todos los elementos que pueden considerarse prescindibles, debido a que no se utilizan o porque han quedado obsoletos (Hernández, 2013). Posteriormente se debe decidir si hay que considerarlos como un desecho, en caso contrario, las cosas simplemente se acumulan.

ii. Segunda S “Ordenar”

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para ello, habrá de definirse su lugar de ubicación e identificarlos para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición. La implantación de esta fase conlleva a:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado para la colocación de los objetos.
- Evitar duplicidades (cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa).

Los beneficios que aporta la aplicación de la segunda fase pueden manifestarse en aspectos como:

- Obtener un acceso rápido a los elementos que se necesitan.
- Alcanzar una mejora en la productividad global de la planta.
- Conseguir un aumento de la seguridad en el lugar de trabajo.
- Producir una mejora en el manejo de la información, para optimizar su accesibilidad y localización.

iii. Tercera S: Limpieza e inspección = Seiso.

Esta fase involucra limpiar e inspeccionar el entorno para identificar, prevenir o eliminar los defectos, su aplicación implica:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario disciplinado.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse en la eliminación de las causas de la suciedad.

Los beneficios que aporta la implementación de la tercera fase pueden verse reflejados en aspectos como:

- Reducir el riesgo potencial de accidentes.
- Incrementar la vida útil de los equipos.

- Reducir el número de averías.
- Crear un efecto multiplicador de la limpieza en toda la organización (Rajadell, 2010).

iv. Cuarta S "Estandarizar"

Esta fase permite la sistematización y consolidación de las estrategias adoptadas en las tres etapas anteriores, para asegurar la perdurabilidad de sus efectos y beneficios. Se necesita establecer los lugares y métodos de limpieza e inspección, tanto de elementos fijos, como máquinas y equipamiento de la empresa, así como de elementos móviles proporcionados por los proveedores. La creación de estándares permite definir de una forma sencilla, práctica y ordenada los procedimientos o tareas que se realizan en una organización, mediante la elaboración de documentos con diagramas, fotografías o dibujos explicativos. La aplicación de esta fase conlleva a:

- Elaborar estándares de limpieza.
- Transmitir a todo el personal la importancia de aplicar estos estándares y comprobar su correcta implementación.

Los beneficios que aporta la aplicación de la cuarta fase pueden manifestarse en aspectos como:

- La obtención de un conocimiento más profundo de las instalaciones.
- La creación de hábitos de limpieza.
- La eliminación de errores en la limpieza.
- La mejora en el tiempo de intervención sobre averías.

La estandarización de los procesos y tareas que se hacen en una empresa es preponderante por las siguientes razones:

- Representa la forma óptima, más fácil y segura de realizar un trabajo.
- Proporciona parámetros para medir el desempeño del personal, máquinas, entre otros recursos. También sienta las bases para determinar el contenido de las capacitaciones o entrenamientos.
- Ayuda a identificar las relaciones entre las causas y los efectos de los problemas.
- Proporciona los cimientos para definir los programas de mantenimiento y mejora.
- Facilita el establecimiento de los objetivos y metas para la mejora de las condiciones de la organización.
- Facilita de definición y ejecución de las auditorías.
- Representa un método para evitar errores recurrentes y minimizar la variabilidad en la fabricación de los productos.

v. Quinta fase "Disciplina"

Esta fase tiene por objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar su aplicación. Uno de los elementos básicos ligados a este concepto es el desarrollo de una cultura de autocontrol, para que los miembros de la organización manejen la autodisciplina y el proyecto de las 5'S sea perdurable (Rajadell, 2010).

Por un lado, el Shitsuke es la etapa más fácil de implementar porque se centra en aplicar las normas ya establecidas y mantener el estado de las cosas. Sin embargo, su aplicación puede tornarse complicada cuando el grado de compromiso y aceptación de los estándares de parte de las personas es bajo o nulo.

La correcta implementación de la quinta fase depende de:

- Respetar las normas y estándares reguladores del funcionamiento de una organización.
- Reflexionar sobre el grado de aplicación y cumplimiento de las normas.
- Mantener la disciplina y la autodisciplina, mejorando el respeto del propio ser y de los demás.
- Realizar auditorías que deben ser conocidas por todos los miembros del equipo para facilitar la autoevaluación.

Los beneficios que aporta la implementación de la fase pueden verse reflejados en aspectos como:

- La creación de una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos.
- Una mejora del ambiente de trabajo, que contribuirá al incremento de la moral.

El cumplimiento de la disciplina exige la realización de auditorías, éstas deben ser utilizadas y mejoradas permanentemente por la propia organización de forma semanal o mensual. Sin embargo, las auditorías deben ejecutarse periódicamente por un auditor externo, para garantizar la imparcialidad y objetividad de la misma (Rajadell, 2010).

Las auditorías primordialmente evaluarán el orden y la limpieza en la empresa, se deberán colocar los resultados en un tablero donde todo el personal pueda observarlos y así poder estimular el compromiso para resolver sobre los problemas detectados.

c) Indicadores

El análisis de datos para la evaluación de resultados a través de indicadores es uno de los puntos clave en la implantación de un sistema de manufactura esbelta. La definición de un sistema de indicadores es vital para monitorizar el avance y éxito de la implantación. Lo que no se mide, no mejora y, en la fábrica, lo que no mejora, empeora. Los indicadores deben ser fáciles de entender y facilitadores de medidas concretas (Hernández, 2013).

Para la utilización de los parámetros deben implicarse todos los responsables de los cambios, los datos han de tomarse de forma fácil y fiable, donde sea más útil y en el momento oportuno (Rajadell, 2010).

Es imposible diseñar un listado definitivo de indicadores a utilizar al inicio de un proyecto, por lo que cada líder o responsable empleará los más adecuados a la situación particular en la que se encuentre. Además, la selección de indicadores depende de las políticas de fabricación de las empresas y los sistemas de organización de la producción (Hernández, 2013).

Dentro de este apartado se mencionan los índices de medición elegidos para el trabajo tomando en cuenta las operaciones y clasificación de la empresa con la que se trabaja.

i. Tiempo Por Pieza (TPP)

El tiempo que se necesita para fabricar una unidad se denomina "tiempo por pieza" y para su cálculo solo se consideran los operarios de la línea y en consecuencia no se consideran los mandos intermedios o el personal encargado de las tareas de manutención o aprovisionamiento de la línea (Rajadell, 2010).

$$TPP = \frac{\text{Tiempo funcionamiento informado (min.)} * n^{\circ} \text{ operarios}}{\text{Piezas OK}} = \text{min}$$

ii. Eficiencia Global de los Equipos (EGE)

La "eficiencia global de los equipos" es un indicador, que se calcula para cada equipo y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido (si todo hubiera ido perfectamente) y las unidades que realmente se han producido. Para la utilización de este indicador se dispone de los siguientes índices: Índice de Disponibilidad, Índice de Eficiencia e Índice de Calidad. La EGE es el producto de estos tres índices, de manera que: (Rajadell, 2010).

$$EGE = \text{Índice de Disponibilidad} * \text{Índice de Eficiencia} * \text{Índice de Calidad}$$

iii. Superficie liberada (Reducción de metros cuadrados utilizados)

La reducción de metros cuadrados utilizados determina el ahorro que supone la liberación de espacio tras la implantación de una acción de mejora, tal como se observa en la siguiente fórmula.

$$M^2 = (m^2 \text{ ocupados antes} - m^2 \text{ ocupados después}) = (m^2)$$

iv. Distancia Recorrida (m)

Metros recorridos por los operarios en el desarrollo de sus tareas. El diagrama de espagueti constituye una buena herramienta para el estudio de este indicador.

d) Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (PSDP)

El método sistemático para configurar plantas desarrollado por Muther (1973) se llama planeación sistemática de distribuciones. El objetivo del PSDP es ubicar las áreas con grandes relaciones lógicas y de frecuencia cercanas entre sí mediante el siguiente procedimiento:

Primeramente, se establecen las relaciones entre las diferentes áreas; después, se elabora un diagrama sobre un formato especial llamado diagrama de relaciones. Una relación es el grado relativo de acercamiento, que se desea o que se requiere, entre diferentes actividades, áreas, departamentos, habitaciones, etc., con base a las interacciones funcionales o información subjetiva. Los valores que se les asignan a las relaciones varían de 4 a 1, con base en las vocales que semánticamente definen la relación (Niebel, 2009).

Para el siguiente paso se dibuja un diagrama de hilos siendo una representación visual de las diferentes actividades. El analista comienza con las relaciones absolutamente importantes (A), utilizando cuatro líneas cortas paralelas para conectar las dos áreas. Luego, el analista procede con las E, utilizando tres líneas paralelas aproximadamente del doble de longitud que las líneas A. El analista continúa este procedimiento con las I, O, etc., aumentando de manera progresiva la longitud de las líneas, a la vez que intenta evitar que las líneas se crucen o se enreden. En el caso de relaciones indeseables, las dos áreas se colocan lo más alejadamente posible y se dibuja una línea serpenteante (que representa un resorte) entre ellas (Niebel, 2009).

2.4. Herramientas de la calidad

La norma ISO-9000:2005 define calidad como “el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”, entendiendo requisito como una necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

En términos menos formales, la calidad la define el cliente, ya que es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio que por lo general es la aprobación o rechazo. Un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más. Así, la calidad es ante todo la satisfacción del cliente, la cual está ligada a las expectativas que éste tiene sobre el producto o servicio. Tales expectativas son generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio, la publicidad, la tecnología, la imagen de la empresa, etc. Se dice que hay satisfacción si el cliente percibió en el producto o servicio al menos lo que esperaba (Gutiérrez, 2010).

2.4.1. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas,

no se den “palos de ciego” y se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos tengan mayor impacto (Gutiérrez, 2009).

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total (Gutiérrez, 2009).

2.4.2. Cartas de control

Una de las herramientas del control estadístico de la calidad son las cartas de control cuyo objetivo es el de observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo (Gutiérrez, 2009).

Cuando se habla de analizar el proceso nos referimos principalmente a las variables de salida (características de calidad), pero las cartas de control también pueden aplicarse para analizar la variabilidad de variables de entrada o de control del proceso mismo.

Dentro de las cartas se obtienen los límites de control, inferior y superior, definiendo el inicio y final del rango de variación, de forma que cuando el proceso está en control estadístico existe una alta probabilidad de que prácticamente todos los valores caigan dentro de los límites. Por ello, si se observa un punto fuera de los límites de control es señal de que ocurrió algo fuera de lo usual en el proceso. Por el contrario, si todos los puntos están dentro de los límites y no tienen algunos patrones no aleatorios de comportamiento entonces será señal de que en el proceso no ha ocurrido ningún cambio fuera de lo común, y funciona de manera estable (que está en control estadístico). Así, la carta se convierte en una herramienta para detectar cambios en los procesos (Gutiérrez, 2009).

Se tienen 2 categorías: las cartas de control para variables que se aplican a características de calidad de tipo continuo que requieren un instrumento de medición (peso, volumen, voltaje, longitud, resistencia, temperatura, humedad, etc.) y las cartas de control para atributos, donde, existen características de calidad que no son medidas con un instrumento de medición en una escala continua o al menos en una numérica.

Existen muchas características de calidad del tipo pasa o no pasa y, de acuerdo con éstas, un producto es juzgado como defectuoso o no defectuoso, dependiendo de si cumple o no con las especificaciones o criterios de calidad. En estos casos, si el producto no tiene la calidad deseada no se permite que pase a la siguiente etapa del proceso; además, es segregado y se le denomina artículo defectuoso (Gutiérrez, 2009).

La Carta p (proporción de defectuosos) muestra las variaciones en la fracción o proporción de artículos defectuosos por muestra o subgrupo es ampliamente usada para evaluar el desempeño de una parte o de todo un proceso, tomando en cuenta su variabilidad con el propósito de detectar causas o cambios especiales en el proceso. La idea de la carta es la siguiente:

- De cada lote, embarque, pedido o de cada cierta parte de la producción, se toma una muestra o subgrupo de n_i artículos, que puede ser la totalidad o una parte de las piezas bajo análisis.
- Las n_i piezas de cada subgrupo son inspeccionadas y cada una es catalogada como defectuosa o no. Las características o atributos de calidad por los que una pieza es evaluada como defectuosa, pueden ser más de uno. Una vez determinados los atributos bajo análisis, es preciso aplicar criterios y/o análisis bien definidos y estandarizados.
- Si de las n_i piezas del subgrupo i se encuentra que d_i son defectuosas (no pasan), entonces en la carta p se grafica y se analiza la variación de la proporción p_i de unidades defectuosas por subgrupo:

$$p_i \frac{d_i}{n_i}$$

Los límites de control de la carta p con tamaño de subgrupo constante, están dados por:

$$\text{Límite de control superior} = \text{LCS} = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$\text{Límite central} = p$$

$$\text{Límite de control inferior} = \text{LCS} = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Los límites de control reflejan la realidad del proceso. Así que mientras la proporción de defectos siga cayendo dentro de los límites de control y no haya ningún otro patrón especial, será señal de que el proceso funciona igual que siempre; bien o mal, pero su desempeño se encuentra dentro de lo previsto (Gutiérrez, 2009).

2.5. Pronósticos

La formulación de pronósticos es una técnica donde se usan experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro. Existen dos tipos fundamentales de pronósticos: cualitativos y cuantitativos. A su vez, pueden distinguirse dos subcategorías en los pronósticos cuantitativos: de series de tiempo y causales. Los pronósticos de series de tiempo se encuentran entre los más utilizados para elaborar proyecciones de demanda de productos. Su cálculo parte de establecer que la demanda de periodos pasados sigue cierto patrón y que este comportamiento puede analizarse y

utilizarse para estimar proyecciones de la demanda futura. Por lo tanto, la única variable real independiente en el pronóstico de series de tiempo es el tiempo (Chapman, 2006).

Mediante el estudio del comportamiento de la demanda del pasado pueden identificarse tres patrones: en primer lugar, que la demanda siempre poseerá un elemento aleatorio, en segundo lugar, que existirán tendencias que pueden ser crecientes o decrecientes y tener naturaleza lineal o no lineal. Finalmente, el tercer patrón definirá un comportamiento cíclico, del cual un caso especial y muy común, es el patrón estacional. Como se observa en la Figura 2.4, los patrones cíclicos pueden estar ligados o no a la estación del año, además de tener un comportamiento creciente o decreciente (Chapman, 2006).



Figura 2.4 Patrón estacional de demanda (Chapman, 2006)

El método de regresión lineal es una técnica estadística donde se intenta ajustar a una línea recta un conjunto de datos reales, mediante el uso del mínimo error cuadrado total entre los pronósticos hechos con una ecuación de primer orden y la información real. Este método permite definir ecuaciones lineales con tendencias en específico. En los pronósticos de series de tiempo se usan modelos de regresión lineal con multiplicadores estacionales para cada trimestre. Para ello, primero se debe encontrar la proporción de la demanda real respecto del pronóstico de regresión. Posteriormente, se debe aplicar los multiplicadores estacionales al pronóstico de regresión básico y así desarrollar un pronóstico de regresión ajustado estacionalmente (Chapman, 2006).

2.6. Planeación y capacidad de la producción

Un diccionario define capacidad como “la facultad para tener, recibir, almacenar o dar cabida”. En los negocios, en un sentido general, se suele considerar como la cantidad de producción que un sistema es capaz de generar durante un periodo específico. Capacidad es un término relativo y, en el contexto de la administración de operaciones, se podría definir como la cantidad de recursos disponibles que se requerirán para la producción, dentro de un periodo concreto (Chase, 2009).

El objetivo de la planeación estratégica de la capacidad es ofrecer un enfoque para determinar el nivel general de la capacidad de los recursos de capital intensivo (el tamaño de las instalaciones, el

equipamiento y la fuerza de trabajo completa) que apoye mejor la estrategia competitiva de la compañía a largo plazo. El nivel de capacidad que se elija tiene repercusiones críticas en el índice de respuesta de la empresa, la estructura de sus costos, sus políticas de inventario y los administradores y personal de apoyo que requiere. Si la capacidad no es adecuada, la compañía podría perder clientes por un servicio lento. Si la capacidad es excesiva, la compañía tal vez se vería obligada a bajar los precios para estimular la demanda, a subutilizar su fuerza de trabajo, a llevar un inventario excesivo o a buscar productos adicionales, menos rentables, para permanecer en los negocios. El término capacidad implica el índice de producción que se puede alcanzar (Chase, 2009).

El concepto del mejor nivel de operación se trata del nivel de capacidad para el que se ha diseñado el proceso y, por lo mismo, se refiere al volumen de producción en el cual se minimiza el costo promedio por unidad.

Una medida muy importante es el índice de utilización de la capacidad, el cual revela qué tan cerca se encuentra la empresa del mejor punto de operación:

$$\text{Índice de utilización de la capacidad} = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Mejor nivel de operación}}$$

El índice de utilización de la capacidad se expresa como porcentaje y requiere que el numerador y el denominador estén medidos en unidades y periodos iguales (como horas máquina/día, barriles de petróleo/ día, dólares de producto/día) (Chase, 2009).

Capítulo 3. Metodología

Se ha tomado en cuenta una metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas diseñada después del análisis de características y situación problemática que presentan las PYMES mexicanas y después de conocer y entender el funcionamiento del sistema de manufactura esbelta, sus elementos y la relación entre ellos.

La Figura 3.1 muestra 5 fases a seguir para la implementación de dicha metodología con sus objetivos y sus alternativas de herramientas para cumplirlos. Estas herramientas son opcionales y ya que el tipo de empresa y sus características varían.



Figura 3.1. Pasos para implantar el sistema de manufactura esbelta en plantas mexicanas (Niño, 2010).

El alcance de esta metodología de implementación propuesta es técnico solamente. No se tratan a detalle temas relacionados con el factor humano ni con la administración estratégica (son presentados en las partes laterales del modelo).

En la Figura 3.2 se muestran un esquema con las 5 fases para presentar una secuencia y objetivos a desarrollar en la propuesta de implantación de la manufactura esbelta diseñada para el caso de estudio.

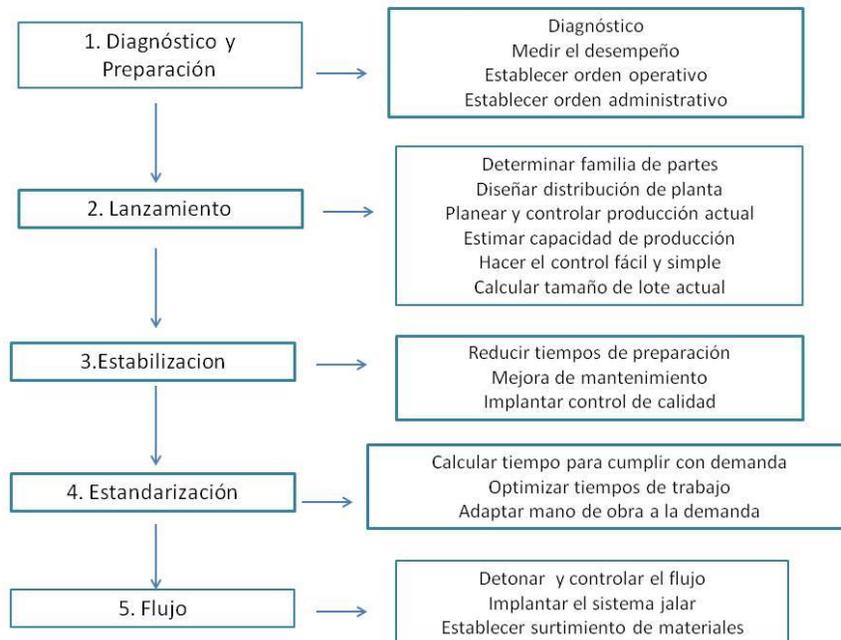


Figura 3.2 Secuencia de las etapas a seguir en la implantación de la Manufactura Esbelta propuesta (Fuente: Tesista).

3.1. Fases que integran el diseño de la metodología

A continuación, se describe en que constan cada una de las fases para la propuesta.

3.1.1. Diagnóstico y preparación

En la primera fase se realiza un diagnóstico del estado actual en que se encuentra la empresa con la finalidad de conocer detalladamente el proceso productivo para su análisis. También se establecen los indicadores para medir su desempeño.

Además, busca establecer el orden operativo y administrativo necesario para implantar cualquier proyecto de mejora.

3.1.2. Lanzamiento

Dentro de esta fase se realiza un rediseño de la distribución de la planta de forma estratégica adaptándose a sus características particulares para eliminar los desperdicios más visibles. A demás de planear y controlar la producción actual estimando la capacidad de producción y estableciendo el tamaño de lote con el que se trabajara.

3.1.3. Estabilización

Para la estabilización se busca reducir desperdicios en actividades relacionadas a tiempos de preparación, mejorar el mantenimiento e implantar un control de calidad.

3.1.4. Estandarización

Calcular el ritmo de producción necesario para cumplir con la demanda del cliente para optimizar tiempos de preparación adaptando la mano de obra y capacidad a la demanda requerida son los objetivos para la cuarta fase.

3.1.5. Flujo

Finalmente, en la fase de flujo como su nombre lo dice se busca controlar y detonar el flujo dependiendo de la demanda. A demás de establecer un surtimiento de materiales.

Capítulo 4. Desarrollo de la metodología de la manufactura esbelta

En este capítulo se incluyen los resultados desarrollados en 5 fases, las cuales, cumplen con los objetivos de la Figura 3.2 aplicando diferentes herramientas de la manufactura esbelta entre otras.

En la primera fase se generó el diagnóstico de la situación actual de la empresa mediante técnicas de registro (layout, un diagrama de flujo del proceso, un diagrama de recorrido, un diagrama del proceso de operación) y herramientas de la manufactura esbelta como lo son el MCV y las 5'S; recolectando datos reales proporcionados por la empresa y obtenidos de múltiples visitas realizadas por la tesista. También se hizo el cálculo de indicadores para medir el desempeño actual de la organización. También se implementó la metodología de las 5'S para plantear algunas propuestas que podrán mejorar la estructura administrativa y operativa.

En la segunda fase, denominada Lanzamiento, se realizó una propuesta de distribución de planta, además, de plantear algunas estrategias para optimizar la planeación y control de la producción actual. Por otro lado, se elaboraron estimaciones para identificar el tamaño de los lotes y la capacidad de producción.

La tercera fase, llamada Estabilización se diseñaron planes de limpieza, de control de calidad del producto, de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos críticos.

La última fase, llamada de Flujo, se determinó una estrategia para controlar el flujo de materiales con los formatos de orden de cliente y de pedido.

A continuación, se describe detalladamente la aplicación de las herramientas de la Manufactura Esbelta en el caso de estudio.

4.1. Fase 1. Diagnóstico y preparación

Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa plasmando esta información por medio de técnicas de registro. También se midió el desempeño del proceso productivo con los indicadores de tiempo por pieza, eficiencia global de equipos, superficie liberada y distancia recorrida para estos dos últimos indicadores se obtuvo una mejora con respecto a la propuesta de una nueva distribución de planta.

Después de tener el conocimiento de la situación se buscó establecer el orden operativo y administrativo con la herramienta de las 5'S, el organigrama de la empresa y un reglamento.

Conociendo los datos de la demanda de 3 años atrás se realizó un pronóstico para el 2017 con el fin de realizar la planeación agregada en otra de las fases.

Cabe mencionar que esta es una de las etapas más importantes de toda la implantación ya que, a pesar de ser muy básico, sin ella no se tendrían los cimientos para las siguientes etapas al igual que carecería de parámetros para la determinación de mejoras dentro del proceso productivo.

4.1.1. Distribución de planta de producción actual

En la Figura 4.1 se presenta la distribución actual de los espacios nombrados como cuarto 1, cuarto 2 y cuarto 3, dónde, se encuentra la maquinaria y equipo en la empresa. Es importante señalar que el croquis incluye solamente la maquinaria destinada a la producción del chocolate, debido a que en la fábrica existen otros equipos que son utilizados para generar diversos productos como mole, encaladas, etc.

En la distribución actual se observa que existen tres cuartos relativamente alejados entre sí donde se realizan las distintas operaciones y procesos para la producción. Esta lejanía aumenta el tiempo de recorrido entre las estaciones de trabajo y genera un mayor esfuerzo al tener que transportar los materiales a procesar además de un mal aprovechamiento del espacio.

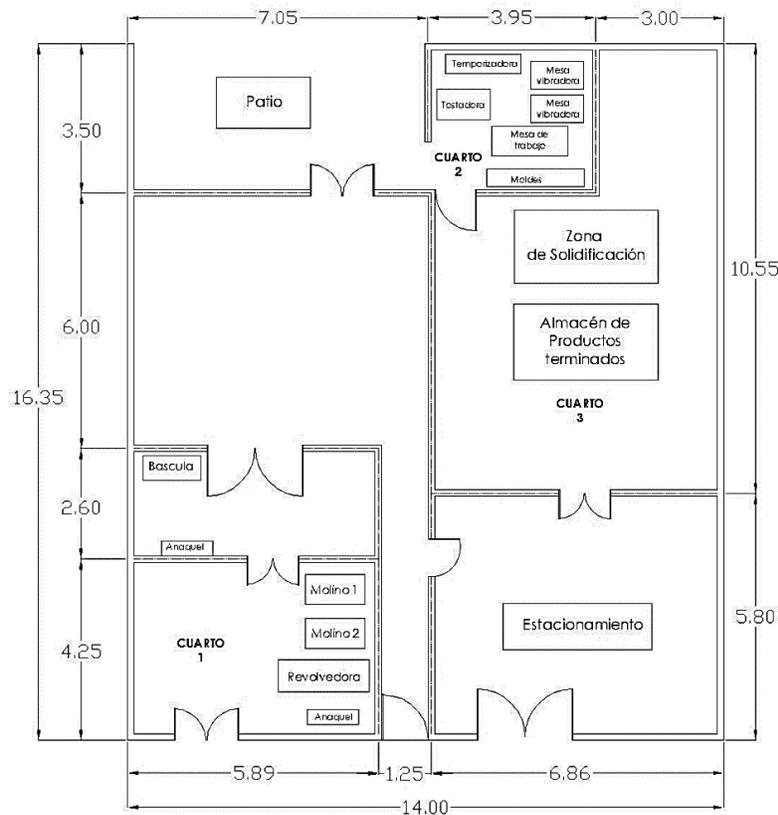


Figura 4.1 Distribución de planta actual en metros (Fuente: Tesista).

4.1.2. Diagrama de flujo del proceso de producción actual

En la Figura 4.2 se presenta el diagrama de flujo del proceso que incluye las actividades vigentes necesarias para la fabricación del chocolate tradicional de la empresa. Puede observarse que se requieren realizar un total de catorce operaciones, en un tiempo total de 1430 min para procesar 10 kg de cacao, recorriendo largas distancias entre las estaciones de trabajo (de 12 a 21 m). Puede notarse que el tiempo de espera para que solidifique el chocolate a temperatura ambiente demora más de 10 horas.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO								
Empresa: <u>Proyecto</u>		Resumen						
Fecha: 9 de agosto 2016 Comentarios: Este proceso abarca la producción de 10 kilos de cacao como materia prima principal.		Actividad	Actual	Propuesto	Economía			
		Operación	14					
		Transporte	6					
		Demora	1					
		Inspección	1					
Almacenamiento	1							
Tiempo	1430 min.							
Distancia	80 m.							
Descripción de la actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
	●	→	◐	■	▼			
1. Llegada de cacao y almendra								
2. Tostado de cacao						40		
3. Descascarillado de cacao						300		
4. Transporte al cuarto 1							21	
5. Pesado de cacao						5		
6. Tostado de la almendra						30		
7. Transporte al cuarto 1							21	
8. Pesado de almendra						3		
9. Pesado de azúcar						3		
10. Pesado de canela						3		
11. Molienda 1						50		
12. Mezclado						15		
13. Molienda 2						45		
14. Transporte al cuarto 2							21	
15. Temporizado						25		
16. Moldeado						72		
17. Transporte al cuarto 3							12	
18. Solidificación						720		
19 Transporte al cuarto 2							12	
20. Desmoldado						35		
21. Inspección								
22. Empaquetado						84		
23. Transporte al cuarto 3							12	
24. Almacén de producto terminado								

Figura 4.2 Diagrama de flujo del proceso actual (Fuente: Tesista).

4.1.3. Diagrama de recorrido del proceso de producción actual

En la Figura 4.3 se muestra el diagrama de recorrido de las actividades implementadas en la actualidad para el proceso productivo. En este esquema pueden observarse los recorridos que siguen cada una de las materias primas a través de las diferentes estaciones de trabajo. En el cuarto 1 se comienza la preparación de materias primas para los procesos de molienda 1 y 2 por medio de 2 molinos también se encuentra una revolvedora industrial para cuando se producen lotes de 40 kg después se transporta al cuarto dos, dónde se llevan a cabo las operaciones de temporizado, tostado, moldeado, desmoldeado y empaquetado contando con 2 mesas vibratoras, una tostadora, una temporizadora y una mesa de trabajo, por último en el cuarto 3 se lleva a cabo la solidificación en mesas de trabajo y el almacén de producto terminado.

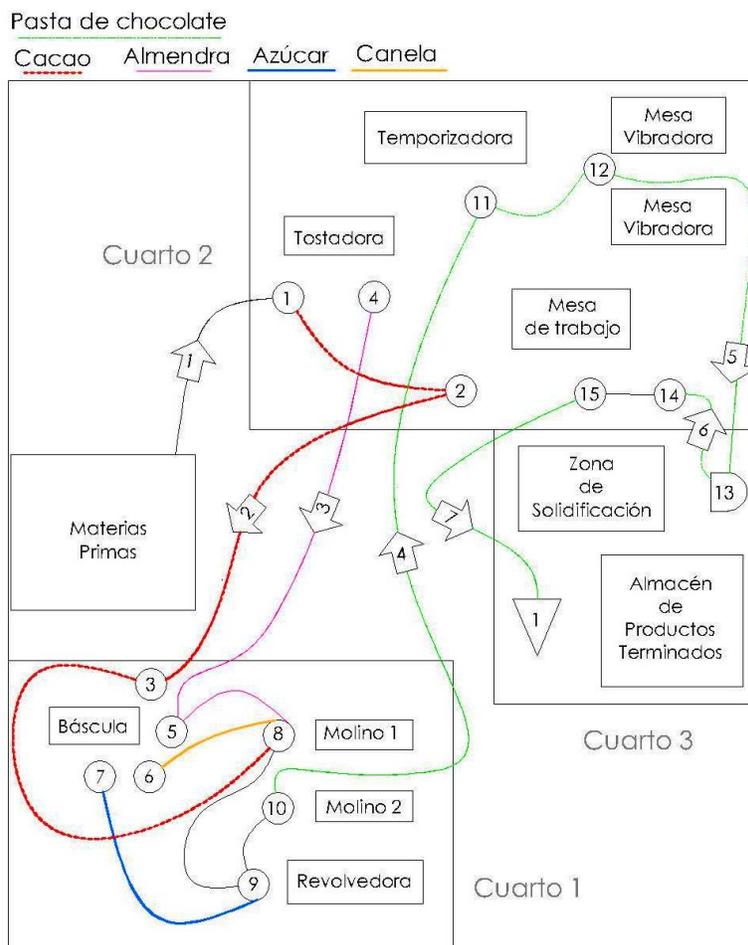


Figura 4.3 Diagrama de recorrido actual (Fuente: Tesista).

4.1.4. Gráfica del proceso operativo del proceso de producción actual

La Figura 4.4 presenta la gráfica del proceso operativo actual para la fabricación de chocolate. Este formato incluye las operaciones y los tiempos requeridos para procesar cada una de las materias primas. El tiempo de proceso total calculado fue de 23.83 horas, puede observarse que el cacao es el material al cual más operaciones se aplican (11 operaciones). En cambio, el azúcar y la canela son las materias primas que menos operaciones necesitan (1 operación).

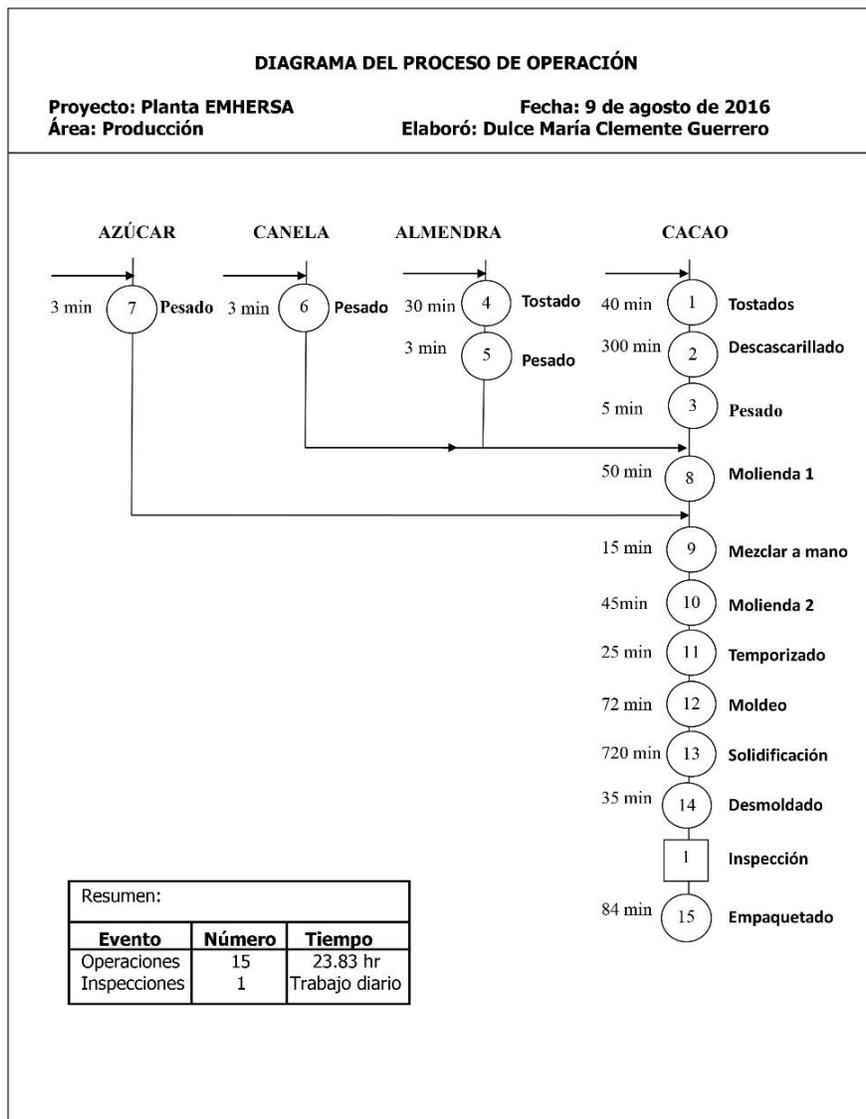


Figura 4.4 Diagrama del proceso de operación actual (Fuente: Tesista).

4.1.5. Mapa de la cadena de valor del proceso de producción actual

Una vez registrando la información básica del proceso se elaboró un MCV para identificar los todos los aspectos que integran al proceso productivo, en un mismo esquema, teniendo en cuenta la demanda tanto de clientes como de materias primas y la forma en que se maneja la información.

La Tabla 4.1 presenta las 5 clases de chocolates que integran la familia de productos actuales de la empresa y los procesos implicados en su fabricación. Se decidió aplicar las herramientas de la manufactura esbelta al proceso de elaboración del chocolate comercial, debido a que es el producto que tiene la mayor demanda en el mercado, aproximadamente el 70% de la producción total de la organización se destina a este tipo de chocolate.

Tabla 4.1 Procesos utilizados para cada producto de chocolate (Fuente: Tesista).

Producto	Procesos						
	1 Molienda 1	2 Mezcla	3 Molienda 2	4 Temporizado	5 Moldeado	6 Desmoldado	7 Envasado
Comercial	X	X	X	X	X	X	X
Almendrado	X	X	X	X	X	X	X
Especial	X	X	X	X	X	X	X
Amargo	X						X
Polvo			X				

Para la elaboración del chocolate comercial es necesario aplicar todos los procesos observados en la tabla anterior. El Diagrama de flujo de proceso mostrado en la Figura 4.2 detalla las actividades requeridas para su fabricación.

Asimismo, se registró el tiempo de ciclo, el número de operarios y el número de máquinas que ocupa actualmente la empresa, para conocer los recursos que son empleados en la producción del chocolate comercial. Las Tablas 4.2 y 4.3 presentan las hojas de datos de proceso que brindan los índices numéricos anteriormente mencionados.

Tabla 4.2 Hoja de datos de los procesos: molienda 1 mezclado, molienda 2 y temporizado (Fuente: Tesista).

Proceso	Molienda 1	Mezclado	Molienda 2	Temporizado
Tiempo de ciclo (min.)	10	3	10	15
Número de personas	1	2	2	1
Número de maquinas	1	0	1	1

Tabla 4.3 Hoja de datos de los procesos: moldeado, solidificación, desmoldeado, empaquetado y almacenado

(Fuente: Tesista).

Proceso	Moldeado	Solidificación	Desmoldado	Envasado	Almacenado
Tiempo de ciclo (min.)	30	720	20	30	5
Número de personas	2	0	2	2	1
Número de maquinas	3	0	0	0	0

La empresa no cuenta con un grupo de proveedores específicos que se encarguen de proporcionar las materias primas, insumos y maquinaria para la elaboración del chocolate comercial. Se observó que la organización continuamente tiene problemas de desabasto, retrasos y calidad en la producción debido a que adquiere los elementos anteriormente mencionados en tiendas de abarrotes locales que no cubren con sus demandas. La demanda de los clientes es variable y un punto que se verá más adelante a detalle.

Considerando registros históricos recientes proporcionados por el propietario de la organización, se elaboró el formato de MCV mostrado en la Figura 4.5 en el cual, se observa que la organización establece un periodo semanal para el tiempo de entrega de producto terminado y para surtirse de materia prima, además, se encontró que el flujo de información es meramente manual. También se incluyen los datos obtenidos en las hojas de datos del proceso de las Tablas 4.2 y 4.3, en donde, por medio de la suma de los tiempos de ciclo de cada uno de los procesos se calculó un tiempo de valor añadido de 843 min.

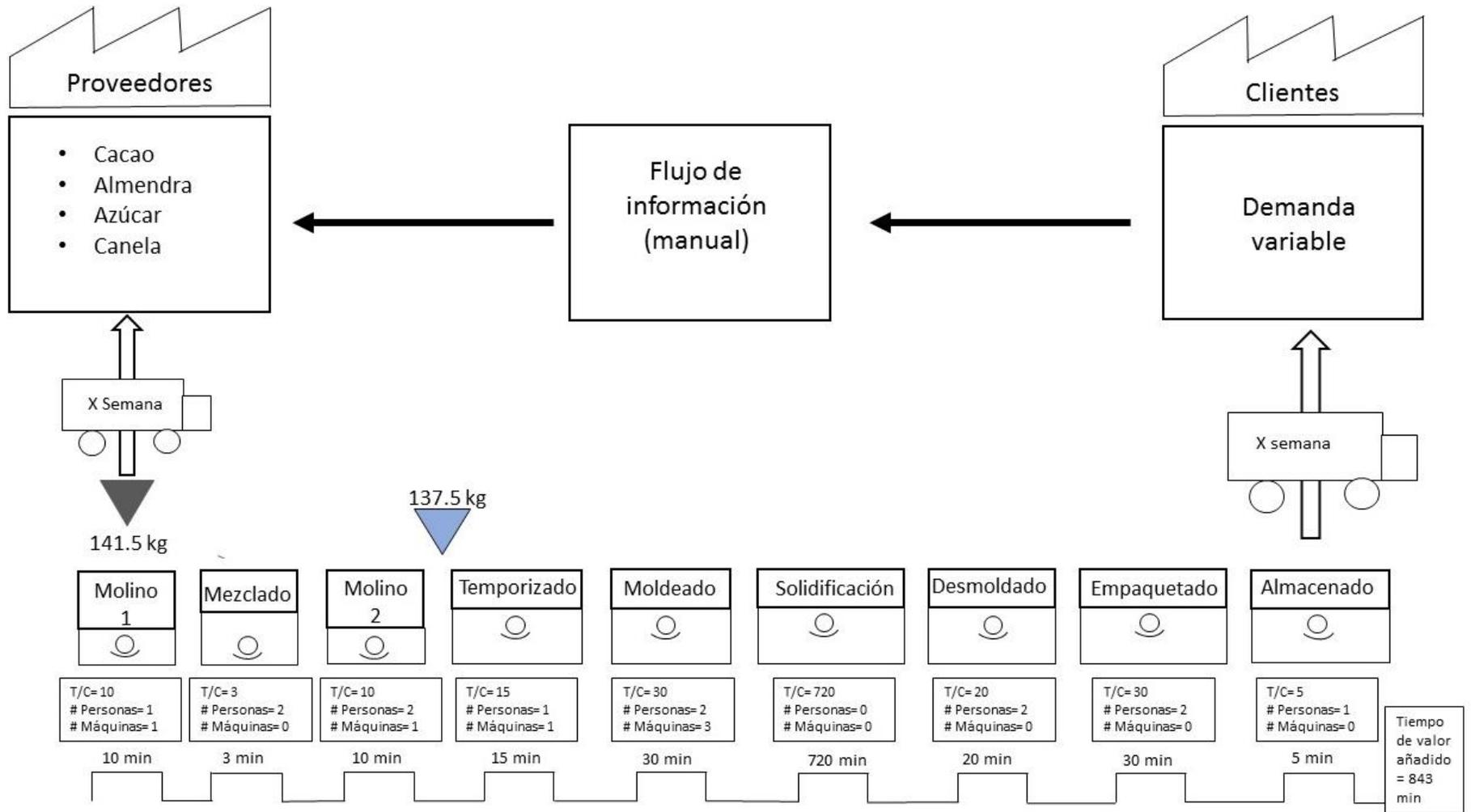


Figura 4.5 Mapa de la cadena de valor de la empresa (Fuente: Tesista).

4.1.6. Metodología de las 5's

Se propuso la herramienta de las 5's para generar una serie de mejoras en las actividades operativas y administrativas de la empresa bajo estudio. Para ello, se desarrollaron formatos para optimizar la limpieza y orden en las estaciones de trabajo con el fin de eliminar objetos innecesarios y obsoletos en la línea de producción, estandarizar las operaciones en las máquinas y crear mayor responsabilidad y compromiso en el desempeño de las actividades de los trabajadores.

i. Primera S "Eliminar"

Se diseñó y colocaron una serie de tarjetas rojas en los objetos que fueron identificados como innecesarios u obsoletos en los tres cuartos que componen la fábrica, para posteriormente eliminarlos o reubicarlos. Las Figuras 4.6 y 4.7 muestran algunos de los elementos marcados en el cuarto 1.



Figura 4.6 Estante metálico sin uso (Fuente: Tesista).



Figura 4.7 Estante de plástico sin uso (Fuente: Tesista)

La Figura 4.8 presenta el formato desarrollado para las tarjetas rojas, el cual contiene datos referentes al nombre y costo aproximado actual del objeto por eliminar o reubicar, la razón por la cual se descarta, la fecha cuando se colocó la tarjeta, la fecha y responsable de realizar la acción.

TARJETA ROJA	
Nombre del objeto	Estante Metálico
Clasificación	() herramientas (X) contenedores () basura
Valor \$	300.ºº
Razón para descartar	(X) innecesario () desconocido () defectuoso () sobrantes () uso esporádico () otros
Responsable	(X) Dueño () trabajador
Acción	(X) eliminarlo () organizarlo
Fechas:	Colocación de la etiqueta 15 / 02 / 2014 Realización de la acción 20 / 02 / 2014

Figura 4.8 Formato de tarjeta roja (Fuente: Tesista).

En las Tablas 4.4 y 4.5 se observa el formato que se desarrolló para registrar todas las tarjetas rojas que fueron colocadas en los tres cuartos que integran la fábrica. Dicha hoja podrá ocuparse en la posteridad para registrar los objetos que serán desechados o reubicados en la línea de producción y para actualizar el inventario de la empresa.

Tabla 4.4 Listado de tarjetas rojas (Fuente: Tesista).

Listado de tarjetas rojas						
Nº	Área	Problema	Fecha de colocación	Acción	Responsable	Fecha Realización
1	Cuarto 1	Estante Metálico	15/02/2015	Organizarlo	Trabajador	20/02/2015
2	Cuarto 1	Estante Plástico	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
3	Cuarto 1	Exhibidor de cuerdas	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
4	Cuarto 1	Refrigerados de refrescos	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
5	Cuarto 1	Exhibidor de productos	15/02/2015	Organizarlo	Trabajador	20/02/2015
6	Cuarto 1	Cubetas	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
7	Cuarto 1	Rebanadora de carne	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
8	Cuarto 1	Bolsas de plástico	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
9	Cuarto 1	Cajas de cartón	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
10	Cuarto 2	Herramienta	15/02/2015	Organizarlo	Trabajador	20/02/2015
11	Cuarto 2	Exhibidor de sabritas	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
12	Cuarto 2	Estante metálico	15/02/2015	Organizarlo	Trabajador	20/02/2015
13	Cuarto 2	Cámaras de llanta	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
14	Cuarto 2	Rejas de refresco	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015

Tabla 4.5 Continuación del listado de tarjetas rojas (Fuente: Tesista).

Listado de tarjetas rojas						
N°	Área	Problema	Fecha de colocación	Acción	Responsable	Fecha Realización
15	Cuarto 3	Refrigerador inservible	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
16	Cuarto 3	Bandejas rotas	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
17	Cuarto 3	Envases de unicele viejos	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
18	Cuarto 3	Bicicleta vieja	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
19	Cuarto 3	Cajas metálicas	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
20	Cuarto 3	Marcos de madera	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
21	Cuarto 3	Herramientas	15/02/2015	Organizarlo	Trabajador	20/02/2015
22	Cuarto 3	Hachas	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
23	Cuarto 3	Mesa chica	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
24	Cuarto 3	Acordeón	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
25	Cuarto 3	Guitarra	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
26	Cuarto 3	Solventes	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015
27	Cuarto 3	Químicos	15/02/2015	Eliminarlo	Dueño	20/02/2015

Como resultado de la aplicación de la primera etapa de las 5's se elaboraron 9 tarjetas rojas en el cuarto 1, 5 en el cuarto 2 y por último 13 en el cuarto tres. Esto representó la eliminación definitiva de 22 objetos y la reubicación de otros 5 elementos.

ii. Segunda S "Ordenar"

Como resultado de la situación actual de la empresa, se identificó que se carecía de un organigrama donde se definieran los puestos y jerarquías dentro de la organización, además, no existía un reglamento para los trabajadores donde se establecieran una serie de lineamientos para lograr un desempeño adecuado en su labor. Debido a esto, se elaboraron el organigrama y reglamento que se explican a detalle en el apartado 4.1.7.

Hasta el momento no existía un registro del inventario de la maquinaria, herramientas y mobiliario ubicados en cada una de las áreas de trabajo de la planta. La solución a esta carencia consistió en diseñar una serie de formatos dónde se anotarán y actualizarán los inventarios de la organización en cada una de las zonas de producción.

En la Tabla 4.6 se muestra el registro del inventario actualizado de las máquinas, mobiliario y herramientas ubicadas en el cuarto 1, sitio donde se efectúan las operaciones de molienda y mezclado. Puede observarse que se asignó un código de identificación y se indicó el número en existencia de cada uno de los elementos anotados.

Tabla 4.6 Inventario del cuarto 1 (Fuente: Tesista).

	Código	Descripción	Número
Maquinaria	MM1	Molino de pulverización	1
	MM2	Molino de homogeneización	1
	MR3	Revolvedora	1
Herramientas	HO1	Espátulas	2
	H02	Palos de empuje	2
	H03	Contenedor para revolver	1
	H04	Base para contenedor	1
	H05	Pala de madera	1
Mobiliario	MO1	Sillas de plástico	2
	MO2	Aparador	1
	QMO3	Anaqueles para herramientas	1

En la Tabla 4.7 se presenta el registro del inventario actualizado de las máquinas, mobiliario y herramientas situadas en el cuarto 2, lugar donde se realizan las operaciones de temporizado, moldeado, desmoldeado y empaquetado. Cabe señalar que estos formatos también evitarán la acumulación de objetos que no pertenecen al área en cuestión y que son innecesarios u obsoletos.

Tabla 4.7 Inventario del cuarto 2 (Fuente: Tesista).

	Código	Descripción	Número
Maquinaria	MM4	Temporizadora	1
	MM5	Mesa vibradora	2
	MM6	Tostadora grande	1
Herramientas	H06	Espátulas	2
	H07	Trapos para limpiar	2
	H08	Base de diurex	1
	H09	Tijeras	1
	H10	Cutter	1
	H11	Plumas	1
	H12	Plumón	1
Mobiliario	MO5	Mesa de trabajo	1
	MO6	Mesa de apoyo	1
	P01	Bolsas paquete celofán	
	P02	Bolsas paquete plástico	
	P03	Etiquetas	

En la Tabla 4.8 se observa el registro del inventario actualizado de las máquinas, mobiliario y herramientas situadas en el cuarto 3, sitio donde se ejecutan las operaciones de solidificación y el almacenamiento de producto terminado.

Tabla 4.8 Inventario del cuarto 3 (Fuente: Tesista).

	Código	Descripción	Número
Mobiliario	MO7	Mesa	1
	MO6	Contenedores de plástico para el producto terminado	10

Los registros presentados anteriormente servirán para evitar demoras o retrasos en la producción, ya que los trabajadores deberán cuidar que los materiales se encuentren en el lugar e instante requeridos. Por otro lado, representarán una herramienta eficiente en caso de ejercerse una auditoría o para realizar compras de materiales por pérdida o renovación del inventario, al presentar datos actualizados de las máquinas, mobiliario y herramientas en la planta.

iii. Tercera S "Limpieza e inspección"

Después de varias visitas a la empresa se detectó que la organización no realizaba de una forma programada y estructurada el aseo de las áreas de producción. Esto generaba frecuentemente demoras, ya que el personal tenía que limpiar las máquinas, herramientas e instalaciones que habían sido utilizadas con anterioridad en instantes donde apremiaba cumplir con pedidos. Ante esto, se elaboró un plan de limpieza para los cuartos de la planta, los cuales, definen las actividades que harán los trabajadores para mantener limpias sus estaciones de trabajo, además de marcar la frecuencia y métodos para cada equipo en específico.

En la Tabla 4.9 se observa el plan de limpieza definido para el cuarto 1, puede notarse que será preponderante eliminar los residuos de la pasta de chocolate tanto en los molinos como en la revolvedora para evitar una variación en su sabor. Por otra parte, dado que en este sitio se encuentra una zona de espera, de exhibición y venta de productos, deberá limpiarse para brindar una buena presentación a los clientes.

Tabla 4.9 Plan de limpieza del cuarto 1 (Fuente: Tesista).

Programa de limpieza cuarto 1					
Importante: Al inicio de la jornada lo primero que se hace es barrer el área de trabajo y trapear para evitar molestias en la hora de producción. Al final del día solamente se barre para eliminar la basura y poner orden. (Nunca barrer en horas de producción)					
Área	Cód.	Artículo	Responsable	Frecuencia	Método de limpieza
Cuarto 1	MM1	Molino 1		Diario: Al inicio y final del día.	Se eliminan residuos de chocolate con una espátula y se limpia con un trapo húmedo.
	MM2	Molino 2		Diario: Al inicio y final del día.	Se eliminan residuos de chocolate con una espátula y se limpia con un trapo húmedo.
	MR3	Revolvedora		Semanal	Se eliminan residuos de chocolate con una espátula y se limpia con un trapo húmedo.
	HO1	Espátulas		Diario: Al inicio y final del día.	Enjuagar bien con un chorro de agua y secar bien con un trapo seco.
	H02	Palos de empuje		Diario: Al inicio y final del día.	Enjuagar bien con un chorro de agua y secar bien con un trapo seco.
	H03	Contenedor		Diario: Al inicio y final del día.	Lavar con fibra, agua y jabón, secando con un trapo.
	H04	Base para contenedor		Semanal	Lavar con fibra, agua y jabón, secando con un trapo.
	H05	Pala de madera		Diario: Al inicio y final del día.	Enjuagar bien con un chorro de agua y secar bien con un trapo seco.
	MO1	Sillas de plástico		Semanal	Lavar con fibra, agua y jabón.
	MO2	Aparador		Semanal	Quitar los productos y limpiar con agua y jabón, secando con un trapo.
	MO3	Anaqueles para herramientas		Diario: Al inicio del día	Eliminar polvo con un trapo húmedo.

La Tabla 4.10 muestra el plan de limpieza determinado para el cuarto 2, dado que es el lugar donde se llevan a cabo la mayoría de operaciones para elaborar el chocolate, deberá mantenerse libre de polvo y residuos para mantener la calidad de los productos.

Tabla 4.10 Plan de limpieza del cuarto 2 (Fuente: Tesista).

Programa de limpieza cuarto 2					
Importante: Al inicio de la jornada lo primero que se hace es barrer el área de trabajo y trapear para evitar molestias en la hora de producción. Al final del día solamente se barre para eliminar la basura y poner orden. (Nunca barrer en horas de producción)					
Área	Cód.	Artículo	Responsable	Frecuencia	Método de limpieza
	MM4	Temporizadora		Semanal	Se eliminan residuos de chocolate con una espátula y se limpia con un trapo húmedo.

Cuarto 2	MM5	Mesa vibradora		Semanal	Se eliminan residuos de chocolate con una espátula y se limpia con un trapo húmedo.
	MM6	Tostadora grande		Semanal	Se limpia con un trapo húmedo.
	H06	Espátulas		Diario: Al inicio y final del día.	Enjuagar bien con un chorro de agua y secar bien con un trapo seco.
	H07	Trapos para limpiar		Diario: Al inicio y final del día.	Lavar con agua y jabón.
	H08	Base de diurex		Diario: Al inicio y final del día.	Eliminar polvo con un trapo húmedo.
	H09	Tijeras		Semanal	Lavar con fibra, agua y jabón, secando con un trapo.
	H10	Cutter		Semanal	Eliminar polvo con un trapo húmedo.
	H11	Plumas		Semanal	Eliminar polvo con un trapo húmedo.
	H12	Plumón		Semanal	Eliminar polvo con un trapo húmedo.
	MO5	Mesa de trabajo		Diario: Al inicio y final del día	Se eliminan residuos de chocolate con una espátula y se limpia con un trapo húmedo.
	MO6	Mesa de apoyo			Se eliminan residuos de chocolate con una espátula y se limpia con un trapo húmedo.

En la Tabla 4.11 se observa el plan de limpieza establecido para el cuarto 3. A pesar de que es una de las áreas donde menos operaciones se registran, deberá de mantenerse aseada.

Tabla 4.11 Plan de limpieza del cuarto 3 (Fuente: Tesista).

Programa de limpieza cuarto 3					
Importante: Al inicio de la jornada lo primero que se hace es barrer el área de trabajo para evitar polvo en la hora de producción. Al final del día también se barre para eliminar la basura. (Nunca barrer en horas de producción) Todos los días lunes se lava el piso con agua y jabón.					
Área	Cód.	Artículo	Responsable	Frecuencia	Método de limpieza
Cuarto 3	MO7	Mesa		Semanal	Lavar con fibra, agua y jabón, secando con un trapo.
	MO6	Contenedores de plástico para el producto terminado		Semanal	Lavar con fibra, agua y jabón, secando con un trapo.

La Tabla 4.12 muestra el plan de limpieza definido para el almacén de materia prima. Este sitio deberá mantenerse en óptimas condiciones para evitar que los elementos con los cuales se elabora el chocolate se contaminen, se descompongan aceleradamente o sean consumidos por plágas de insectos y animales fauna nociva.

Tabla 4.12 plan de limpieza para el almacén de materias primas (Fuente: Tesista).

Programa de limpieza para almacén de materias primas					
Importante: Al final del día se barre para eliminar la basura. Todos los días martes se lava el piso con agua y jabón.					
Área	Cód.	Artículo	Responsable	Frecuencia	Método de limpieza
Almacén de Materias Primas	H06	Pesa		Mensual	Lavar con fibra, agua y jabón, secando con un trapo.
	H07	Palas dosificadoras		Mensual	Lavar con fibra, agua y jabón, secando con un trapo.
	MO5	Anaqueles grandes		Mensual	Lavar con fibra, agua y jabón, secando con un trapo.
	MO6	Contenedores		Mensual	Lavar con fibra, agua y jabón, secando con un trapo.

A través del desarrollo e implementación del plan de limpieza se fomentará continuamente una cultura de orden y sanidad en la empresa, además, la participación activa y responsable de los trabajadores será clave para el éxito de dicha estrategia.

iv. Cuarta S "Estandarizar"

Para complementar la serie de soluciones brindadas se desarrollaron un conjunto de estándares para definir las condiciones que deberán prevalecer en las áreas de trabajo, mediante formatos denominados órdenes finales de turno. En estos documentos se incluyen fotografías de los espacios de trabajo, de la maquinaria, herramientas y mobiliario que ayudará a visualizar la configuración apropiada de las estaciones a los trabajadores.

En las Figuras 4.9, 4.10 y 4.11 se presentan las órdenes de final de turno para la estandarización de los espacios de trabajo del cuarto 1, la primera figura muestra el escenario bajo el cual debe encontrarse el sitio donde se ubican los dos molinos principales.

En la Figura 4.10 se observa la forma que se debe guardar un anaquel del cuarto 1, este mobiliario se usa para colocar herramientas y utensilios. En la Figura 4.11 se muestra la orden de final de turno para un aparador donde se exhiben todos los productos de la empresa. Este mueble deberá mantenerse limpio u ordenado para que los clientes puedan apreciar los chocolates.

Las Figuras 4.12, 4.13 y 4.14 presentan la estandarización desarrollada para el área de trabajo del cuarto 2. En la Figura 4.12 se observa las condiciones que deben imperar en la mesa vibradora, la cual es una herramienta que facilita la salida del aire una vez que ha sido vaciada la pasta en los moldes.

La Figura 4.13 muestra la situación que deberá prevalecer en las mesas de trabajo una vez que finalice la jornada laboral, donde, se tendrán que guardar todas las herramientas, materiales y utensilios para dejar despejada la zona y poder hacer la limpieza.

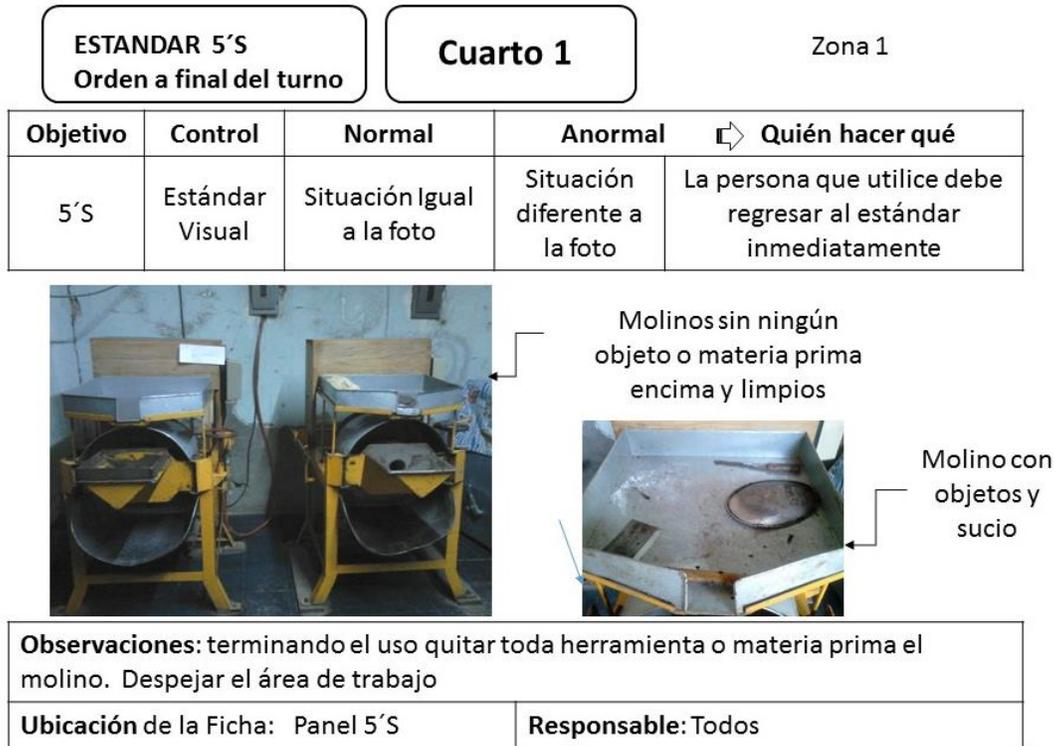


Figura 4.9 Primer formato de orden final de un turno de trabajo cuarto 1 (Fuente: Tesista).

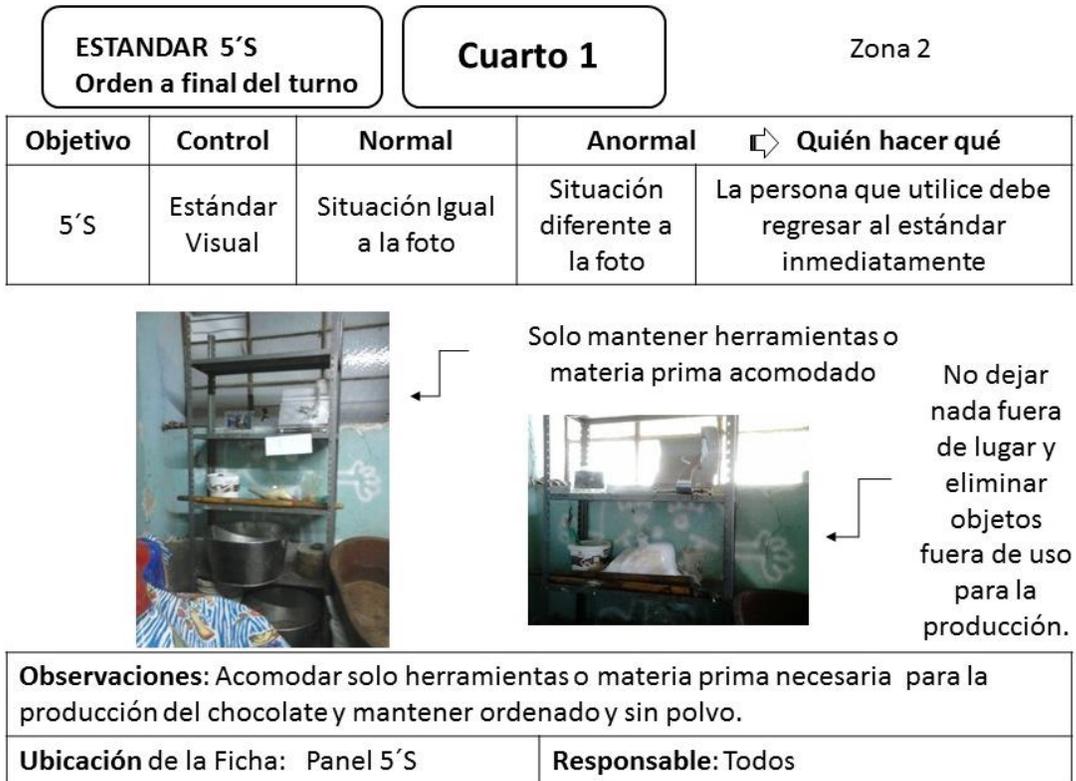


Figura 4.10 Segundo formato de orden final de un turno de trabajo del cuarto 1 (Fuente: Tesista).

ESTANDAR 5'S Orden a final del turno		Cuarto 1		Zona 3
Objetivo	Control	Normal	Anormal	Quién hacer qué
5'S	Estándar Visual	Lleno de productos y limpio	Situación igual a la foto	La persona que se encuentren a cargo del área reportar la falta de productos.



Falta de variedad de productos en el aparador

Observaciones: solicitar productos faltantes en el aparador para mantener siempre lleno de todos los productos. Limpiar y checar todos os días al inicio de la jornada.	
Ubicación de la Ficha: Panel 5'S	Responsable: Todos

Figura 4.11 Tercer formato de orden final de un turno de trabajo del cuarto 1 (Fuente: Tesista).

ESTANDAR 5'S Orden a final del turno		Cuarto 2		Zona 1
Objetivo	Control	Normal	Anormal	Quién hacer qué
5'S	Estándar Visual	Mesa totalmente despejada	Situación igual a la foto	La persona que utilice debe regresar al estándar inmediatamente



Objetos sobre la mesa vibradora después de su uso.

Observaciones: después de su uso quitar todo objeto de la mesa	
Ubicación de la Ficha: Panel 5'S	Responsable: Todos

Figura 4.12 Primer formato de orden final de un turno de trabajo del cuarto 2 (Fuente: Tesista).

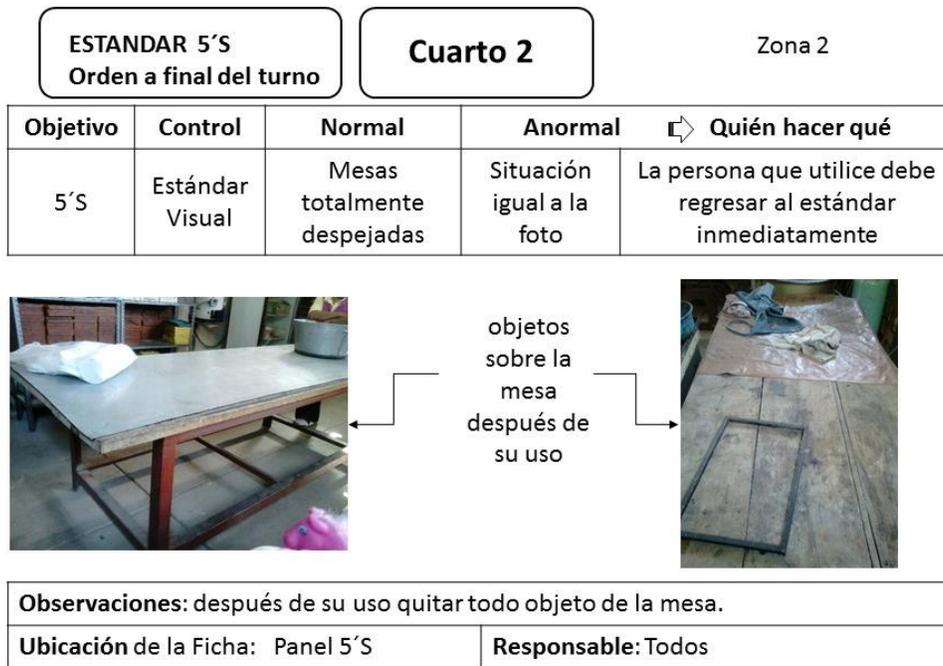


Figura 4.13 Segundo formato de orden final de un turno de trabajo del cuarto 2 (Fuente: Tesista).

En la Figura 4.14 se observa el anaquel ocupado para almacenar los moldes, éstos poseen diferentes tamaños y formas. Se ha planteado clasificarlos y agruparlos de acuerdo su color, esta estrategia ha ayudado a agilizar el trabajo y a evitar pérdidas.

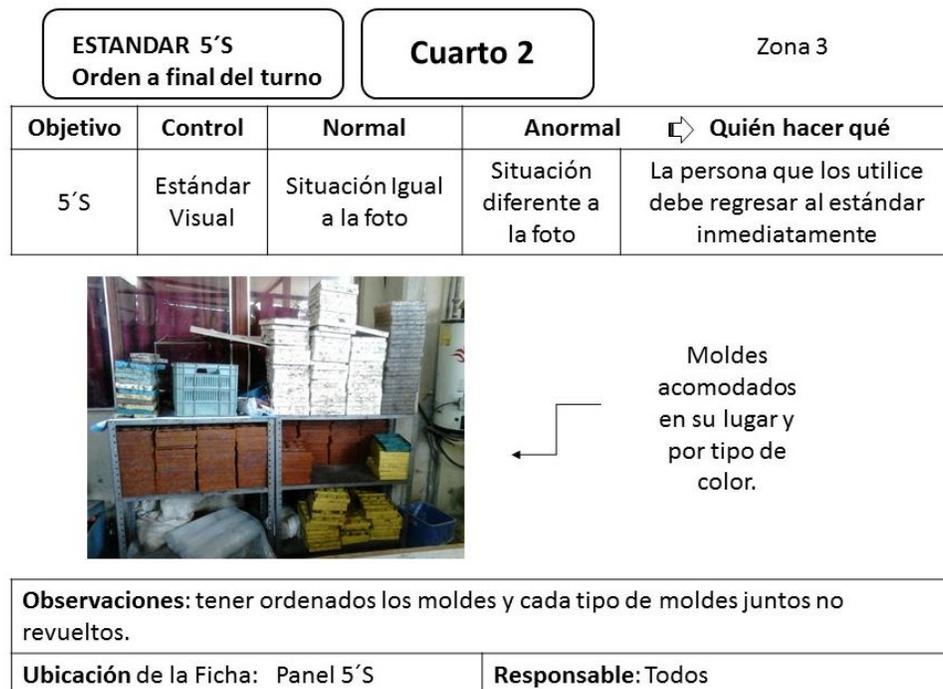


Figura 4.14 Tercer formato de orden final de un turno de trabajo del cuarto 2 (Fuente: Tesista).

Es importante señalar que en cada uno de los cuartos que conforman la planta se han colocarán estos formatos con el fin de facilitar la adopción de dichos estándares por los trabajadores para mantener limpias y ordenadas las instalaciones.

v. Quinta S "Disciplina"

La implementación de la manufactura esbelta requiere un compromiso continuo de los trabajadores, propietarios y administradores de las empresas para garantizar su éxito. Aunado a lo anterior, es necesario realizar una continua supervisión del avance en su aplicación. Por ello, se elaboró un cuestionario a solicitud del dueño de la empresa para que periódicamente pueda verificar cuales son los aspectos que se han ido ignorando y respetando en la estrategia de mejora desarrollada mediante esta investigación. En la Figura 4.15 se muestra el formato que se ocupará para evaluar a los trabajadores en cada una de las estaciones de trabajo, las no conformidades en las respuestas han de ser atendidas posteriormente en un plan de acción.

Cuarto:	Fecha:			
		Si	No	Comentarios
ELIMINAR				
	¿Hay materiales de más en inventario de la línea?			
	¿Hay objetos personales innecesarios en la línea?			
	¿Hay equipos y útiles que no se utilicen en la línea?			
	¿Hay restos de señalización de la línea obsoletos o en mal estado?			
	¿Hay documentación innecesaria en la línea?			
ORDENAR				
	¿Están en su ubicación definida los materiales de la línea?			
	¿Están señalizados los elementos móviles de la línea?			
	¿Está libre de obstáculos fijos el acceso a los cuadros eléctricos de las máquinas de la línea?			
	¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?			
	¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?			
LIMPIEZA E INSPECCIÓN				
	¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?			
	¿Hay cables eléctricos o tubos en el suelo que dificulten su limpieza?			
	¿Están los cuadros eléctricos cerrados?			
	¿Están las máquinas y puestos de trabajo limpios?			
	¿Están las estanterías y áreas de almacenaje limpias?			
ESTANDARIZAR				
	¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?			
	¿Están identificados los materiales de la línea?			
	¿Está la documentación estándar de la línea actualizada?			
	¿Se aplica la gestión visual entorno de la línea?			
	¿Es conocida la documentación de la línea por el personal?			
DISCIPLINA				
	¿Se respeta el plan de limpieza?			
	¿Se respeta el plan de auditorías?			
	¿Se actualiza el plan de acciones?			
	¿Se mantiene limpia la línea?			

Figura 4.15 Cuestionario para examinar las estaciones de trabajo (Fuente: Tesista).

4.1.7. Organigrama y reglamento

Durante el desarrollo de esta tesis se observó que había desorden en todos los niveles de la organización. La empresa cuenta con una constante rotación de personal, los trabajadores no hacían correctamente su trabajo, eran indisciplinados y llegaban tardíamente a realizar sus actividades. Por otro lado, el propietario de la empresa se muestra renuente a delegar responsabilidades y la mayoría del tiempo hace operaciones que no eran de su incumbencia. Derivado de la situación anteriormente descrita, se elaboraron el organigrama y reglamento de la empresa, los cuales ayudarán a reestablecer el orden administrativo y operativo, además, estos formatos ayudarán a optimizar las actividades dentro de la línea de producción. La Figura 4.16 presenta el organigrama de la empresa, la cual se categoriza en las áreas de administración, de producción y de ventas.

El área administrativa será la encargada de adquirir las materias primas de acuerdo con la demanda programada, también llevará el control de las finanzas, hará el pago de impuestos y tramitará los permisos requeridos para la operación de la organización. El área de producción se ocupará de planear y ejecutar el proceso de fabricación del chocolate, además realizará el mantenimiento y limpieza en las máquinas y áreas de trabajo. El área de ventas se encargará de las tareas necesarias para la distribución y promoción de los productos. Hasta el momento trabajan en la empresa el dueño y su esposa, sin embargo, debido al aumento en la demanda del chocolate, es necesario contratar personal adicional para agilizar y complementar las actividades.



Figura 4.16 Organigrama de la empresa (Fuente: Tesista)

Enseguida se muestra el reglamento propuesto para aplicarse en las áreas de trabajo, el cual se compone de doce mandamientos que deberán cumplir todos los trabajadores de la organización.

Reglamento:

1. Se deberá respetar el horario de trabajo.
2. Se deberán dejar las pertenencias personales en el área de descanso.
3. Se deberá portar todo el tiempo una bata, red para el cabello y cubre bocas.

4. Se deberá tener la estación de trabajo siempre limpia.
5. Se deberá evitar tener basura en todas las áreas de trabajo.
6. Deberán convivir respetuosamente entre compañeros.
7. Cualquier propuesta de mejora en los procesos será escuchada y bien recibida.
8. Se deberá evitar introducir comida o alimentos en las áreas de trabajo.
9. Se deberá tener ordenadas las estaciones de trabajo de acuerdo con los formatos establecidos.
10. Se deberá evitar colocar objetos sobre la maquinaria.
11. Se deberán limpiar las herramientas, maquinaria y zona de trabajo después de usarlas.
12. Se deberán reportar fallos en herramientas y maquinaria, por mínimos que sean.

4.1.8. Cálculo de pronóstico

En este apartado se incluyen los cálculos realizados para estimar la demanda que ostentará la empresa para el año 2017. Conforme a datos proporcionados por el propietario de la organización, se fabrican en promedio 30 kg de chocolate cada semana, los cuales son elaborados principalmente durante dos días. Los restantes cinco días de la semana se ocupan normalmente para repartir y promocionar los productos en tiendas de artesanías y mercados en Tamazulapan del Progreso y en localidades cercanas como Chilapa de Díaz, Tejupan, Huajuapán de León y Teotongo. Es importante señalar que existen temporadas en las cuales la demanda del chocolate aumenta.

De acuerdo con la información recabada en la empresa, durante la tercera semana del mes de enero, todos los años se necesitan producir adicionalmente 50 kg de chocolate que se usarán en la fiesta anual de Chilapa de Díaz. Por otro lado, en la tercera y cuarta semana del mes de abril se requieren elaborar 70 kg de chocolate extras que serán ocupados en las festividades de Semana Santa de la región. También deberán de prepararse 50 kg de chocolate adicionales durante la primera semana de mayo, los cuales serán utilizados en la fiesta patronal de Tamazulapan del Progreso y 30 kg más para venderlos a turistas. Además, durante la primera semana de septiembre se deben producir 60 kg extras, para tener un inventario de productos que satisfagan la demanda durante las últimas dos semanas del mismo mes. Finalmente, se sabe que deben fabricarse 40 kg adicionales durante el mes de noviembre y 100 kg más para las últimas dos semanas de diciembre. En la Figura 4.16 se muestra la gráfica con los registros históricos de los años 2014, 2015 y 2016 de la demanda de chocolate, puede observarse que presenta una tendencia cíclica, la cual varía principalmente en determinados meses del año. Además, se distingue un comportamiento a la baja en la demanda de los productos, por ejemplo, en el año 2015 se elaboraron 2025 kg de chocolate, por su parte, en el año 2016 se produjeron 1840 kg. Esta tendencia se debe principalmente a la deficiente organización que posee la empresa, lo cual disminuye su competitividad a nivel local y regional.

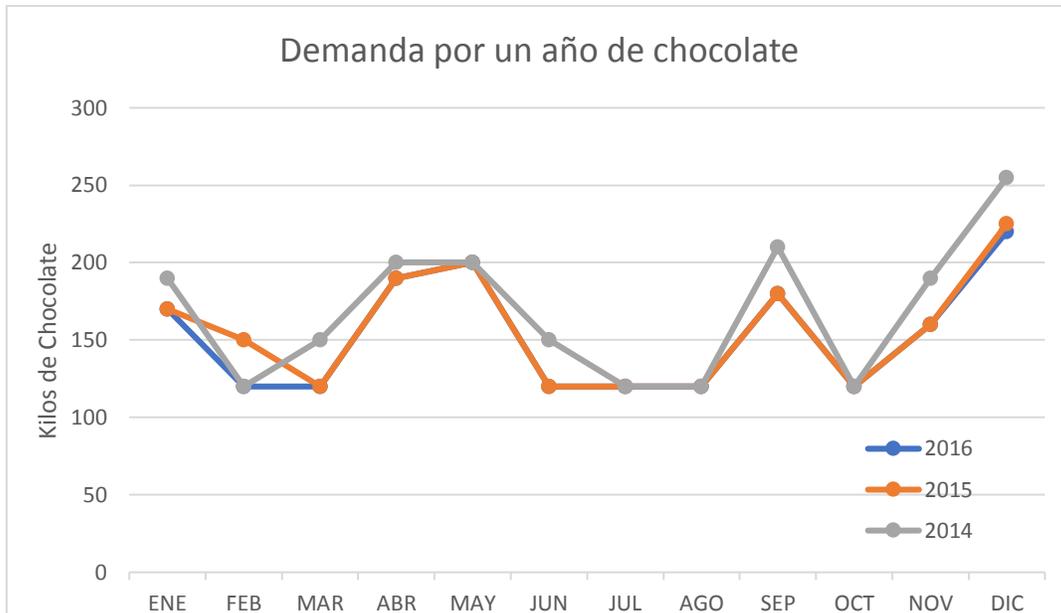


Figura 4.17 Tendencia de la demanda del chocolate en los años 2014, 2015 y 2016 (Fuente: Tesista).

Para calcular el pronóstico de la demanda para el año 2017 del chocolate, se ocupó una variación de tipo estacional. En la Tabla 4.13 se presentan los datos de las ventas promedio mensuales en los tres últimos años registrados, las cuales se obtuvieron al dividir las ventas totales entre el número de meses analizados. Se estimó el factor estacional dividiendo las ventas netas de cada mes entre las ventas promedio por mes.

Tabla 4.13 Obtención del factor estacional (Fuente: Tesista).

Mes	Ventas pasadas (Kg)	Ventas promedio de cada mes 1913.3 kg /12 meses	Factor Estacional
Enero	176.6	159.4	$176.6/159.4 = 1.108$
Febrero	130	159.4	$130/159.4 = 0.815$
Marzo	130	159.4	$130/159.4 = 0.815$
Abril	193.3	159.4	$193.3/159.4 = 1.212$
Mayo	200	159.4	$200/159.4 = 1.254$
Junio	130	159.4	$130/159.4 = 0.815$
Julio	120	159.4	$120/159.4 = 0.752$
Agosto	120	159.4	$120/159.4 = 0.752$
Septiembre	190	159.4	$190/159.4 = 1.191$
Octubre	120	159.4	$120/159.4 = 0.752$
Noviembre	170	159.4	$170/159.4 = 1.066$
Diciembre	233.3	159.4	$233.3/159.4 = 1.463$
TOTAL	1913.3		

Como se muestra en la Tabla 4.14, se hizo el cálculo de la demanda del chocolate utilizando el factor estacional y considerando periodos semestrales.

Tabla 4.14 Datos para obtención de Factor estacional por semestres (Fuente: Tesista).

Número	Semestre	Producción real
1	1° semestre 2014	1010
2	2° semestre 2014	1015
3	1° semestre 2015	950
4	2° semestre 2015	925
5	1° semestre 2016	920
6	2° semestre 2016	920

De esta forma se obtuvo un modelo de regresión lineal para estimar la demanda de chocolate en años futuros, tomando como referencia la tendencia histórica registrada en los últimos tiempos. La Figura 4.18 presenta una gráfica que describe el comportamiento en la demanda de chocolate durante los años 2014, 2015 y 2016.

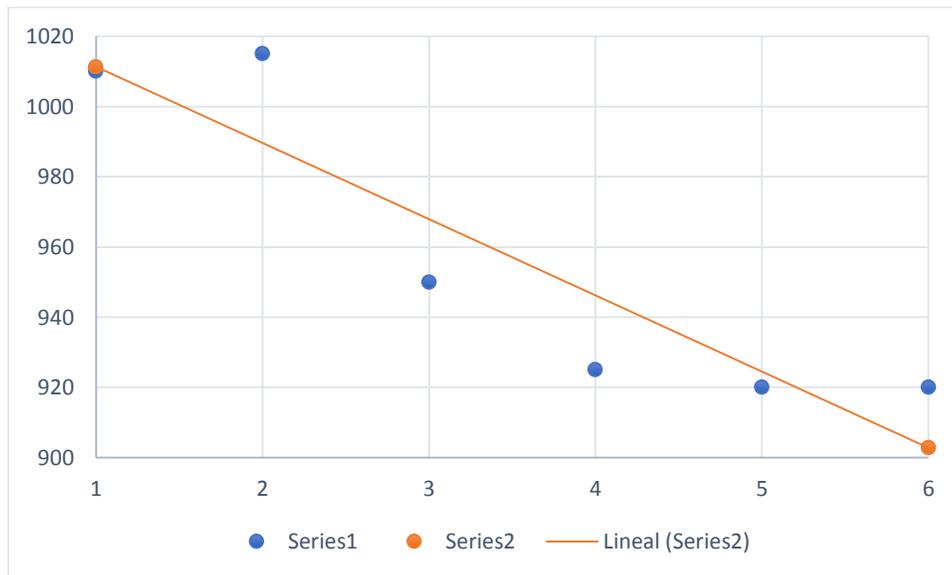


Figura 4.18 Gráfica de regresión lineal semestre vs kg de chocolate (Fuente: Tesista).

El modelo de regresión lineal definido es:

$$y = 1033 - 21.7 x$$

Dónde:

y: demanda de chocolate (kg)

x: número consecutivo de semestre (comenzando a partir del primer semestre del año 2014).

Para calcular las demandas del primer y segundo semestre del año 2017, se sustituyó en la variable x los valores 7 y 8 correspondientes al orden consecutivo de los semestres. Por lo tanto, se

pronosticó que en el primer semestre del año 2017 se tendrá una demanda de 881.1 kg y para el segundo semestre del mismo año se requerirán de 859.4 kg de chocolate, lo que generará un total de 1740.5 kg para dicho año.

En la Tabla 4.15 se observan las estimaciones hechas del pronóstico de ventas por mes del año 2017 y se calcularon multiplicando la venta promedio de cada mes obtenida con la regresión lineal y los factores estacionales para cada mes incluidos en la Tabla 4.13.

Tabla 4.15 Cálculo del pronóstico de la demanda por mes del año 2017 (Fuente: Tesista).

Mes	Ventas promedio mensual 1740.5 Kg/12 meses	Factor Estacional	Pronóstico para el próximo año (Kg)
Enero	145	1.108	161
Febrero	145	0.815	118
Marzo	145	0.815	118
Abril	145	1.212	176
Mayo	145	1.254	182
Junio	145	0.815	118
Julio	145	0.752	109
Agosto	145	0.752	109
Septiembre	145	1.191	173
Octubre	145	0.752	109
Noviembre	145	1.066	155
Diciembre	145	1.463	212

4.1.9. Indicadores actuales

Para las empresas es preponderante saber aspectos relacionados con la capacidad de su planta productiva y con la organización de sus procesos para plantear mejoras en las actividades de fabricación. En la siguiente sección se presentan algunos indicadores que fueron necesarios calcular para marcar una referencia de la situación en la línea de producción antes de la aplicación de la manufactura esbelta. Esta información permitió conocer la eficiencia con la cual han estado funcionando los equipos y maquinaria, el tiempo requerido por pieza, además del área y distancias requeridos para ejecutar sus operaciones.

i. Tiempo por Pieza

El TPP es un indicador que sirve para conocer la cantidad de minutos que toma fabricar una pieza en un proceso específico. Se estima mediante la fórmula:

$$TPP = \frac{TTP}{NTP}$$

Dónde:

TPP: tiempo por pieza (min/pieza).

TTP: tiempo total de producción (min).

NPTP: número totales de piezas (piezas).

Se realizó el cálculo del TTP considerando que se requieren 934 minutos para elaborar 3.50 kg de chocolate, de los cuales se obtienen 540 tablillas. Por lo tanto, se encontró que se necesitan 1.72 minutos para fabricar una tablilla de chocolate.

$$TPP = \frac{934 \text{ min}}{540} = 1.72 \text{ min}$$

Este indicador es relativo, ya que la producción del chocolate se inicia considerando el peso de la materia prima para la generación de un número de piezas, en donde, la mayor parte de los procesos se llevan a cabo en la pasta y no por pieza individual.

ii. Eficiencia global de equipos

La EGE sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Para calcular la eficiencia productiva de la empresa analizada, se requirió conocer previamente otros tres parámetros: el índice de disponibilidad (ID), el índice de eficiencia (IE) y el índice de calidad (IC). A continuación, se especifican las operaciones ocupadas para estimar los índices mencionados anteriormente.

a. Índice de disponibilidad: se calculó con los siguientes datos proporcionados por la organización:

- Tiempo disponible (min) = 360 min
- Otros tiempos de parada (min) = 120 min
- Tiempo utilizado (min) = 240 min

$$\text{Índice de disponibilidad} = \left[\left(\frac{\text{tiempo utilizado}}{\text{tiempo disponible}} \right) 100 \right] = \%$$

$$\text{Índice de disponibilidad} = \left[\left(\frac{240}{360} \right) 100 \right] = 66\%$$

Puede observarse que la maquinaria está disponible el 66% del tiempo para producir chocolate y un 34% se mantiene sin efectuar alguna actividad.

b. Índice de eficiencia (IE): se estimó con la siguiente información:

- Número total de piezas (buenas y malas) = 545 piezas.

- Cadencia ideal¹ (a máximo) (b) = 600 piezas.
- Tiempo utilizado (c) = 240 min
- Piezas máximas teóricas [b (c/60)]= 2400 piezas.

$$\text{Índice de eficiencia} = \left[\left(\frac{\# \text{ total de piezas}}{\text{piezas máximas teóricas}} \right) 100 \right] = \%$$

$$\text{Índice de eficiencia} = \left[\left(\frac{545}{2400} \right) 100 \right] = 22.7 \%$$

- c. Índice de calidad (IC): se calculó a partir de los siguientes datos:
- Número total de piezas defectuosas = 5 piezas.
 - Número total de piezas buenas = 540 piezas.
 - Número total de piezas producidas = 545 piezas.

$$\text{Índice de calidad} = \left[\left(\frac{\# \text{ total de piezas buenas}}{\# \text{ total de piezas producidas}} \right) 100 \right] = \%$$

$$\text{Índice de calidad} = \left[\left(\frac{540}{545} \right) 100 \right] = 99.08\%$$

La eficiencia global de equipos (EGE), se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$OEE = \text{Índice de Disponibilidad} * \text{Índice de Eficiencia} * \text{Índice de Calidad}$$

$$OEE = ID 66\% * IE 22.7\% * IC 99.08\% = 14.95\%$$

Puede observarse que existe una baja eficiencia en el uso de la maquinaria, lo cual hizo necesario plantear un conjunto de soluciones para mejorar esta condición.

iii. Superficie liberada.

De acuerdo con la información contenida en el apartado 4.1.1, el área actual total de producción ocupa una superficie de 228.9 m² cuyos lados miden 14 x 16.35 m.

$$\text{Área actual total de producción} = 16.35 \times 14 = 228.9 \text{ m}^2$$

Se propuso optimizar el área de producción mediante una reingeniería del proceso para definir una mejor distribución de las estaciones de trabajo. En la propuesta de mejora de distribución de planta que se muestra mas adelante se observa que la superficie ocupada se redujo a 132.51 m². Este espacio está conformado por un sitio destinado para el estacionamiento (40.27 m²) y otro para la fábrica del chocolate (92.25 m²).

¹ Se entiende por cadencia ideal a las piezas máximas que se podrían producir, en este caso, se tiene determinadas por el número de moldes con que cuenta la empresa.

$$\text{Área optimizada de producción} = 92.25 + 40.27 = 132.51 \text{ m}^2$$

Como resultado de la aplicación de la manufactura esbelta se consiguió liberar una superficie de 96.38 m², lo cual permitirá obtener menores tiempos de procesos y mínimas distancias recorridas entre estaciones de trabajo.

$$\text{Superficie liberada} = (\text{Área actual de producción} - \text{Área optimizada de producción})$$

$$\text{Superficie liberada} = (228.9 \text{ m}^2 - 132.51 \text{ m}^2) = 96.38 \text{ m}^2$$

iv. Distancia recorrida

De acuerdo al diagrama de recorrido del proceso actual hecho en el apartado 4.1.3, se conoce que actualmente se deben recorrer 80 metros para efectuar todas las operaciones en la fabricación del chocolate. Por ello, como se presenta en las Figuras 4.22 y 4.23, se desarrolló una reingeniería del proceso para conseguir una redistribución de la planta de producción, mediante la aplicación de diagramas de flujo de proceso y de recorrido. Como resultado se obtuvo una disminución de 61 m, por lo tanto, los operarios deberán únicamente trasladarse entre cada una de las estaciones de trabajo un total de 19 m.

4.2. Fase 2. Lanzamiento

Tomando como referencia el principio de la eliminación continua de desperdicios propuesto por la manufactura esbelta, se elaboró el rediseño de la distribución en la planta planeada con el fin de efficientar la organización en las áreas de trabajo, mediante el método PSDP de R. Muther con un análisis de correlación y un diagrama de hilos.

Durante esta fase también se determinó la capacidad de producción y tamaño de lote actual calculando el índice de utilización de la capacidad obteniendo que actualmente se está trabajando un 10% de lo que puede producir con lo cuenta la planta.

4.2.1. Distribución de planta propuesta

De acuerdo con lo presentado en la Figura 4.1, la distribución de planta original de la fábrica cuenta con tres cuartos en donde se ubican las máquinas, equipos y materiales necesarios para la elaboración del chocolate. En particular, los cuartos 1 y 2 se encuentran considerablemente distantes, por ello, se realizó el rediseño de la planta de producción, aplicando el método PSDP considerando las características y el orden de las operaciones en el esquema de producción del chocolate.

En la Figura 4.19 se observa el diagrama de correlación desarrollado, donde, se establece el grado de relación y proximidad que existen entre cada una de las áreas de la fábrica calificando mediante una escala numérica. Por lo tanto, aquellas zonas que dependen fuertemente entre sí recibieron una

calificación de 1, caso contrario, aquellas áreas que tienen una débil relación recibieron una calificación de 6. Derivado de este mismo análisis, se determinó la necesidad de incluir espacios que fueran destinados para la atención de clientes, a la exhibición de productos, para la realización de trámites y a la evacuación de desechos humanos.

Así pues, se adhirieron las áreas de recepción y ventas, de baños y oficinas administrativas para complementar y mejorar el funcionamiento de la empresa.

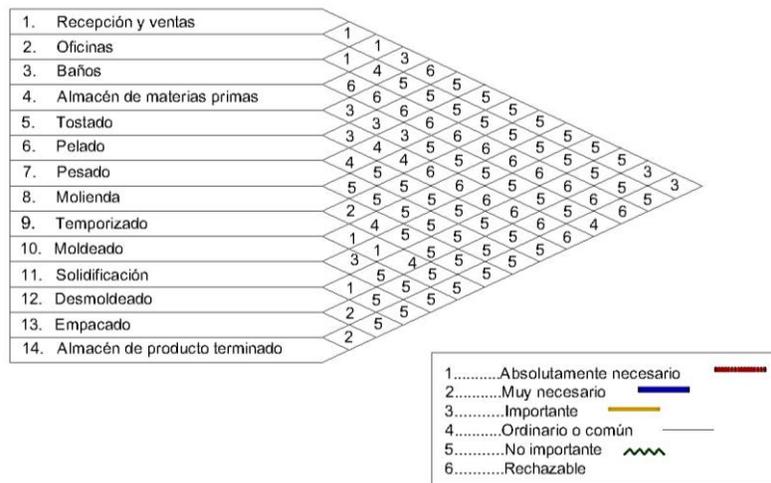


Figura. 4.19 Diagrama de correlación (Fuente: Tesista).

Después se elaboró el diagrama de hilos mostrado en la Figura 4.20 mediante este esquema se estableció de forma visual el grado de relación entre cada una de las operaciones para efectuar la redistribución de la planta de producción. Para generar este diagrama se retomó la simbología ocupada en la Figura 4.19 usada en la asignación de calificaciones entre las áreas y operaciones. Puede observarse que se omitió representar las escalas con calificaciones 5 y 6, debido a que no tuvieron relevancia al momento de redefinir el layout de la fábrica y para efectos de tener una menor saturación en la imagen.

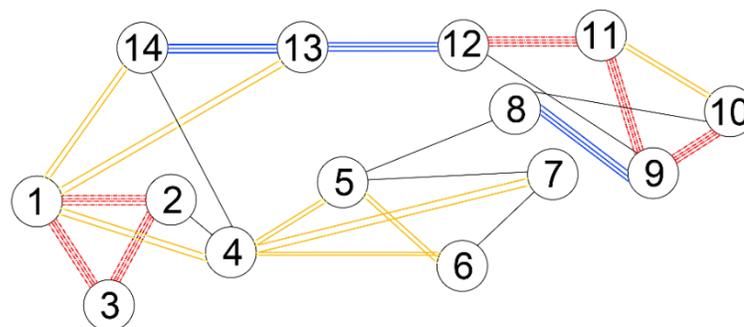


Figura 4.20 Diagrama de hilos (Fuente: Tesista).

La Figura 4.21 muestra el layout de la propuesta de mejora en la distribución de la planta de producción. El layout consta principalmente de dos cuartos separados, el cuarto 1 contiene el área de recepción de ventas, la zona de baños y el área para oficinas. El cuarto 2 incluye un área para pesar las materias primas (báscula), una zona donde se ubican de forma continua la tostadora, el molino 1, la revolvedora, el molino 2, la temporizadora, la mesa vibradora, las mesas de trabajo, la zona de solidificación y el almacén de producto terminado. Se adhirió un área administrativa que está separada de la zona donde se lleva a cabo el proceso de fabricación del chocolate. Aunado a lo anterior, se estableció el área de recepción y ventas cerca de la entrada a la fábrica para restringir el acceso a las personas, debido a que la empresa maneja diferentes formulaciones y se desea evitar la fuga de secretos industriales.

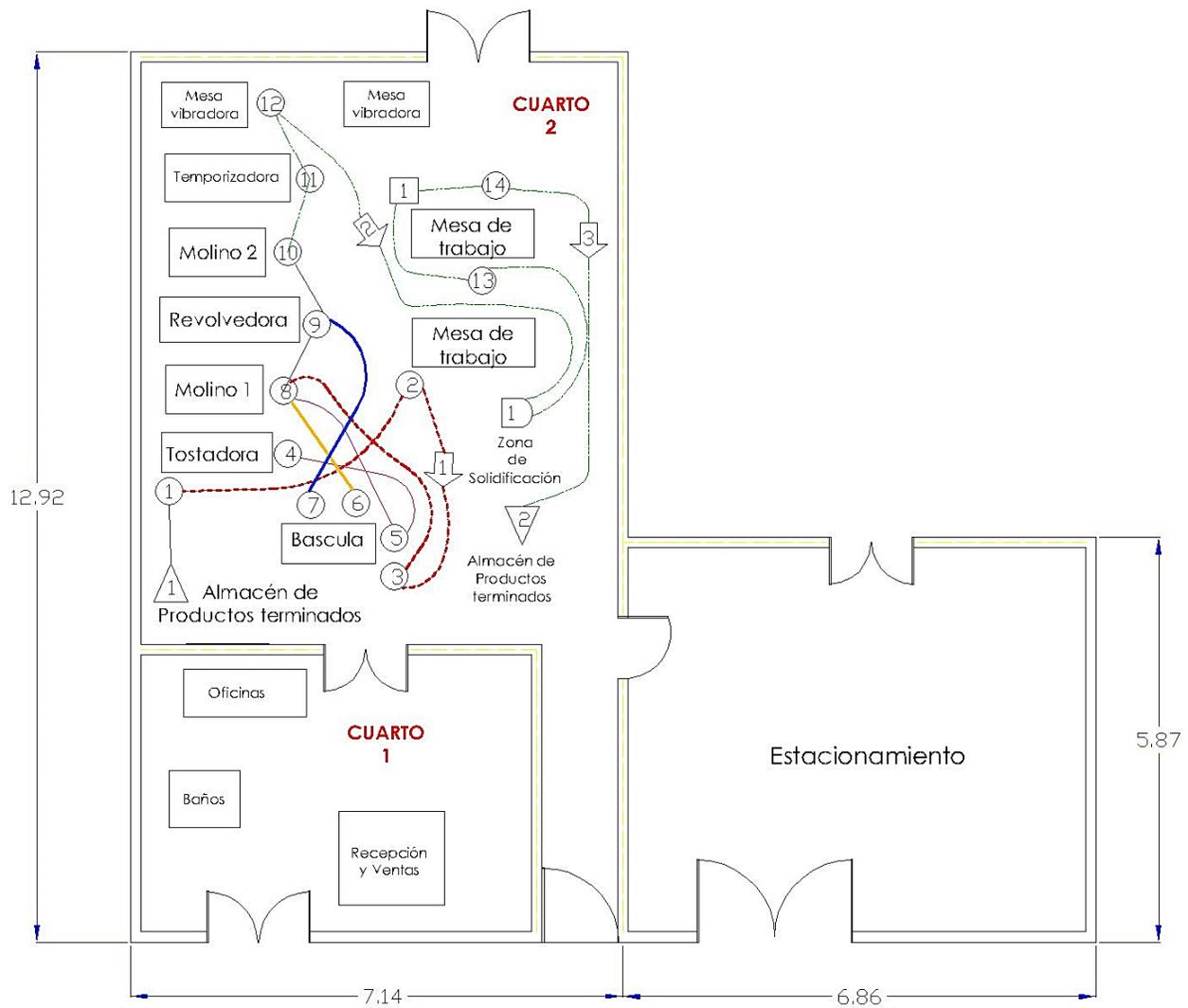


Figura 4.21 Propuesta de distribución de planta (Fuente: Tesista).

Tomando como referencia la redistribución de la planta de producción, se elaboró también el diagrama de flujo de proceso presentado en la Figura 4.22, donde, se puede observar una reducción de únicamente 4 transportes, y una disminución en la distancia recorrida total en el proceso, de 80 a solo 19 m.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Empresa: <u>Proyecto</u>		Resumen						
		Actividad	Actual	Propuesto	Economía			
Fecha: 10 de diciembre 2016		Operación	14					
		Transporte	5					
		Demora	1					
		Inspección	1					
		Almacenamiento	1					
Comentarios: Este proceso abarca la producción de 10 kilos de cacao como materia prima principal.		Tiempo	1430 min.					
		Distancia	19 m.					
Descripción de la actividad	Símbolo					Tiempo (min.)	Distancia (m.)	Observaciones
	●	→	◐	■	▼			
1. Llegada de cacao y almendra								
2. Tostado de cacao						40		
3. Descascarillado de cacao						300		
4. Transporte a báscula							2.7	
5. Pesado de Cacao						5		
6. Tostado de la almendra						30		
7. Pesado de almendra						3		
8. Pesado de canela						3		
9. Pesado de azúcar						3		
10. Transporte canela y cacao molino 1							2	
Transporte de la azúcar a revolvedora							3	
11. Molienda 1						50		
12. Mezclado						15		
13. Molienda 2						45		
14. Temporizado						25		
15. Moldeado						72		
16. Transporte a zona de solidificación							6.3	
17. Solidificación						720		
18. Desmoldado						35		
19. Inspección								
20. Empaquetado						84		
21. Transporte almacén de producto terminado							5	
22. Almacén de producto terminado								

Figura 4.22 Diagrama de flujo del proceso de la propuesta (Fuente: Tesista).

Por otra parte, como se presenta en la Figura 4.23, también se hizo un nuevo diagrama de recorrido acorde a la propuesta de mejora desarrollada. En ella se tiene únicamente un área o cuarto,

donde se lleva a cabo todo el proceso de producción del chocolate, teniendo una secuencia más rápida y eficiente.

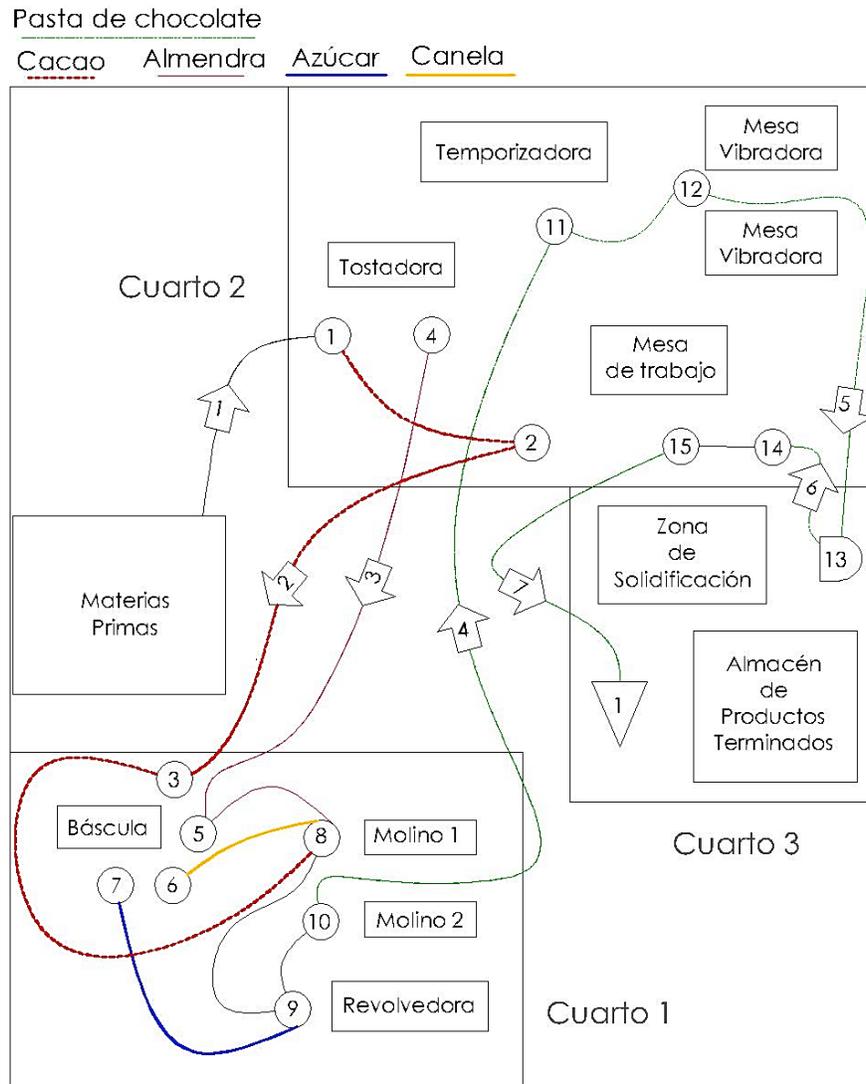


Figura 4.23 Diagrama de recorrido de la propuesta (Fuente: Tesista).

4.2.2. Capacidad de producción y tamaño de lote actual

Como parte de esta investigación, se hizo la estimación de la capacidad a la cual ha estado operando la planta, esto brindó una referencia del grado de utilización que ha tenido la planta de producción en los últimos años. De acuerdo con los datos proporcionados por el propietario de la empresa, se procesan 30 kg aproximadamente de pasta de cacao a la semana actualmente se dedican 2 días, aunque también se puede fabricar en un día el tiempo restante se ocupa para hacer la distribución de los productos en diferentes puntos de venta.

La determinación del tamaño de lote actual se hizo empíricamente por el dueño de la organización, sin realizar un análisis considerando las características de la maquinaria, equipos y de la configuración de las operaciones.

En base a la información anterior, se percibió que es posible incrementar la capacidad a la cual trabaja la fábrica, para ello, podrían adquirirse una mayor cantidad de moldes o se contratarían trabajadores adicionales. Como se observó en la Figura 4.2, se podría hacer más eficiente y rápido el proceso productivo considerando el tiempo del proceso de solidificación, donde, no se ocupan operarios y maquinaria para preparar las materias primas del siguiente turno laboral.

En la actualidad, se procesan 30 kg de pasta de chocolate. Sin embargo, mediante un estudio de las prestaciones técnicas de la maquinaria y equipos, se llegó a calcular que en la fábrica se pueden procesar 60 kg de cacao diariamente en turnos laborales de 8 horas y permitiría dejar preparadas las materias primas a ocuparse al siguiente día. Por lo tanto, el índice de utilización actual de la fábrica se calculó dividiendo la producción actual de 30 kg semanales de pasta de chocolate entre la estimación de 60 kg para 5 días, lo cual da un total de 300 kg a la semana. Se encontró que la planta de producción funciona al 10% de su capacidad, así pues, esto justifica la aplicación de la manufactura esbelta para mejorar la organización de las operaciones e incrementar el número de piezas fabricadas.

$$\text{Índice de utilización de la capacidad} = \frac{30}{300} = 0.1$$

4.3. Fase 3. Estabilización

En esta fase se busca implantar un control de calidad, para ello, se elaboró un diagrama de Pareto detectando el defecto con mayor presencia y por medio de un diseño de experimentos se detectaron los factores con mayor influencia en el proceso y se estableció el parámetro adecuado para la corrección de este defecto evitando retrabajos.

También se propone una carta de control para detectar si nuestro proceso está fuera de control.

A continuación, se desarrolló un plan de mantenimiento de limpieza de las áreas de trabajo; un plan de mantenimiento de equipo crítico y un plan de mantenimiento correctivo para la maquinaria del proceso de molienda.

4.3.1. Control de calidad

Como se mencionó en el apartado previo, la empresa realiza una inspección visual a las piezas de chocolate una vez que las desmolda, los cinco defectos más comunes que se encontraron al realizar el análisis fueron: la presencia de manchas, opacidad superficial, porosidad, agrietamiento y ruptura de las tablillas de chocolate. Para complementar el desarrollo de la carta de control p, se elaboró un diagrama de Pareto, mediante el cual se identificaron los defectos que se presentan con

mayor frecuencia en la fabricación del chocolate. El diagrama presentado en la Figura 4.24 sirvió como base para realizar posteriormente un conjunto de experimentos que ayudaron a definir las temperaturas idóneas que evitan la aparición de los defectos mencionados anteriormente. Puede observarse que el defecto que tuvo mayor recurrencia fueron las manchas blanquecinas que aparecen sobre la superficie del chocolate, seguidas por la opacidad, la porosidad y finalmente las grietas y rupturas de algunas piezas.

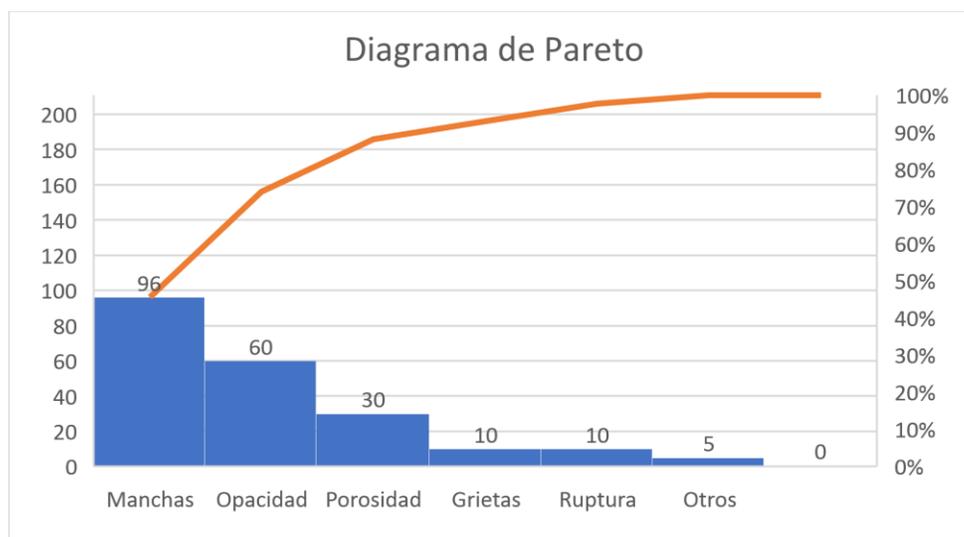


Figura 4.24 Diagrama de Pareto (Fuente: Tesista).

Puede notarse que al trazar una línea que englobe el 80% de los defectos, se identificó que se tenían que encontrar los factores que causaban el apareamiento de manchas y opacidad en la superficie del chocolate. Según Beckett (2010) se conoce que este tipo de defectos son generados por la separación de los cristales de cada ingrediente que se funden a diferentes temperaturas, lo cual afecta el color, contracción, brillo y vida útil del producto.

4.3.2. Cartas de control del proceso

De acuerdo con la investigación desarrollada, la empresa carecía de registros en los cuales se estableciera y evaluara el comportamiento del proceso. Se observó que cada una de las tablillas de chocolate es inspeccionada de manera visual después de desmoldarse, tomando como referencia para clasificarlas como piezas conformes o no conformes aspectos visuales como: la presencia de manchas blanquizas como se observan en la Figura 4.25 y 4.26 y porosidades, cuarteaduras, entre otros.



Figura 4.25 Pieza sin defecto
(Fuente: Tesista).



Figura 4.26 Pieza con defecto
(Fuente: Tesista).

Cabe señalar que en dicha inspección las piezas que son catalogadas como tablillas defectuosas son reprocesadas cuando están rotas, o son puestas en venta ya que ninguna de las características visuales antes mencionadas afecta la salud y seguridad del consumidor. Para examinar la magnitud de la variabilidad en las características de las tablillas se elaboró una carta de control p , ya que permite evaluar una parte de las piezas fabricadas y posteriormente detectar las causas o cambios especiales en el proceso. En la Tabla 4.16 se muestran los datos obtenidos al inspeccionar 20 lotes de 5 piezas cada uno.

Tabla 4.16 Datos de tablillas de chocolate defectuosas usados para la carta p (Fuente: Tesista).

Lote	Tamaño de lote	Artículos defectuosos	Proporción
1	5	1	0.2
2	5	0	0
3	5	1	0.2
4	5	0	0
5	5	2	0.4
6	5	1	0.2
7	5	0	0
8	5	2	0.4
9	5	0	0
10	5	1	0.2
11	5	0	0
12	5	0	0
13	5	1	0.2
14	5	0	0
15	5	1	0.2
16	5	0	0
17	5	0	0
18	5	0	0
19	5	1	0.2
20	5	1	0.2

Por lo tanto, conforme a la tabla previamente presentada, se encontró que existieron 12 piezas clasificadas como defectuosas de un total de 100 tablillas inspeccionadas, así pues, considerando un

tamaño de muestra constante de 5 elementos, se estimó que la proporción de piezas defectuosas es de 0.12. A continuación se definen los límites de control de la siguiente formula:

$$p = \frac{\text{Total de defectuosos}}{\text{Total de inspeccionados}} = \frac{12}{100} = 0.12$$

$$LCS = 0.12 + 3 \sqrt{\frac{0.12(1-0.12)}{5}} = 0.555$$

$$LCS = 0.12$$

$$LCI = 0.12 - 3 \sqrt{\frac{0.12(1-0.12)}{5}} = -0.315; \text{ se fija en } 0$$

En la Figura 4.27 se observa la gráfica de la carta de control p que describe el comportamiento del proceso de fabricación de chocolate, tomando como referencia la proporción de tablillas de chocolate defectuosas. No existen puntos que se localicen fuera de los límites estimados, los cuales, en caso de existir, denotarían anomalías que es necesario identificar y solucionar.

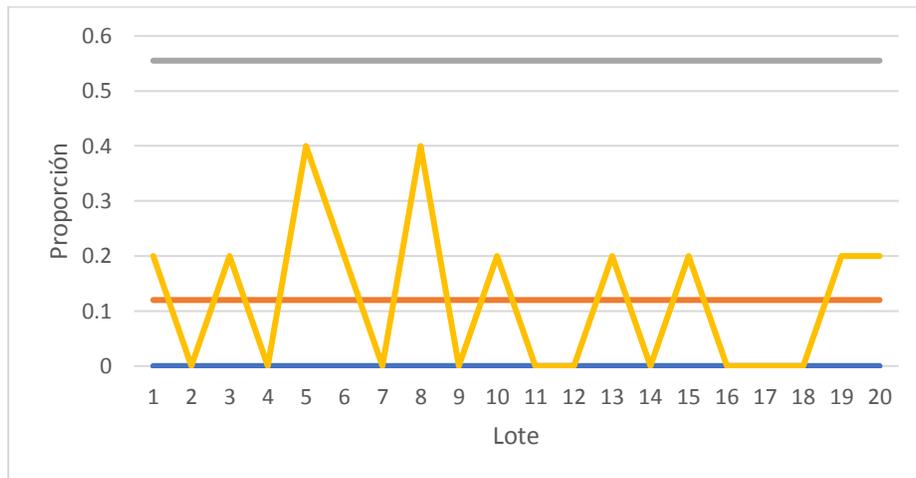


Figura 4.27 Gráfica de control de la carta p (Fuente: Tesista).

Por lo tanto, se encontró que la proporción de piezas defectuosas al evaluar cada lote será a lo mucho de 2.775 tablillas ($=0.555 \cdot 5$) y de cero piezas a lo menos. Finalmente, mientras no haya un cambio en la configuración del proceso se seguirá obteniendo la misma proporción de defectuosos.

4.3.3. Plan de mantenimiento de limpieza

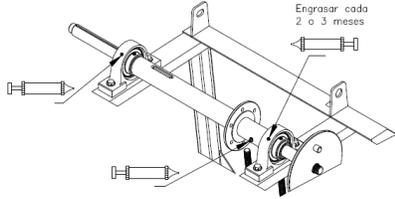
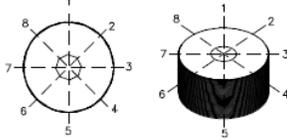
En la primera fase de esta investigación se aplicó la tercera S limpieza e inspección, de la cual se tuvieron como resultados los planes de limpieza mostrados en las Figuras 4.9, 4.10, 4.11 y 4.12 para cada uno de los cuartos.

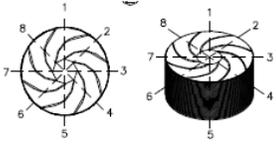
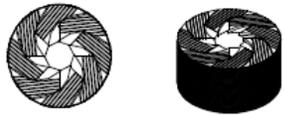
4.3.4. Plan de mantenimiento de equipo crítico

Para evitar en el futuro el paro de la línea de producción, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para los molinos 1 y 2 ocupados en la molienda de las materias primas, los cuales fueron identificados como los equipos críticos que en caso de fallar generarían grandes problemas a la empresa como el paro de la producción.

En la Tabla 4.17 se presenta el plan de mantenimiento que podrá ocuparse para ambos molinos, en dicho formato se brindan una serie de recomendaciones en cuanto a la frecuencia de las operaciones y la descripción de las actividades necesarias para poner en óptimas condiciones estas máquinas. La información se obtuvo de un manual de la empresa constructora de maquinaria triunfo S.A. de C.V. de molinos para nixtamal modelo 1002 y 1003.

Tabla 4.17 Plan de mantenimiento de los molinos 1 y 2 (Fuente: Tesista).

Plan de mantenimiento molinos 1 y 2		
Este plan de mantenimiento es específicamente para el equipo Molino 1 (MM1) y Molino 2 (MM2) que se encuentran en el cuarto 1		
Actividad	Frecuencia	Descripción de la actividad
Engrasar las chumaceras.	Cada 2 meses.	<ul style="list-style-type: none"> - Se debe de aplicar grasa en cada una de las partes indicadas en el esquema. -Se puede aplicar grasa para alta velocidad. (hobolub®, roshfrans®) 
Picado de las piedras.	Cada 4 meses.	<ul style="list-style-type: none"> - Es necesario un martillo y un cincel. - Se recomienda revisar periódicamente las piedras, con el fin de volver a dar forma a las ranuras antes de que estas desaparezcan y puedan servir como guía. - Divida la piedra en 8 partes iguales, como se aprecia en la siguiente imagen:  <ul style="list-style-type: none"> - Trace la ranura en un semicírculo con un radio aproximado de 2 7/16" y una profundidad de 1/6" como se ve en la siguiente figura:

		 <ul style="list-style-type: none"> - En los puntos de unión, comience a picar hacia adentro para formar 8 cajas que dan entrada al producto, incida a 1/16" o 1/4" de profundidad. - Por último, trace 4 o 5 ranuras adicionales en cada división, las cuales servirán de desahogo, como se presenta en la siguiente figura: 
Reemplazar las bandas.	Cada 6 meses.	<ul style="list-style-type: none"> - Afloje los tornillos de ambas chumaceras y quite los pasadores de la palanca de apriete. - Enseguida, libere la palanca de apriete y levante la chumacera trasera para sacar las bandas defectuosas. - Introduzca las bandas nuevas y atornille nuevamente las chumaceras colocando la palanca de apriete. - Por último, alinee y tense las bandas.

4.3.5. Plan de mantenimiento correctivo

Se identificó que la empresa no contaba con un estudio y registro de los problemas que presentan los molinos al descomponerse, ni las soluciones que ayudarían a ponerlos en marcha de nuevo. Por ello, se desarrolló el plan de mantenimiento correctivo de la Tabla 4.18. En dicho esquema se señala una serie de fallas que pueden detener el funcionamiento de los molinos, aunado a lo anterior, se indican un conjunto de causas que podrían generar dichos imprevistos y la manera como podrían solucionarse.

Tabla 4.18 Plan de mantenimiento correctivo. (Fuente: Tesista).

Plan de mantenimiento correctivo		
Falla	Posibles causas	Descripción de las soluciones
Las bandas se voltean o se salen de la polea.	Partículas extrañas en las ranuras de las poleas.	Quitar las partículas y proteger la transmisión.
	Poleas desalineadas.	Realignar la transmisión.
Bandas trozadas.	Excesiva carga por sacudidas.	Busque y elimine la carga que provoca la sacudida.
	Las bandas saltaron de la transmisión.	Elimine partículas extrañas y ajuste alineación de transmisión.
La masa que se obtiene no está bien molida.	Poca presión entre las piedras.	Ajuste la presión entre las piedras a través del volante.

La masa que se obtiene está muy molida.	Excesiva presión entre las piedras.	Disminuya la presión girando el volante de bronce.
Al dar más presión a las piedras el tornillo sin fin topa en la tolva.	Las piedras están muy delgadas por el desgaste.	Cambie las piedras.
La masa no sale y hay humo entre la caja de nixtamal y de la masa.	Picado de las piedras desgastado.	Pique las piedras.
Las poleas y bandas se sobrecalientan e incluso vibran.	- Poleas desalineadas.	Ajuste la posición de la polea accionada.

4.4. Fase 4. Estandarización

Anteriormente se desarrollaron diferentes herramientas para la estandarización de procesos productivos y espacios como: diagramas de flujo, de recorrido, de proceso de operación, etc.

Con base a las características de producción de la empresa y el pronóstico de la demanda se realizó una planeación agregada para optimizar los tiempos de trabajo para el año 2017.

4.4.1. Planeación agregada

Se sabe que el tamaño de lote que maneja el productor es de 30 kg al día por lo que se realizó una calendarización con base en los datos obtenidos anteriormente de un cálculo del pronóstico de la demanda.

La Tabla 4.19 está dividida por periodos en meses empezando en diciembre para elaborar la producción de enero, es decir, se planea la producción de la demanda un mes antes de lo requerido. Cada mes está dividido en semanas de las cuales las dos primeras están divididas en 5 días considerando solamente días laborales. Los días propuestos para producción están en color azul, se consideró utilizar los primeros 6 días del mes dejando un día libre o de tolerancia pensando en algún retraso o para realizar otras tareas.

La columna A representa los kilos sobrantes para cumplir la demanda de ese periodo acumulándose y considerando para el siguiente mes, ya que, hay que recordar que el lote de producción es siempre de 30 kg. La columna B es la sumatoria de lo acumulado de la columna A. por último la columna C está representando los días trabajados por mes.

Se acomodaron los lotes de producción para realizarse durante 57 días para todo el año con la cantidad exacta demandada y planeada.

Tabla 4.19 Calendarización de producción del año 2007 (Fuente: Tesista).

Periodo (meses)	Semanas										Demanda (kg)	Producción real (kg)	A	B	C		
	1					2										3	4
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5							
Diciembre	30	30	30	30		30	30						161	180	19		6
Enero	30	30	30	30									118	120	2	21	4
Febrero	30	30	30	30									118	120	2	23	4
Marzo	30	30	30	30		30	30						176	180	4	27	6
Abril	30	30	30	30		30	30						182	180	25	25	6
Mayo	30	30	30	30									118	120	2	27	4
Junio	30	30	30										109	90	8	8	3
Julio	30	30	30	30									109	120	11	19	4
Agosto	30	30	30	30		30	30						173	180	7	26	6
Septiembre	30	30	30										109	90	7	7	3
Octubre	30	30	30	30		30							155	150	2	2	5
Noviembre	30	30	30	30		30	30						212	210	0	0	6
TOTAL													1740	1740			57

4.5. Fase 5. Flujo

La última fase de esta metodología se enfoca en detonar y controlar el flujo para ello se elaboraron formatos como la orden del cliente y una orden de producción.

Para establecer el surtimiento de las materias primas se estableció una propuesta para materias primas junto con una hoja de verificación.

4.5.1. Orden del cliente

La Figura 4.28 muestra el formato para levantar una orden del cliente registrando la fecha en que se realizó el pedido y la fecha de entrega requerida por el cliente y pactada con la empresa, además de un numero de pedido con el fin de llevar mayor control. Los datos del cliente para poder comunicarse con él o para llevar acabo la facturación además de generar una base de datos.

También se coloca una tabla con el fin de especificar detalladamente los productos requeridos que maneja la empresa y el costo que tendrá que pagar el cliente considerando impuestos.

Al final del formato es necesario firmar tanto el responsable de la empresa que levanto el pedido como el cliente.

4.5.1. Orden de producción

Dentro del formato para la orden de producción representado en la Figura 4.29 se requiere poner las fechas en que se hizo el pedido y la de entrega para determinar las fechas de inicio de producción

y final. En cuanto al producto se debe describir a detalle que es lo que el cliente requiere para así conocer cuánto y que materias primas serán necesarias.

Al final se debe firmar por quien supervisara el pedido y por el trabajador que lo llevara a cabo con el fin de otorgar responsabilidades y tener mayor atención en la producción.

Orden del cliente

Fecha de pedido: _____

Fecha de entrega: _____

No. : _____

Compañía: _____

Nombre del cliente: _____

Dirección (calle, numero, código postal, ciudad y provincia o estado):

Teléfono: _____ Celular: _____

Correo electrónico: _____

Producto	Presentación	Cantidad (kg)	Observaciones	Costo (pesos)
Comercial	<input type="checkbox"/> Tablilla 33 g			
	<input type="checkbox"/> Tablilla 65 g			
	<input type="checkbox"/> Tablilla 90 g			
Almendrado	<input type="checkbox"/> Tablilla 33 g			
	<input type="checkbox"/> Tablilla 65 g			
	<input type="checkbox"/> Tablilla 90 g			
Especial	<input type="checkbox"/> Tablilla 33 g			
	<input type="checkbox"/> Tablilla 65 g			
	<input type="checkbox"/> Tablilla 90 g			
Amargo	<input type="checkbox"/> Tablilla 33 g			
	<input type="checkbox"/> Tablilla 65 g			
	<input type="checkbox"/> Tablilla 90 g			
Polvo				
Subtotal				
IVA 16%				
TOTAL				

Forma de pago: _____

Datos de facturación (RFC): _____

 Elaborado por
 (nombre y firma)

 SOLICITADO POR
 (nombre y firma)

Figura 4.28 Formato de orden del Cliente (Fuente: Tesista).

Orden de producción

No. de orden del cliente: _____
 Fecha de pedido: _____
 Fecha de inicio de producción: _____
 Fecha de termino de producción: _____
 Fecha de entrega: _____

Especificaciones del producto
Tipo de chocolate:
Presentación (tamaño de tablilla y paquete):
Cantidad:
Observaciones:

Ingredientes	
Tipo	Cantidad requerida (kg)
Cacao	
Azúcar	
Azúcar p	
Canela	
Almendra	

 Supervisor
 (nombre y firma)

 Responsable
 (nombre y firma)

Figura 4.29 Formato de orden de producción (Fuente: Tesista).

4.5.2. Materias primas y hoja de verificación

Para agilizar la identificación de las materias primas ocupadas en la fabricación del chocolate, se propuso utilizar un conjunto de contenedores que se diferencian por sus colores. En la Tabla 4.20 se observa la codificación y la asignación del color para cada contenedor usado para almacenar los materiales.

Tabla 4.20 Codificación de materias primas (Fuente: Tesista).

Código	Tipo	Color del contenedor
P04	Cacao sin tostar	Azul marino
P05	Cacao tostado	Negro
P06	Cacao pelado	Transparente
P07	Azúcar	Amarillo
P08	Azúcar pulverizada	Rojo
P09	Canela	Verde
P10	Almendra	Morado
P11	Almendra tostada	Rosa

En la Tabla 4.21 se presenta la codificación y el registro del inventario de los equipos que deben localizarse en el almacén de materia prima.

Tabla 4.21 Inventario del almacén de materia prima (Fuente: Tesista).

	Código	Descripción	Número
Herramientas	H06	Pesa	1
	H07	Palas dosificadoras	8
Mobiliario	MO5	Anaqueles grandes	1
	MO6	Contenedores	8

Con el objetivo de controlar la preparación de las materias primas que se ocuparán diariamente, se desarrolló la hoja de verificación que se observa en la Tabla 4.22, el cual servirá para tener justo a tiempo los materiales que se procesarán.

Tabla 4.22 Hoja de verificación de materias primas (Fuente: Tesista).

Check-list de materias primas					
Responsable:				Fecha: Hora:	
Al iniciar el checklist se debe revisar que el lugar se encuentre limpio y los contenedores bien tapados. De no ser así, se debe reportar y anotar en el apartado de los comentarios finales.					
Código	Materia prima	Cantidad estándar (kilos)	En existencia	No existe	Ya está bajo pedido (S) No se ha pedido (N)
P04	Cacao sin tostar	50			
P05	Cacao tostado	20			
P06	Cacao pelado	15			
P07	Azúcar	40			
P08	Azúcar pulverizada	20			
P09	Canela	5			
P10	Almendra	5			
P11	Almendra tostada	3			
Comentarios:					

Capítulo 5. Resultados y conclusiones

En este capítulo se describen los resultados obtenidos al analizar la situación actual y los beneficios que se podrán generar en la empresa.

A continuación, se presentan los resultados logrados en cada una de las fases para esta metodología. Todos los formatos propuestos le servirán al productor para delegar actividades y evitar repetir la información a cada uno de los trabajadores con el riesgo de omitir algún punto.

Con esta propuesta se pretende que las pequeñas empresas tengan un panorama y una serie de herramientas para adaptar e implementar la manufactura esbelta en pequeñas empresas ya sean del chocolate tradicional o cualquier otro producto.

5.1. Resultados fase 1. Diagnóstico y preparación

La empresa ha venido trabajando de forma empírica de generación en generación, se registró detalladamente cada uno de los métodos del proceso de producción. Primero, de manera general con el MVC, en donde, se realizó un análisis de cada uno de los procesos y se estableció la estandarización del tiempo de preparación y los métodos.

Con el diagnóstico y análisis de los datos obtenidos se percató que la empresa tiene una capacidad de producción suficiente para aumentar el número de productos con el fin de posicionarlos en más nichos de mercado. La producción que cubre actualmente es del 10 % de su capacidad. Para aprovechar esta ventaja también es indispensable establecer un orden operativo y administrativo ya que se observa que la empresa carece de estas características tan indispensables para un funcionamiento eficaz y competitivo.

Se determinaron indicadores que servirán como parámetros de inicio y para tener una herramienta de medición para dar seguimiento al comportamiento de la eficiencia del proceso.

5.2. Resultados de la fase 2. Lanzamiento

Con la nueva propuesta se pretende reducir desperdicios de tiempo y retrabajo, al conocer, establecer y analizar todos los puntos del proceso productivo para controlar el mantenimiento en cuanto a la limpieza y a equipo crítico como los molinos en este caso de estudio.

5.3. Resultados de la fase 3. Estabilización

En esta etapa se incorpora el término de calidad en la empresa, por ello, se elaboró un diagrama de Pareto el cual identifica los defectos que presenta el producto resaltando el de mayor frecuencia, con el fin de realizar una carta de control p para mantener la proporción de productos defectuosos

que se tiene en el proceso bajo control, también ayudará a detectar cuando existan más piezas defectuosas en el proceso.

5.4. Resultados de la fase 4. Estandarización

Con la planeación agregada la empresa tiene determinado un plan de producción para satisfacer los requerimientos de la demanda del 2017 ocupando la primera semana de cada mes para la producción requerida. El chocolate no es un producto perecedero por lo que conociendo la demanda se podría hacer la producción de todo el año en los primeros meses para poder enfocarse en algunos otros aspectos como la generación de nuevos diseños.

5.5. Resultados de la fase 5. Flujo

Los formatos elaborados en esta fase tienen por objetivo llevar un control del flujo de información, es decir, al momento de que el cliente genere un pedido, se registre de forma detallada la cantidad requerida y el tiempo de entrega por medio de órdenes de producción. Esto también ayudará a tener datos históricos para análisis posteriores de cantidades producidas, vendidas y clientes.

5.6. Conclusiones

Se describe a continuación el cumplimiento de los objetivos específicos:

- a) Se realizó un diagnóstico mediante el análisis actual de la empresa determinando indicadores para medir su desempeño con el objetivo de establecer el orden operativo y administrativo. Se registró la información por medio de técnicas de registro y análisis para generar una propuesta planeada y estratégica. Se establecieron dos indicadores para determinar el desempeño de la maquinaria: el tiempo por pieza y la eficiencia global del equipo; y dos indicadores para demostrar la mejora de la propuesta realizada: superficie liberada y distancia recorrida.
- b) Se redujeron los desperdicios de tiempo y trabajo en actividades relacionadas a preparación de materias primas y mantenimiento de maquinaria por medio de herramientas de la manufactura esbelta para eliminar actividades que no le daban valor agregado al producto durante su manufactura. Se propuso ocupar el tiempo muerto, establecer un orden administrativo mediante una hoja de verificación y designar un lugar estratégico para su resguardo, identificación y manipulación.
- c) Se determinó el tamaño de lote de producción analizando su capacidad de producción para satisfacer los requerimientos de la demanda de forma constante. Se identificó el tamaño de lote con el que se ha venido trabajando para generar una planeación agregada con el fin de dar respuesta a la demanda de una forma planeada y constante. Además, se determinó que la

capacidad de producción total de la maquinaria excede significativamente a la producción actual por lo que dar cumplimiento a un incremento de la demanda.

- d) Se estandarizó el tiempo de preparación y efectividad del equipo mediante el análisis de las operaciones con el fin de controlar el proceso. Para establecer un control del proceso productivo se introdujo el concepto de calidad estandarizando los procesos y operaciones que se llevan a cabo y así evitar la variación en el producto.

Por lo anterior, se da cumplimiento al objetivo general ya que se planificó una propuesta de mejora en el proceso producción del chocolate de una MIPYME utilizando el sistema de manufactura esbelta para lograr el incremento en la competitividad y productividad, siguiendo las 5 fases en la secuencia de implantación.

A continuación, se describe el cumplimiento de las metas esperadas en esta investigación:

- a) Se determinaron 4 indicadores de la manufactura esbelta para medir el desempeño de la empresa: tiempo por pieza, eficiencia global del equipo, superficie liberada y distancia recorrida.
- b) Se establecieron como operaciones críticas del proceso las siguientes: la molienda, debido a que los molinos son pieza clave para el procesamiento de las materias primas con el fin de convertirlas en pasta; también las operaciones de temperado y conchado, las cuales son primordiales para la calidad del producto.
- c) Se realizó un plan de producción acorde a la demanda mediante planeación agregada.
- d) Se determinaron los métodos de trabajo, y con la propuesta presentada se puede aumentar la producción.

El trabajar en una MIPYME fue complicado ya que a pesar de aceptar los cambios hay un recelo y resistencia a ese cambio por parte del productor ya que concibe que la forma más apropiada para realizar su trabajo ya la está desempeñando. Sin embargo, con los resultados se pudo constatar que no es así y sirvió para justificar las actividades propuestas.

La implementación de una metodología lleva un periodo de tiempo largo, en este caso de estudio la generación del diagnóstico fue la etapa en donde se invirtió más tiempo y trabajo. El productor fue pieza clave para obtener la información, sin él no se tendría ningún registro del comportamiento de la empresa.

La metodología de las 5'S fue la única que se logró implementar quedando las demás herramientas y etapas en propuestas.

El trabajar con una MIPYME tiene su grado de complicación ya que el sistema de producción es a pequeña escala y de taller, por lo que se tuvo que adaptar la metodología a lo que se tenía. Esta mejora se puede ir perfeccionando, sin embargo, esta propuesta es el inicio para una mejora continua.

Bibliografía

Arata, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en las plantas industriales*. Chile: Editorial RIL

Ballesteros, P. P. (2008). *Algunas Reflexiones Para Aplicar La Manufactura Esbelta En Empresas Colombianas*. *Scientia et Technica*, vol. XIV (38), 223- 228.

Beckett, S. T. (Ed.) (2011) *"Industrial Chocolate Manufacture and Use"*. Editorial John Wiley & Sons.

Cabrera, R. (2014). *Manual de Lean Manufacturing {TPS Americanizado}*.

Cerón Leyva, S. P. (2015). *ANTOLOGÍA "Pymes en México 2015"*. Ciudad de México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*, México: PEARSON EDUCACIÓN.

Chase, R. B., F. Jacobs, F.R., Aquilano, N. J. (2009). *Administración de operaciones Producción y Cadena de Suministros*. México: McGraw-Hill.

CODEX Alimentarius: List of Standards. Recuperado de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/list-of-standards/en/>

Escalante, E., (2006). *Análisis y Mejoramiento de la Calidad*, México: Editorial Limusa.

Hernández, E. L., Olguin, N. & Quiroz, T. (2012). *"Industria del Cacao: Mercado nacional e internacional"*. (Técnicas de Investigación).

Hernández, J. C., Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Escuela de Organización Industrial Fundación EOI.

García, J. L., Solano, H. A. & Noriega, S. A. (2007). *Problemática en la justificación de tecnología avanzada para la manufactura*. *CONCYTEG*, 2 (23). 347-362.

Government of India. *GUIDELINES For the Implementation of Lean Manufacturing Competitiveness Scheme, 2010* Nirman Bhavan: Development Commissioner Micro, Small & Medium Enterprises, 7-9.

Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México: McGraw-Hill.

Gutiérrez, H., Román, V. S. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México: McGraw-Hill.

Gutiérrez, H., Román, V. S. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México: McGraw-Hill.

Juárez, Y., Rojas J., Medina, J., Pérez, A. (2011). *El enfoque de sistemas para la aplicación de la manufactura esbelta*. Científica. México: ESIME Instituto Politécnico Nacional MÉXICO, 15 (1). 35-42.

López, M., Martínez, G. M., Quiros A. F., Sosa, J. A. (2011). *Balanceo de líneas utilizando Herramientas de Manufactura Esbelta*. Revista El Buzón de Pacioli, (Número Especial 74), 1-22.

Matt D., Rauch, E. (2013). *Implementation of Lean Production in small sized Enterprises*, 8Th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, Procedia CIRP 12, Faculty of Science and Technology. (12), 420-425.

Montalván, C. (1999). *Los recursos humanos para la pequeña y mediana empresa*. México: Universidad Iberoamericana.

Natasya, A., Wahab, A., Mukhtar, M., Sulaiman, R. (2013). *A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions*. Procedia Technology (11). 1292-1298.

Niebel, B., Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial metodos, estandares y diseño del trabajo*. México: Editorial McGraw-Hill.

Niño, L. F., Bednarek, L. (2010). *Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas*. CONCYTEG, 5(65), 1286- 1307.

NOM Normas Oficiales Mexicanas. Recuperado de <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/consultasAction.do>.

Padilla, L. (2010). *Lean Manufacturing manufactura Esbelta/Ágil*. Revista Ingeniería Primero. (15). 64-69.

Publicaciones Vértice. *Planificación de los recursos humanos*, España, 2007

Rajadell, M., Sanchez, J. (2010). *"Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad*. Madrid: Editorial Díaz de Santos.

Reyes Aguilar, P., (2002). *Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones*, Revista Contaduría y Administración, (205), 51- 69.

Sánchez, I. L. (2012). "Ralentización del crecimiento y manufacturas en México", Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, Ciudad Juárez, México, 21, núm. 41, pp. 137-170.

Soriano, Y. (2010). Propuesta De La Aplicación Del Diseño De Experimentos, Para Aumentar El Nivel De Vida y Brillo Del Chocolate Oscuro En Una Empresa Chocolatera (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México D.F.