



**REDISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE LEAN  
MANUFACTURING. CASO DE ESTUDIO SECTOR DE MEZCLAS DE INGREDIENTES PARA  
PANADERÍA INDUSTRIAS XYZ.**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de  
Magister en Ingeniería Industrial

**ISABEL JULIANA CRUZ OCHOA  
JORGE ARTURO BURBANO LÓPEZ**

**Director  
PH.D. LEONARDO RIVERA CADAVID**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2012**

## CONTENIDO

<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>6</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>8</b>
<b>1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	11
<b>3 ALCANCE DEL PROYECTO .....</b>	<b>11</b>
<b>4 METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
<b>5 NEGOCIO DE PANADERIA.....</b>	<b>13</b>
<b>6 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
6.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN .....	16
6.1.1 Producción Artesanal .....	16
6.1.2 Producción en Masa.....	16
6.1.3 Lean Manufacturing.....	17
6.1.4 Otros Enfoques.....	18
6.2 APLICACIONES DE LEAN MANUFACTURING.....	19
6.3 PRINCIPIOS DE LEAN MANUFACTURING.....	20
6.3.1 Desperdicios en las Plantas de Manufactura.....	21
6.4 HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING .....	21
6.4.1 Sistemas Pull .....	22
6.4.2 Kanban .....	24
6.5 METODOLOGÍAS PARA IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING .....	26
6.6 PENSAMIENTO SISTEMICO .....	29
<b>7 METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN A USAR.....</b>	<b>29</b>
7.1 Establecer el alcance y compromiso de la administración. ....	30
7.2 Entrenamiento del personal en la filosofía y técnicas de Lean Manufacturing....	31

7.3	Definir el valor desde la perspectiva del cliente. ....	31
7.4	Identificar el estado actual y definir la cadena de valor. ....	32
7.4.1	Descripción del proceso productivo .....	32
7.4.2	Descripción del flujo de información .....	37
7.4.3	Value Stream Map Actual .....	38
7.4.4	Identificación de desperdicios .....	38
7.5	Permitir que el valor fluya continuamente .....	43
7.5.1	Plan de implementación de 5S.....	51
7.5.2	Plan de implementación de Trabajo Estandarizado .....	54
7.5.3	Plan de implementación de TPM .....	56
7.5.4	Plan para balancear la línea de producción .....	59
7.6	Adoptar un sistema Pull. ....	63
7.7	Versión Integrada de los Planes de Implementación.....	67
7.8	Buscar la perfección .....	69
7.8.1	Plan “5S” .....	70
7.8.2	Plan “Trabajo Estandarizado” .....	70
7.8.3	Plan “TPM” .....	70
7.8.4	Plan “Balanceo de la Línea” .....	70
7.8.5	Plan “Sistema Pull” .....	71
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>87</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
TABLA 2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	12
TABLA 3. VOLÚMENES DE VENTA .....	14
TABLA 4. INDICADORES DE DESEMPEÑO.....	15
TABLA 5. METODOLOGÍAS DE IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING.....	28
TABLA 6. TIPOS DE DESPERDICIOS IDENTIFICADOS .....	40
TABLA 7. IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE DESPERDICIOS Y HERRAMIENTAS LEAN A UTILIZAR.....	46
TABLA 8. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN 5S .....	52
TABLA 9. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE TRABAJO ESTANDARIZADO .....	55
TABLA 10. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE TPM .....	57
TABLA 11. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN PARA BALANCEAR LA LÍNEA .....	61
TABLA 12. IMPACTO ESPERADO CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN SELECCIONADAS.....	67

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. VOLÚMENES DE VENTAS DISTRIBUIDOS POR TIPO DE PRODUCTO. ....	14
FIGURA 2. FLUJO DE INFORMACIÓN Y MATERIALES SISTEMAS PUSH Y PULL.....	24
FIGURA 3. CIRCULACIÓN DE KANBAN.....	25
FIGURA 4. MODELO CONCEPTUAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING. ...	27
FIGURA 5. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LEAN A USAR.....	30
FIGURA 6. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA PREPARACIÓN DE COMPLEMENTOS .....	34
FIGURA 7. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA FLUIDIFICADORES .....	36
FUENTE: INDUSTRIAS XYZ. ....	36
FIGURA 8. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS.....	37
FIGURA 9. VSM ACTUAL.....	39
FIGURA 10. PUNTOS DE TRANSPORTE, INSPECCIÓN, ESPERA Y PROCESAMIENTO .....	43
FIGURA 11. COMPONENTES DEL TRABAJO ESTANDARIZADO .....	54
FIGURA 12. DIAGRAMA DE BALANCE DE OPERADORES CONDICIÓN ACTUAL .....	59
FIGURA 13. DIAGRAMA DE BALANCE DE OPERADORES CONDICIÓN FUTURA.....	62
FIGURA 14. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PULL. ....	64
FIGURA 15. VSM PROPUESTO .....	66
FIGURA 16. VERSIÓN INTEGRADA DE LOS PLANES DE IMPLEMENTACIÓN .....	68
FIGURA 17. DIAGRAMA DE RELACIONES .....	72

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. DISTRIBUCION PLANTA DE MEZCLAS Y RUTAS MONTACARGA .....	75
ANEXO 1.1 RECORRIDO REALIZADO POR LOS OPERADORES DE MONTACARGAS. SITUACIÓN ACTUAL .....	75
ANEXO 1.2 CONDICIÓN FUTURA. RECORRIDO REALIZADO POR LOS OPERADORES DE MONTACARGAS. ....	76
ANEXO 2. FORMATOS IMPLEMENTACIÓN 5S .....	77
ANEXO 2.1. CONTENIDO DE UNA ETIQUETA ROJA.....	77
ANEXO 2.2 EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA “5S” .....	78
ANEXO 3. FORMATO IMPLEMENTACIÓN TRABAJO ESTANDARIZADO .....	79
ANEXO 3.1 GRÁFICO DE COMBINACIÓN DE OPERACIONES ESTANDARIZADAS Y GRÁFICO DE OPERACIONES ESTANDARIZADAS .....	79
ANEXO 4. FORMATOS IMPLEMENTACIÓN TPM.....	80
ANEXO 4.1 ESTÁNDAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO. PREPARACIÓN COMPLEMENTOS .....	80
ANEXO 4.2 FORMATO PARA MONITOREAR EL AVANCE DE IMPLEMENTACIÓN DE MA.....	81
ANEXO 4.3 FORMATO PARA MONITOREAR EL AVANCE DE IMPLEMENTACIÓN DE MP .....	83
ANEXO 5. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE BALANCEO DE LÍNEA Y SISTEMA PULL ..	85
ANEXO 5.1. DEFINICIÓN DE LOS KANBAN.....	86

## **AGRADECIMIENTOS**

A Nuestras Familias.

## INTRODUCCION

Los tiempos de cambio ofrecen grandes oportunidades, sin embargo desafiar el “status quo”, siempre resulta complejo, pues la búsqueda de oportunidades y formas innovadoras, requiere en sí misma asumir riesgos y cambiar paradigmas, lo que a su vez se traduce en la posibilidad de cometer más errores y sufrir fracasos.

A finales del siglo XX, la globalización de los mercados y las nuevas tecnologías de la información empezaron a incidir fuertemente en el tejido industrial y empresarial de los países. Este entorno, obligó a sustituir el modelo de empresa “taylorista”, basado en la estructura jerárquica y la orientación de producto, por un modelo de empresa horizontal y orientada al mercado, que descansa enteramente en el fundamento de servir las necesidades del cliente.

Lean Manufacturing aparece como una filosofía donde se encuentran distintas técnicas de gestión que la empresa debe utilizar para ser más competitiva. Esta filosofía consiste en la aplicación de una serie de herramientas cuyo objetivo es permitir la entrega de productos de buena calidad al menor costo posible, a través de la identificación y la eliminación continua del desperdicio. Esta estrategia ha demostrado sus ventajas frente a los enfoques tradicionales de la producción, permitiendo a las empresas adaptarse de una forma flexible a las necesidades cambiantes del mercado y de la competencia.

Considerando que toda empresa debe migrar en el corto plazo a estrategias que las haga más competitiva, se hace necesario entender como la implementación de Lean Manufacturing se convierte en una herramienta para lograr menores costos de fabricación y de inventario, mayor aprovechamiento del espacio y del talento humano, una mayor satisfacción del cliente y un evidente incremento de los ingresos netos del negocio.

El presente trabajo busca realizar un análisis que permita extraer claras implicaciones estratégicas para el mejoramiento de las operaciones con un enfoque Lean para la eliminación de desperdicio, generación de valor e incremento en el nivel de servicio; de manera que todas aquellas actividades competitivas cruciales sean aprovechadas por la empresa para desarrollar a largo plazo sus procesos.

Para esto, se estudiará la línea de productos de panadería de la empresa Industrias XYZ, uno de los segmentos de mercado con oportunidades de crecimiento y alta rentabilidad de la compañía. A lo largo del trabajo se diseñara una estrategia que permita el mejoramiento del sistema productivo de esta línea de negocios con un enfoque Lean. En este, se documenta el estado actual del proceso y el estado que se quiere alcanzar una vez se hayan realizado las actividades de mejoramiento utilizando herramientas de Lean manufacturing. Se espera que los elementos planteados en este trabajo sirvan como

punto de partida para la implementación de estrategias de mejoramiento Lean en diferentes áreas de la organización.

## **1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Industrias XYZ, es una empresa productora y comercializadora de ingredientes agrícolas. La base de su negocio es el procesamiento por molienda húmeda del maíz y de la yuca, para elaborar gran diversidad de almidones, jarabes de maíz, grasas, aceites y emulsificantes aplicables en la industria farmacéutica; en la elaboración de bebidas, alimentos, textiles, papeles, adhesivos, entre otras.

En Colombia, la organización ha tomado decisiones estratégicas para migrar de una empresa con enfoque en commodities a proveedor de ingredientes y soluciones. Para esto, en los últimos 3 años, ha desarrollado alianzas estratégicas ampliando su portafolio de especialidades y se ha destacado por asumir retos de modelos innovadores de gestión como lo fue la implementación de Equipos Autodirigidos y TPM. Aunque ha logrado avances interesantes en el uso de estos modelos, son mejoras que no han diferenciado su posición con respecto a la competencia. Altos costos de producción, alto capital de trabajo asociado a altos inventarios, sin lograr niveles sobresalientes de satisfacción de sus clientes, solo evidencian la necesidad de buscar la oportunidad de mejora en las operaciones.

Entre los diferentes segmentos de mercado con los que cuenta, se tiene el sector de Panadería, que representa el 15% de los ingresos anuales del negocio y cuenta con el 63% de participación en el mercado, con un mercado potencial en Colombia que asciende a 35,000 Ton/año. Es evidente la necesidad estratégica para el negocio de lograr mayor competitividad en costo, calidad y velocidad de respuesta al mercado.

En términos generales los procesos que hacen parte del sistema productivo de este sector de mercado en particular, presentan situaciones tales como:

**Tabla 1. Planteamiento del problema**

Síntomas o Efectos indeseables	Causas Inmediatas	Causas Raíz	Posibles Herramientas de Solución	
Costos de producción elevados (13 – 15%) en relación con los costos asociados a los competidores.	Tiempos perdidos por falla de equipos	Falta de confiabilidad y disponibilidad de la planta	5S, TPM	
	Tiempos perdidos por fallas de proceso	Falta de operaciones estándares.	5S, Trabajo Estandarizado, Jidoka	
	Defectos de calidad	Falta de organización en la planta.		
	Alto costo de Mantenimiento	Falta de confiabilidad de la planta	5S,TPM	
	Alto costos fijos por renta de bodegas para almacenamiento de producto (no disponible, vencido, no vendido o lento movimiento)		No existe un flujo continuo de producto.	5S, Línea Balanceada
			No se identifica la demanda real del mercado.	5S, Sistema PULL
Falta de confiabilidad de la planta (generación de no conforme)			5S, TPM, Jidoka	
Indicador de Servicio al Cliente <70%.	Incumplimiento al Programa de Producción	Falta de confiabilidad y disponibilidad de la planta Adiciones y cancelaciones al Programa de Producción permanentes Operaciones que no agregan valor	5S, TPM, Sistema Pull	
Nivel de inventario: - 9,500 Ton de producto terminado. 27% de las ventas locales y 220 días de producción. - 860 Ton de Materia prima. 20 días de producción.	Alta desviación entre el pronóstico y la venta. Valores que oscilan entre el 58% y el 400%.	Flujo de información de manera informal, sin procedimientos validados y estándares.	5S, Trabajo Estandarizado	
		No existe un flujo continuo de producto.	5S, Línea Balanceada, sistema Pull	
		Falta de organización en la planta.	5S, TPM	
		Falta de confiabilidad y disponibilidad de la planta.		

De acuerdo a las situaciones planteadas anteriormente y teniendo en cuenta la necesidad de reducir los costos de producción e incrementar el nivel de servicio, se hace necesario contar con herramientas que permitan lograr mejoras significativas en estos aspectos.

Dada las ventajas que presenta el enfoque Lean sobre los modelos de producción tradicionales y debido a que existen herramientas de Lean Manufacturing que atacan las situaciones anómalas encontradas en el caso de estudio, en este trabajo se realiza el diseño de un plan de implementación que permite mejorar el sistema productivo de la línea de panadería de Industrias XYZ utilizando herramientas de Lean Manufacturing.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un plan de mejoramiento para el rediseño del sistema productivo de la línea de panadería de Industrias XYZ utilizando herramientas de Lean Manufacturing

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Elaborar y aplicar una metodología que permita la implementación de Lean Manufacturing en la línea de panadería de Industrias XYZ.
- Evaluar y seleccionar las herramientas de Lean Manufacturing que sean aplicables para la reducción del desperdicio en el sistema productivo de la línea de panadería de Industrias XYZ.
- Elaborar planes de mejoramiento del sistema productivo para el sector de panadería de Industrias XYZ basado en principios y herramientas de Lean Manufacturing.
- Identificar el impacto en el desempeño de la línea de Panadería de Industrias XYZ al usar herramientas de Lean Manufacturing

## **3 ALCANCE DEL PROYECTO**

Con este proyecto de investigación se pretende generar un plan de implementación que permita al sistema productivo de la línea de panadería de Industrias XYZ, realizar un cambio de un sistema de manufactura convencional, hacia un sistema de manufactura con un enfoque de Lean Manufacturing. Basado en metodologías reportadas en la literatura, con este proyecto se desarrolla una metodología general para la implementación de Lean Manufacturing, adicionalmente y después de estudiar el estado actual de las operaciones se proponen actividades específicas de mejora que permitan la reducción de desperdicios a través del uso de algunas herramientas Lean.

En este proyecto se contempla el desarrollo de planes de mejoramiento que permiten la implementación de 5s como herramienta indispensable para continuar con herramientas tales como trabajo estandarizado, balanceo de la línea, desarrollo de sistema pull y TPM en la línea de panadería de industrias XYZ. Estas herramientas específicas de Lean Manufacturing se seleccionaron, por su fuerte impacto en la eliminación de los desperdicios identificados en las operaciones, debido a que se adaptan fácilmente a la cultura organizacional, alineados con los objetivos estratégicos de la compañía.

Al final del proyecto se utilizan herramientas de pensamiento sistémico para conocer de manera conceptual como los cambios propuestos impactan el desempeño del negocio de panadería.

Aunque el objetivo del proyecto es la mejora del sistema productivo de la línea de panadería de Industrias XYZ, se espera que se convierta en un punto de partida para la implementación del enfoque de Lean Manufacturing en las diferentes áreas de organización.

#### 4 METODOLOGÍA

En la Tabla 2 se muestran las diferentes etapas que se siguieron en el desarrollo de este proyecto.

**Tabla 2. Metodología del proyecto**

<b>Etapa 1</b>	<b>Definir el propósito del proyecto</b>
	Entendimiento del negocio de panadería de Industrias XYZ, definición de objetivos y alcance del proyecto  Salida: Objetivos y alcance del proyecto.
<b>Etapa 2</b>	<b>Revisión de principios y técnicas Lean Manufacturing</b>
	Revisión de la literatura relacionada con Lean Manufacturing <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolución de los sistemas Productivos</li> <li>• Aplicaciones de Lean Manufacturing</li> <li>• Principios de Lean Manufacturing</li> <li>• Herramientas de Lean Manufacturing</li> <li>• Metodologías de Implementación de Lean Manufacturing</li> </ul> Salida: Marco teórico para la ejecución del trabajo.

<b>Etapa 3</b>	<b>Elaboración de Metodología de Implementación de Lean Manufacturing</b>
	<p>Elaborar la metodología de implementación a seguir con base en la revisión de la literatura realizada.</p> <p>Salida: Metodología de Implementación de Lean propuesta.</p>
<b>Etapa 4</b>	<b>Aplicación de la Metodología y Generación de programas de implementación de Herramientas de Lean Manufacturing</b>
	<p>Aplicación de la metodología definida en la etapa anterior:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer alcance y compromiso de la administración</li> <li>• Entrenamiento del personal en la filosofía y técnicas de Lean Manufacturing</li> <li>• Definir el valor desde la perspectiva del cliente</li> <li>• Identificar el estado actual y definir la cadena de valor <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Recolección de información a través de observación en campo, entrevistas y bases de datos de la organización.</li> </ul> </li> <li>• Permitir que el valor fluya continuamente <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Selección de herramientas lean aplicables al proyecto.</li> <li>▫ Generación de planes de implementación de las herramientas Lean.</li> </ul> </li> <li>• Adoptar el sistema pull</li> <li>• Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para identificar de manera conceptual el impacto de Lean al caso de estudio.</li> </ul> <p>Salidas: Descripción del proceso, value stream map, identificación de desperdicios y sus causas, planes de implementación de herramientas, diseño de sistema pull, diagrama de relaciones de una implementación de Lean Manufacturing.</p>

## 5 NEGOCIO DE PANADERIA

Los objetivos estratégicos del sector de Panadería están orientados a incrementar los volúmenes y las rentabilidades tanto en el mercado local como en el de exportación, sumado al enfoque en la introducción de nuevos productos de mayor valor agregado. En el último año, se han implementado planes específicos para soportar esta estrategia a través de la reducción de costos, mejoras en la calidad del producto, asistencia técnica y un portafolio con mayor valor agregado en la funcionalidad de los productos para los clientes.

El 98% de los volúmenes de ventas del sector de Panadería, están concentrados en el mercado local. El 89% del volumen de ventas de este sector cubren dos amplias regiones de Colombia, la región Andina y Pacífica, el 5% para la Costa Atlántica y el 6% restante la

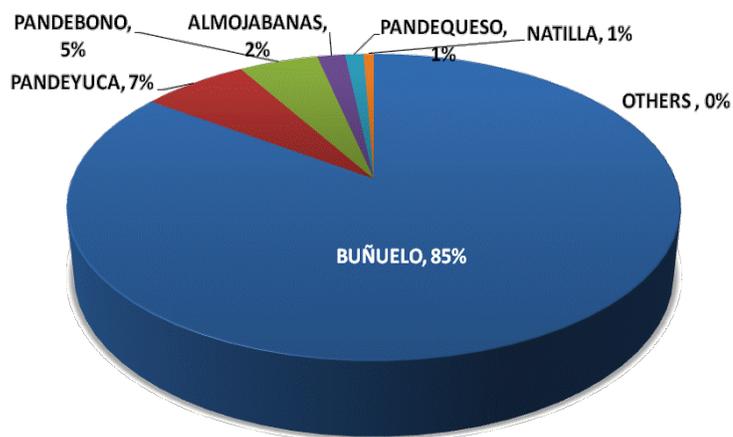
zona de los Santanderes (ver Tabla 3). El 85% de los volúmenes de ventas corresponden a mezclas de buñuelos, seguido de mezclas de pandeyuca con un 7% (ver Figura 1).

**Tabla 3. Volúmenes de venta**

	A'08	A'09	A'10	A' 11	G'12
<b>Ventas Locales (Ton)</b>	10.989	13.158	14.565	15.267	19.378
<b>Exportaciones - España, EU y Ecuador (Ton)</b>	146	238	432	550	1.263
<b>Ventas Totales (Ton)</b>	<b>11.135</b>	<b>13.396</b>	<b>14.997</b>	<b>15.817</b>	<b>20.641</b>
<b>% Ventas locales</b>	<b>99%</b>	<b>98%</b>	<b>97%</b>	<b>97%</b>	<b>94%</b>

Fuente: Industrias XYZ.

**Figura 1. Volúmenes de ventas distribuidos por tipo de producto.**



Fuente: Industrias XYZ.

Con más de 20 distribuidores a nivel nacional, se logra una red de distribución que cubren 25,000 panaderías comerciales que actualmente existen en el país. Por otro lado, en el mercado de las mezclas de Buñuelos existen 8 competidores localizados en las regiones Norte, Centro y Sur de Colombia. El ingreso de nuevos competidores no es sencillo, debido al alto requerimiento de inversión en infraestructura y al desarrollo de una fuerte

red de distribución para cubrir el mercado nacional. Por lo general, los competidores actuales han mantenido su parte del mercado orientando su estrategia de posicionamiento a bajos precios.

Con el objetivo de monitorear el desempeño del negocio, se han definido indicadores en términos de productividad, calidad, costos, ventas, cumplimiento al cliente, planeación, inventario, seguridad. Ver Tabla 4.

**Tabla 4. Indicadores de desempeño**

Categoría	Indicador
PRODUCTIVIDAD	Productividad diaria (TPD)
	Productividad mensual/anual (Ton)
	Tiempos perdidos - Paradas Programadas/Ajustes de Producción (horas/año)
	Tiempos perdidos – Falla de Proceso (horas/año)
	Tiempos perdidos – Falla de Equipos (horas/año)
	Eficiencia Operacional (%)
RENDIMIENTO	Pérdidas conocidas y Recovery mensual (% , Ton)
PLANEACIÓN	Cumplimiento al Programa (%)
	Variaciones (adiciones/cancelaciones) (Ton)
	Variabilidad en los Pronósticos (%)
CUMPLIMIENTO CLIENTE	Indice de Cumplimiento al Cliente (%). Entendido como cantidad entregada/cantidad solicitada <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suministro de Materiales a la planta de Mezclas.</li> <li>- Entrega de Producto al cliente final.</li> </ul>
CALIDAD	Producto no conforme (Ton y %)
	Cumplimiento Programa L&D/BPM (%)
INVENTARIO	Producto en Inventario (Ton, US\$)
	Inventario de Materiales (Ton, MU\$)
	# de Posiciones de Inventario (#, US\$)
	Producto No disponible/Lento Movimiento (Ton, US\$, Unidades)
COSTOS	Costo de Manufactura (US\$/Ton)
VENTAS	Volúmenes de ventas (Ton, US\$)
SEGURIDAD	# Días Seguros, # Incidentes, # Condiciones Inseguras.

Fuente: Industrias XYZ.

## 6 MARCO TEÓRICO

### 6.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

#### 6.1.1 Producción Artesanal

La producción artesanal es la que inicialmente se aplicó para la producción de bienes. En esta, artesanos altamente calificados producen exactamente lo que el cliente quiere, de un producto a la vez. El empresario, generalmente el dueño, coordina todo el ciclo de producción y está en contacto directo con clientes, empleados y proveedores. Este sistema continúa siendo utilizado, especialmente en productos de lujo, trabajos de arte decorativo, algunos instrumentos musicales y autos deportivos son ejemplos presentes en la actualidad.

En general la producción artesanal tiene las siguientes características (Villaseñor y Galindo, 2007; Womack, Jones y Ross, 1990):

- Personal altamente calificado (artesanos) con conocimientos y habilidades para el diseño, el manejo de herramientas, maquinaria y el ensamble.
- Bajo volumen y altos costos de producción.
- Uso de herramientas simples y multipropósito.
- Uso general de la figura del ajustador.
- Toda o la mayor parte del producto se ensambla en una misma locación.
- Calidad no homogénea entre productos.

#### 6.1.2 Producción en Masa

El sistema surge de la necesidad de afrontar los problemas inherentes de la producción artesanal, especialmente los altos costos de producción. Usando principios del taylorismo la producción en masa fue implementada por primera vez a gran escala por Henry Ford, con la salida al mercado del modelo Ford T en 1908 y la puesta en marcha de la planta de Highland Park en 1913 (Womack, Jones y Ross, 1990). La clave de la producción en masa fue lograr intercambiabilidad, simplicidad y facilidad en el ensamble de las partes, así como crear una línea de ensamble continua. Las principales características de este sistema de producción se pueden sintetizar en lo siguiente (Villaseñor y Galindo, 2007; Womack, Jones y Ross, 1990; Serrano 2007):

- Productos estandarizados.
- Mano de obra con baja o media calificación, para cumplir una única tarea.

- Personal calificado para actividades como el diseño, control de la producción, mantenimiento, calidad, entre otras.
- Partes y trabajadores intercambiables.
- Uso intensivo de la división del trabajo.
- Uso de herramientas y máquinas para un único propósito.
- Reducción en costos de producción. A mayor volumen de producción menor costo.
- Repetibilidad de las operaciones y aumento en la homogeneidad del producto.

Aunque el desarrollo de la producción en masa fue un hito importante dentro de la industria mundial, la poca flexibilidad del sistema ante las necesidades cambiantes del mercado, sumada a la baja motivación de los trabajadores por realizar trabajos poco retadores y al exceso de burocracia, dio origen a sistemas alternativos de producción. A pesar de sus desventajas, en la actualidad el sistema de producción en masa ha sido adoptado y sigue imperando en casi todas las actividades industriales alrededor del mundo

### **6.1.3 Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing es una sistema que surge en Japón después de la segunda guerra mundial y tiene sus orígenes en el sistema de producción de Toyota. Este consiste en la aplicación de una serie de herramientas cuyo objetivo es permitir la entrega de productos de buena calidad al menor costo posible, a través de la identificación y la eliminación constante del desperdicio (Rahman et al., 2010; Karlsson y Åhlström, 1966).

A continuación se describen algunas características de Lean Manufacturing, algunas de ellas se ampliarán en secciones posteriores de este documento (Womack, Jones y Ross, 1990; Forza, 1996).

- Producción flexible con diversidad de productos.
- Mano de obra calificada, multifuncional y preparada para trabajar en equipo.
- Empoderamiento de los empleados.
- Uso intensivo del trabajo estandarizado.
- Uso de sistemas Pull.
- Producción de Lotes pequeños a bajo costo.
- Búsqueda de cero defectos de calidad.
- Aplicación del mejoramiento continuo en todos los procesos.
- Desarrollo de proveedores confiables y de alta calidad.

El sistema está inspirado en el hecho de que Lean Manufacturing comparada con la producción en masa requiere en general: menos inventario, menos espacio, menos fuerza de trabajo y menos tiempo de alistamiento (Ohno, 1998). Comparado con el sistema de

producción en masa, con el modelo Lean se consigue mayor flexibilidad en la producción y mejor calidad en el producto, así como una mayor participación y empoderamiento de los empleados, todo esto con un menor uso de recursos (Pettersen, 2009).

#### **6.1.4 Otros Enfoques**

Durante los últimos años, junto con el desarrollo de Lean Manufacturing, otras escuelas han creado estrategias particulares para la mejora de sistemas productivos. Algunas se presentan como sucesoras de Lean Manufacturing ante las condiciones cambiantes del mercado, otras se muestran como estrategias alternativas para empresas o sectores que en teoría no se adaptan del todo a la implementación del modelo Lean. A continuación se describen algunas que han tenido mayor difusión.

##### **6.1.4.1 Teoría de Restricciones (TOC)**

Es un modelo desarrollado por el físico Israelí Eliyahu Goldratt en los años 80. Presenta algunos principios generales similares al modelo Lean, la principal diferencia radica en el enfoque explícito sobre el recurso que actúa como cuello de botella del sistema, es decir se basa en una adecuada gestión de la restricción.

En teoría de restricciones se ve a todo sistema de producción como una cadena, en donde el rendimiento de la cadena está determinado por el eslabón más débil (la restricción), el cual por definición es solo uno (Goldratt, 1990). Se basa en 5 principios con el objetivo de mejorar la restricción y de esta manera mejorar todo el sistema.

- Identificar la restricción del sistema.
- Explotar la restricción. Desarrollar una estrategia para mejorar al máximo el desempeño de la restricción.
- Subordinar el resto del sistema a la decisión anterior.
- Aliviar la restricción.
- Volver al primer paso sin dejar que la inercia se convierta en una restricción.

##### **6.1.4.2 Manufactura Ágil**

La manufactura ágil fue desarrollada por un grupo de investigadores de Iacocca Institute de la Universidad de Lehigh en 1991. Un sistema de manufactura ágil es uno que es capaz de operar confiablemente en un ambiente competitivo con oportunidades en donde los clientes que cambian continuamente de manera impredecible. Mientras Lean se enfoca en la reducción al máximo del desperdicio, la manufactura ágil se enfoca en la respuesta rápida a las cambiantes y particulares necesidades del mercado (Parkinson, 1999).

Goldman et.al (1995) sugiere que la manufactura ágil contiene los siguientes cuatro componentes:

- Entregar valor al cliente.
- Estar listo al cambio.
- Valorar el talento humano.
- Formación de sociedades virtuales.

Como se verá en capítulos siguientes de este documento, los primeros tres son elementos ya desarrollados por Lean Manufacturing. En la manufactura ágil la organización comparte información con clientes, proveedores, distribuidores, etc. de tal forma que se forma una red virtual en la que cada cual contribuye con la información requerida para que todos dentro de la cadena comprendan el panorama completo. Este sistema es aplicable, en organizaciones que tienen una estrategia diferenciadora, en donde usualmente el costo no es una prioridad pues es posible tener altos precios en los productos (Hallgren y Olhager, 2009).

## **6.2 APLICACIONES DE LEAN MANUFACTURING**

Muchos casos de estudio existen acerca de la implementación de Lean Manufacturing, aunque la mayoría de ellas están relacionadas con la industria de la manufactura, han sido varios los ejemplos desarrollados en sectores diferentes, como por ejemplo en laboratorios, o en el sector de servicios.

En el siguiente listado se muestran ejemplos reportados en la literatura acerca de la implementación de Lean Manufacturing en diferentes tipos de industrias. Estos cubren la producción batch hasta fábricas de producción continua.

- Producción de chasis para automóviles - Mabry y Morrison (1996)
- Producción de componentes electromecánicos de automóviles - Kasul y Motwani (1997)
- Industria del Papel - Lehtonen y Holmstron (1998)
- Producción de acero - Brunt (2000)
- Producción de componentes para la industria aeroespacial - Crute et al. (2003)
- Manufactura de Llantas - Mukhopadhyay y Shanker (2005)
- Industria cárnica - Simons y Zokaei (2005)
- Desarrollo de software - Middleton et. al (2005)
- Industria Minera - Dunstan et al. (2006)
- Producción de automóviles - Lee and Jo (2007)
- Industria Textil - Goforth (2007)
- Producción de bicicletas - Grewal (2008)

- Fabricación de artículos de madera – Fortuny et. al (2008)

### **6.3 PRINCIPIOS DE LEAN MANUFACTURING**

James Womak y Daniel Jones, quienes utilizaron por primera vez el término Lean Manufacturing para referirse al sistema de producción de Toyota, proponen cinco principios para esta filosofía: valor, cadena de valor, flujo continuo, sistemas que halen y perfección. Estos se pueden describir de la siguiente manera (Rivera, 2008; Hallgren y Olhager, 2009; Womack y Jones, 1996):

- El valor es definido por el cliente final. Es todo aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar. La definición de valor es el primer paso en Lean Manufacturing, este solo adquiere significado cuando es expresado en términos de productos específicos, con capacidades específicas, ofrecidos a un precio específico, todo esto a través del diálogo con clientes específicos. El valor es creado por el productor, desde la perspectiva del cliente, esta es la razón por la que los productores existen.
- La cadena del valor es la serie de actividades específicas requeridas para entregarle al cliente el producto o servicio. Esta debe cubrir tres aspectos importantes del negocio: el aspecto de solución de problemas para llevar el producto desde el concepto o prototipo hasta el lanzamiento de producción, el aspecto de gestión de la información para llevar las órdenes de pedido hasta el despacho y el aspecto de la transformación física para llevar las materias primas hacia un producto final en las manos del cliente. Identificar la cadena de valor, expone en la mayoría de las ocasiones grandes cantidades de ineficiencias y desperdicios.
- Los pasos que crean valor deben fluir de manera continua. Una vez el valor ha sido precisamente especificado, la cadena de valor ha sido mapeada y fuentes de desperdicio obvias han sido eliminadas, el reto consiste en permitir que las actividades remanentes que crean valor fluyan de manera continua en lotes de producción pequeños.
- La planeación de la producción debe estar basada en fabricar solo lo que el cliente requiere (sistemas pull).
- La búsqueda continua de la perfección se debe realizar a través del mejoramiento continuo (kaizen). Los cuatro principios anteriores interactúan en un círculo virtuoso, haciendo que el valor fluya más rápido, lo cual expone más desperdicios escondidos en la cadena de valor, y entre más se utilice el sistema pull más impedimentos ante el flujo continuo serán revelados y por lo tanto podrán ser eliminados.

### **6.3.1 Desperdicios en las Plantas de Manufactura**

En Lean Manufacturing se considera desperdicio o muda toda actividad que absorbe recursos y que no agrega valor al producto, es decir todo por lo que el cliente no está dispuesto a pagar (Allen, Robinson y Stewart., 2001).

Existen diversas fuentes de desperdicio en los sistemas productivos, en general se puede decir que los siguientes 7 desperdicios son los más importantes (Suzaky, 1987; Hines y Rich, 1997; Allen, Robinson y Stewart, 2001).

- Defectos: Producir partes que no cumplan las especificaciones.
- Tiempos de espera: Operaciones o personas esperando debido a falta de materiales, equipos o información.
- Movimiento: Desplazamientos o movimientos innecesarios del personal para ejecutar alguna actividad.
- Transporte: Transporte de materias primas, productos y equipos que no agregan valor al producto.
- Sobre procesamiento: Realizar operaciones que no son necesarias para la producción o ensamble del producto.
- Sobre producción: Fabricar más producto del que demanda el cliente.
- Inventario: Exceso de materia prima, material en proceso o producto terminado.

## **6.4 HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING**

Algunas de las herramientas que utiliza Lean Manufacturing para la eliminación de los desperdicios son (Rivera, 2008; Hirano, 2009):

- Value Stream Mapping: Es una representación del flujo del producto desde que se pone la orden hasta que se entrega el producto al cliente. En estos diagramas se logran identificar los desperdicios a lo largo de todo proceso.
- 5 s: Metodología que mejora el orden y la organización de las áreas de trabajo, de tal forma que se muestra, reduce, elimina y previene los desperdicios.
- Sistemas de trabajo flexibles: Consiste en la creación de celdas de trabajo para la fabricación de productos de características similares (partes, uso de máquinas, forma, etc). Estas celdas van acompañadas de operadores multifuncionales lográndose: reducción del inventario en proceso, mejoras de calidad y mayor flexibilidad a la demanda.

- Trabajo estandarizado: Es la base del mejoramiento continuo, consiste en desarrollar y seguir procedimientos operativos estandarizados con el fin de reducir la variabilidad de las operaciones
- Jidoka: Consiste en el uso del diseño de procesos y productos, y la automatización con sentido humano para prevenir errores tanto humanos como de las máquinas. El objetivo es garantizar la calidad del producto y del proceso, reduciendo de esta manera al mínimo los defectos.
- TPM: Filosofía de Mantenimiento que busca aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, para así reducir las paradas imprevistas que puedan detener el flujo dentro del proceso.
- JIT: Just in time es una filosofía de producción orientada al mercado que se basa en cumplir las necesidades del cliente y cuya premisa principal es: producir los productos que se requieren, en la cantidad que se requieren y cuando se requieren. Esto evita ocupar máquinas, equipos y personas en la fabricación de productos y en actividades que no se necesitan. Just in time se refiere al tiempo en que la producción fluye; los bienes son entregados a las líneas de producción justo a tiempo para ser usadas, justo en las cantidades que se requieren inmediatamente y justo a los procesos de producción que las necesitan. Entre los elementos más importantes de esta herramienta se encuentra la implementación de sistemas pull y kanban.
- Heijunka: Es una técnica que adapta y suaviza la producción a la demanda de los clientes, para esto se busca cumplir con la entrega de los productos al cliente pero produciendo en lotes pequeños de producción.

#### **6.4.1 Sistemas Pull**

Es un sistema de producción en donde el cliente es el que desencadena la producción y la entrega de los materiales. La producción Pull comienza por el cliente externo y funciona de tal forma que en el proceso productivo todas las etapas aguas arriba sólo inician producción cuando es requerido por las actividades aguas abajo, es decir cuando lo demanda el cliente interno. Unos de los objetivos que busca el sistema Pull es eliminar los desperdicios (especialmente la sobreproducción) sin tener que realizar una programación detallada de cada una de las etapas (The Productivity Press Development Team, pull production for the shopfloor, 2002).

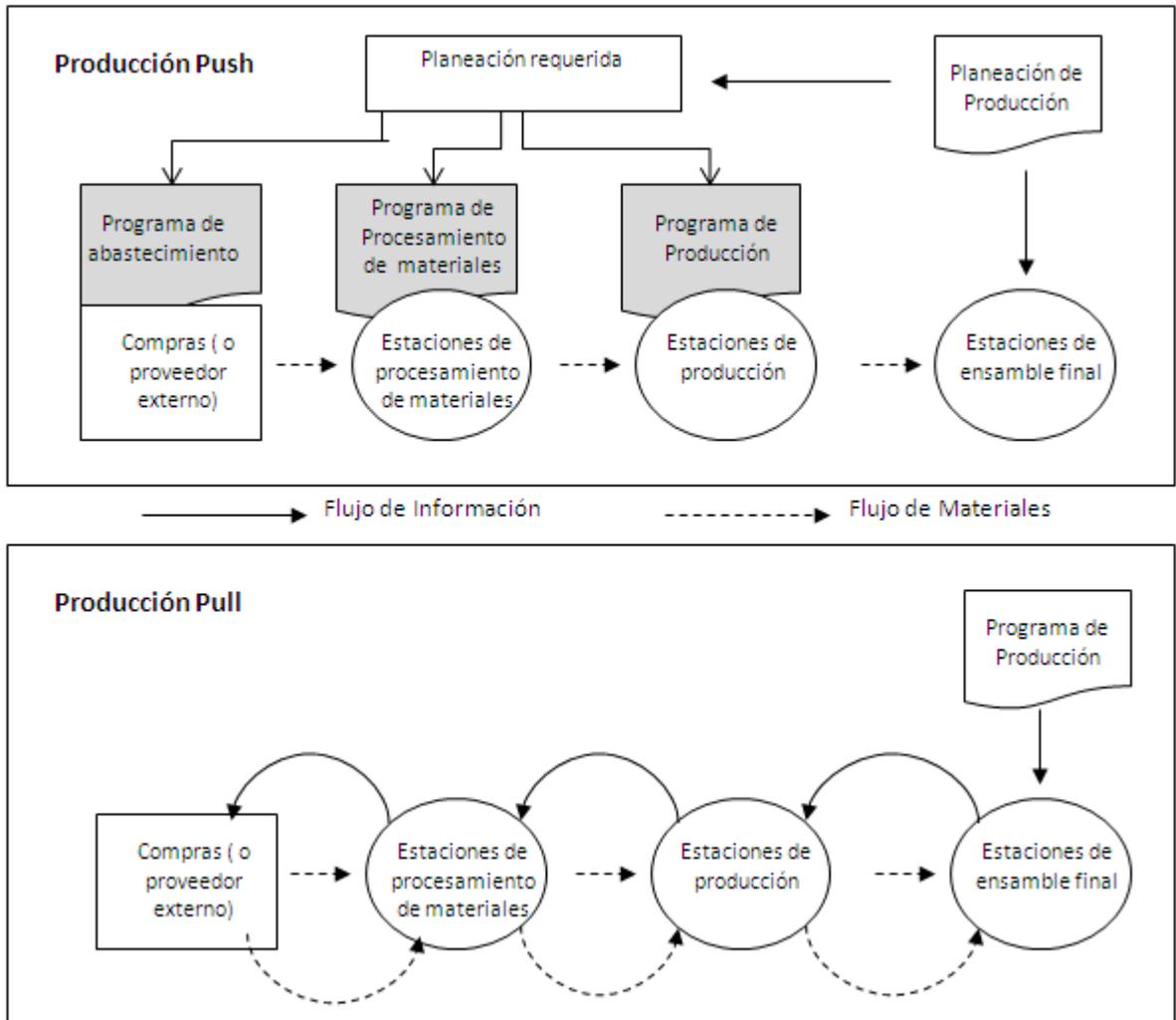
De manera general se puede decir que la producción Pull contiene dos aspectos:

- En manufactura: La producción Pull es la producción de materiales sólo cuando estos son requeridos o consumidos por el cliente.
- En control de materiales: La producción Pull es retirar materiales del inventario sólo cuando estos son requeridos por la operación que los usa.

En un sistema Push, por el contrario, la planeación de la producción y el abastecimiento de materiales se hace con base en pronósticos de la demanda del cliente; aquí la disponibilidad de materias primas y de las operaciones es la que condiciona el inicio de la producción de las etapas aguas arriba, sin importar lo que suceda en las operaciones aguas abajo. Todo lo anterior genera en la mayoría de los casos sobreproducción, cuellos de botella en la operación e incumplimiento a los clientes. (The Productivity Press Development Team, Just in time for operators, 2002).

La Figura 2 muestra un esquema del flujo de información y de materiales en los sistemas Push y Pull.

**Figura 2. Flujo de información y materiales sistemas push y pull**



Fuente: Pull Production for the Shopfloor, The Productivity Press Development Team, 2002.

#### **6.4.2 Kanban**

En japonés, la palabra Kanban significa tarjeta o señal; en un ambiente de lean manufacturing es el nombre que se le da al medio utilizado para el control de inventario en el sistema de producción Pull. El Kanban actúa como un sistema de información que integra la planta de producción, enlaza todos los procesos uno a uno, y conecta de manera armoniosa toda la cadena de valor con la demanda del cliente.

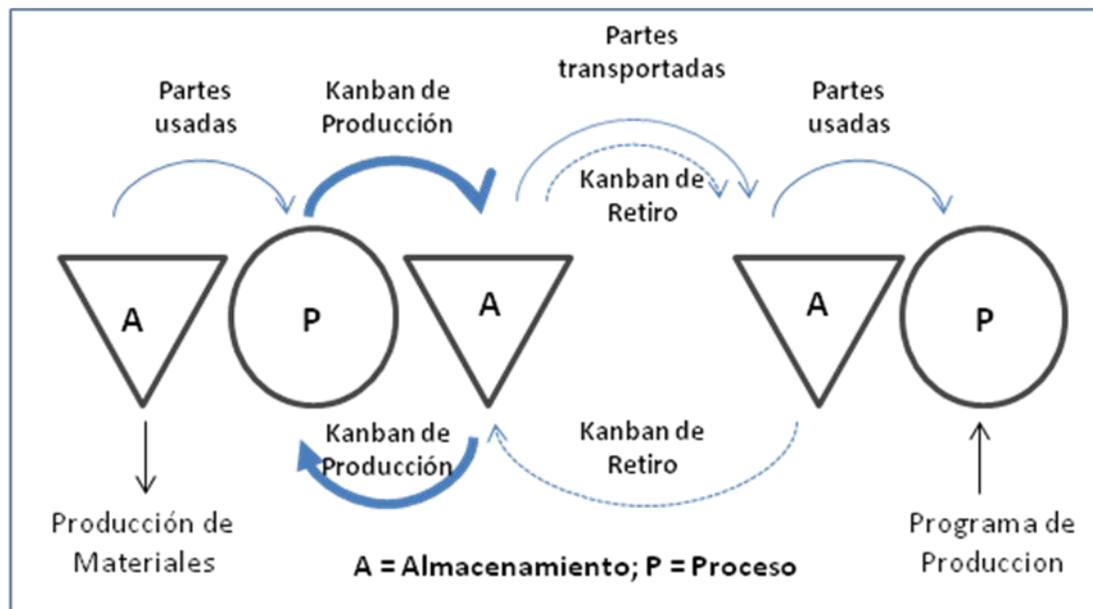
Como en el sistema Pull al utilizar Kanban un proceso aguas arriba sólo produce suficientes unidades para reemplazar aquellas que han sido retiradas por el proceso aguas abajo. Con el uso de Kanban la producción sólo da inicio cuando es señalado. Dependiendo del caso el Kanban puede ser una tarjeta, señal eléctrica, ayudas visuales u otro formato que permita el traslado de la información correcta (The Productivity Press Development Team, *kanban for the shopfloor*, 2002).

En general existen dos grandes categorías de Kanban:

- Kanban de transporte o de retiro: este indica la cantidad de materiales que van a ser movidos o retirados de una etapa a otra del proceso.
- Kanban de producción: este indica la cantidad de materiales que van a ser producidos por cada uno de los procesos.

Cuando un Kanban de retiro autoriza el consumo de materiales de una parte del proceso, los Kanbans de producción autorizan la producción para reemplazar las partes que han sido removidas. En la Figura 3 se muestra un esquema del uso de Kanban en un sistema de producción Pull.

**Figura 3. Circulación de *kanban***



Fuente: *Kanban for the Shopfloor*, The Productivity Press Development Team, 2002.

## 6.5 METODOLOGÍAS PARA IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING

En la literatura se encuentran distintos trabajos sobre metodologías de implantación lean. Este trabajo se ha enfocado en cuatro métodos.

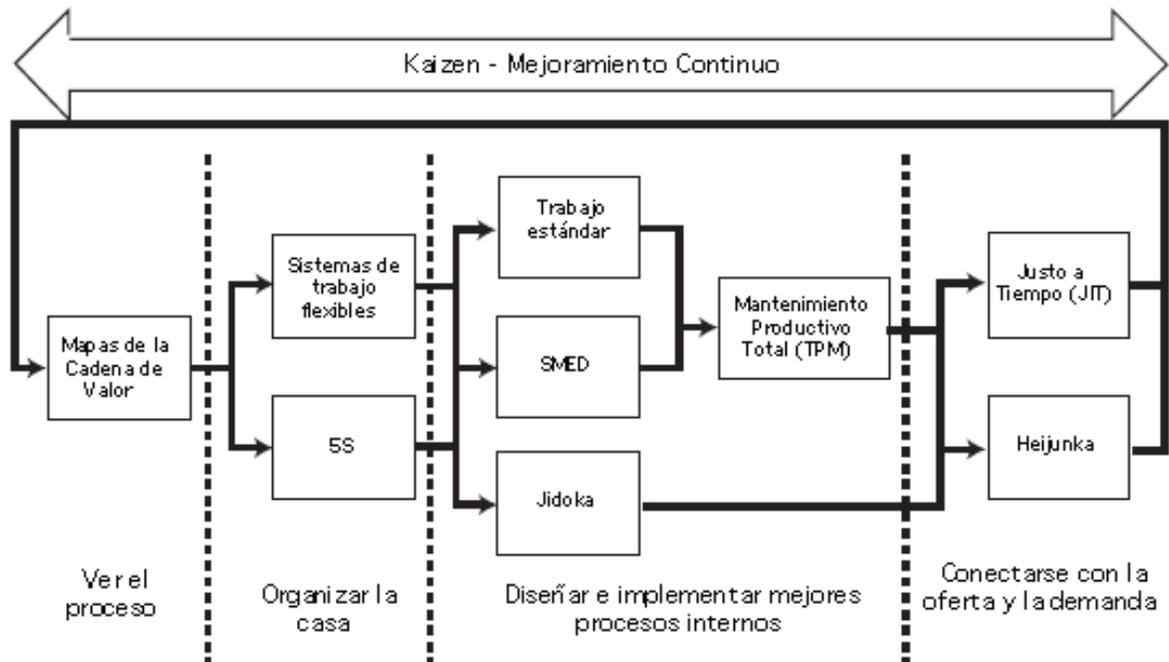
Según Filippini et al. (1998), las diferencias entre iniciativas de mejora dependen de que las modificaciones afecten sólo a la maquinaria y equipos de producción o bien a la organización, y también de si la empresa adopta las nuevas técnicas de producción parcial o totalmente.

Womack y Jones (1996) incluyen en su obra *Lean Thinking* un capítulo dedicado a la implantación, en el que indican las fases de que consta y proponen una política a seguir. La secuencia se inicia con una adopción parcial para provocar paulatinamente una adopción completa.

El trabajo *Going lean* (Hines y Taylor, 2000) nacido en el Lean Enterprise Research Centre incide en la fase de diseño de la transformación. Esta metodología está especialmente concebida para el sector del automóvil del Reino Unido y preconiza un análisis muy amplio para afrontar una adopción lo más extensa posible. Una tercera metodología para la implantación de procesos lean, desde la preparación inicial hasta la mejora continua, fue desarrollada en el marco de la Lean Aerospace Initiative orientada hacia empresas norteamericanas del sector aeronáutico (Crabill et al., 2000).

Finalmente y como ya fue referenciado, Rivera (2008), reúne el mapa conceptual de cada fase de implementación, desde el entendimiento del proceso, el diseño y la implementación de las mejoras al interior del proceso hasta la conexión con la oferta y la demanda. En la Figura 4 se muestra la estructura del modelo conceptual de implementación propuesto.

**Figura 4. Modelo conceptual de implementación de lean manufacturing.**



Fuente: Justificación Conceptual de un Modelo de Implementación de Lean Manufacturing, Rivera, 2008.

En la Tabla 5 se comparan los cuatro métodos de referencia considerados, respetando la terminología original y destacando las fases de la metodología.

**Tabla 5. Metodologías de implementación de lean manufacturing**

Lean Thinking. Womack y Jones (1996)	Manual de la Lean Aerospace Initiative. Hines Y Taylor (2000)	Going Lean. Crabil, et al. (2000)	Implantación de Gestión Lean. Fortuny et al(2008)	Implementación Lean. Rivera (2008)
<p>1. Iniciar 1-1.Encontrar agente de cambio (líder) 1-2.Conseguir el conocimiento en Lean. 1-3. Encontrar una palanca (motivo) 1-4.Mapear la cadena de valor.</p> <hr/> <p>2. Crear una nueva organización 2-1. Reorganizar los productos por familia. 2-2. Crear funciones Lean</p> <hr/> <p>4. Instalar sistemas de negocios Lean. 4-1. Crear un sistema contable Lean. 4-2. Pagar a la gente de acuerdo al desempeño de la compañía. 4-3. Implementar el concepto de transparencia. 4-4 Fijar Proridades.</p> <hr/> <p>5. Concluir la transformación. 5-1. Aplicar los conceptos en proveedores y clientes. 5-2. Desarrollar una estrategia global.</p>	<p>0. Adoptar el paradigma lean. 0-1. Construir la visión (algunos directivos senior). 0-2. Establecer la necesidad. 0-3. Adoptar pensamiento lean (los líderes claves). 0-4. Compromiso Gerencial 0-5. Conseguir la adopción por los directivos senior.</p> <hr/> <p>1. Preparar</p> <hr/> <p>2. Definir el valor. 2-1. Definir amplitud de implantación inicial (proceso piloto). 2-2. Definir al cliente. 2-3. Definir el valor para el cliente final.</p> <hr/> <p>3. Identificar la cadena de valor. 3-1. Registrar la actual cadena de valor 3-2. Dibujar flujos producto e información 3-3. Dibujar movimientos operarios 3-2. Dibujar movimientos de herramientas 3-3. Recopilar datos de base (costes, tiempos, calidad)</p> <hr/> <p>4 – Diseñar el sistema de producción. 4-1. Desarrollar la cadena de valor futura. 4-2. Definir el takt time. 4-3. Revisar las decisiones de fabricar o comprar. 4-4. Planificar una nueva disposición. 4-5. Incorporar a los proveedores. 4-6. Diseñar sistemas visuales de control. 4-7. Estimar y justificar costes. 4-8. Planificar el sistema de mantenimiento (TPM)</p> <hr/> <p>5. Implementar producción basada en el flujo.</p> <hr/> <p>6. Implementar el sistema pull total.</p> <hr/> <p>7. Luchar por la perfección.</p>	<p>1. Análisis del desperdicio.</p> <hr/> <p>2. Determinación de la dirección.</p> <hr/> <p>3. Análisis de la perspectiva general.</p> <hr/> <p>4. Mapa detallado</p> <hr/> <p>5. Implicación de proveedores y clientes.</p> <hr/> <p>6. Comprobar que el plan sigue la dirección prevista y conseguir apoyo.</p>	<p>1. Recogida de datos.</p> <hr/> <p>2. Formación acerca de lean manufacturing.</p> <hr/> <p>3. Análisis de las operaciones y su flujo.</p> <hr/> <p>4. Trazado del value stream map actual</p> <hr/> <p>5. Fase central de estudio y diseño</p> <hr/> <p>6. Trazado del value stream map futuro</p> <hr/> <p>7. fase de implantación</p>	<p>1. Ver el proceso</p> <hr/> <p>2. Organizar la casa</p> <hr/> <p>3. Diseñar e implementar mejores procesos internos.</p> <hr/> <p>4. Conectarse con la oferta y la demanda.</p>

## **6.6 PENSAMIENTO SISTEMICO**

Muchas de las entidades que se observan en la vida cotidiana son sistemas. En una determinada situación se ven diferentes variables de entrada, componentes que interactúan con ciertas reglas, efectos deseados o indeseados y se invierten grandes esfuerzos en conocer, comprender y predecir el comportamiento de estos sistemas para obtener los resultados esperados. El Pensamiento Sistémico es una de las herramientas de la Dinámica de Sistemas, que por medio de la identificación de reglas, patrones y sucesos en un sistema permite hacer predicciones sobre el comportamiento de este. Gracias al conocimiento de estos elementos se puede ejercer más control en el sistema, prepararse para el futuro e influir y modificar los elementos del sistema y sus interrelaciones.

El análisis a través del Pensamiento Sistémico debe romper la óptica tradicional que sigue un comportamiento lógico, representado en tres puntos principales:

- La causa y el efecto están separados y el efecto se produce después de la causa.
- El efecto sigue a la causa en espacio y tiempo.
- El efecto es proporcional a la causa.

Para el Pensamiento Sistémico estas relaciones no se presentan necesariamente de esa manera, pues el efecto puede convertirse en la causa futura de un comportamiento cíclico. Por esto, desde la mirada del pensamiento sistémico también se deben analizar los efectos secundarios de un cambio que se pueden ver reflejados en cualquier componente al sistema y no necesariamente donde se esperaba el efecto o donde se aplicó el cambio.

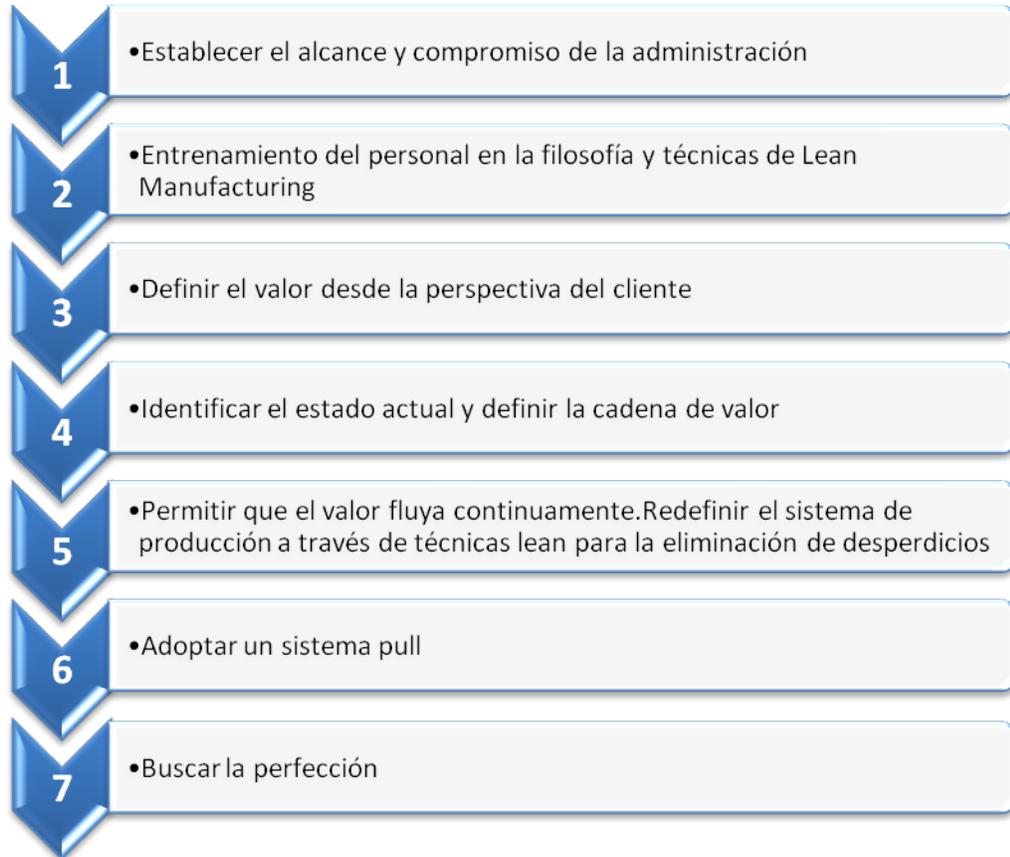
Una de las herramientas más útiles para representar y comprender el comportamiento de los sistemas es el Diagrama Causal. En este diagrama se presentan las variables del sistema, tanto las de entrada (causas) como las de salida (resultados o efectos), de forma que sea posible observar la influencia que unas tienen sobre otras. En estos diagramas se pueden presentar variables internas del sistema, influencias recibidas desde el exterior, demoras en la presentación de efectos y la presencia de ciclos reforzadores o de balance en el comportamiento del sistema.

## **7 METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN A USAR**

Las cuatro metodologías reseñadas en la Tabla 5 tienen muchos elementos en común, estas y los principios de Lean Manufacturing se han tomado como base para adoptar la metodología en este trabajo. A continuación se definen las etapas que se van a seguir

para el diseño del plan de implementación de Lean Manufacturing en la línea de Panadería de Industrias XYZ.

**Figura 5. Metodología de implementación de Lean a usar**



### **7.1 Establecer el alcance y compromiso de la administración.**

Existen algunas condiciones de la compañía que favorecen la implementación de Lean, tales como:

- Estructura organizacional que permite fortalecer proyectos de mejoramiento continuo, migrando más rápidamente desde la alta dirección hasta el piso de operación.
- Tamaño mediano, que no exige altas coordinaciones a diferentes niveles ni la intervención de un gran número de expertos de ingeniería de productos y procesos.
- Autonomía de gestión: el responsable de la planta puede tomar decisiones de modo ágil. Esta autonomía de gestión está apalancada con el modelo de autodirección que la compañía ha fortalecido en los últimos 8 años. Esto facilita un método de implementación operativa a través de la formación y empoderamiento del personal.

- Aunque existe una fuerte dependencia de clientes concretos, en conjunto deberán ser objeto de una metodología que plantee una implementación conjunta de Just in Time.
- La implementación de TPM en gran parte de la compañía, ha construido una estructura organizacional diferenciando un grupo de soporte metodológico para la implementación de herramientas de mejoramiento continuo.
- Después de lograr el nivel de excelencia en TPM, la compañía ha definido extender el mejoramiento continuo a toda la cadena de abastecimiento y gestión de la demanda.

Como se ha mencionado con anterioridad y sumado a todas las condiciones que facilitan la implementación de Lean, el alcance del proyecto se enfoca en el sistema productivo de la línea de panadería de Industrias XYZ. De aquí que la planta de mezclas de ingredientes para panaderías sirva como planta piloto para replicar el uso de herramientas Lean en diferentes áreas de la organización.

## **7.2 Entrenamiento del personal en la filosofía y técnicas de Lean Manufacturing.**

El modelo de gestión de TPM ha desplegado una estrategia y una serie de herramientas que permitirán fortalecer la implementación de Lean Manufacturing. Algunos elementos claves de este modelo se apalanca en lo siguiente:

- El grado de madurez del modelo de autodirección, consolidando y fortaleciendo equipos de alto desempeño que garantice el cumplimiento de los objetivos en los procesos de manufactura.
- La integración de la Universidad del Almidón (figura bajo la cual se coordinan todos los requerimientos de entrenamiento) con Coaching y HAGE (Habilidades Gerenciales).
- Las alianzas estratégicas establecidas con Instituciones Educativas (SENA, Universidad del Valle).
- Foco de entrenamiento en habilidades técnicas y herramientas de análisis.
- Herramientas de gestión tales como: materiales de entrenamiento didáctico para el desarrollo de competencias técnicas y la multiplicación del conocimiento - LUP's (Lecciones de un Punto), maquetas de entrenamiento - modelo de certificación de habilidades y la ruta de progreso de los Equipos Autodirigidos, matriz de habilidades para identificar las necesidades de entrenamiento y en conjunto con los Jefes, Líderes de Autodirección y Facilitadores de las plantas diseñar los planes de entrenamiento.

## **7.3 Definir el valor desde la perspectiva del cliente.**

Valor para el cliente consiste en la entrega de un producto de calidad, con un tiempo de entrega adecuado y a un buen precio. Estas características se pueden resumir en:

- Producto homogéneo con características específicas de expansión, estructura, crocancia, homogeneidad, color después de cocción, facilidad de moldeado.
- Producto con características organolépticas específicas que aporten una textura, sabor, granulometría y olor determinados.
- Variedad de aplicaciones (buñuelo, pandebono, almojábana, pandeyuca, pandequeso, natilla)
- Precio específico competitivo respecto a las otras opciones del mercado.
- Tiempo de entrega (3 – 5 días)

#### **7.4 Identificar el estado actual y definir la cadena de valor.**

La recolección de la información se realizó a través de visitas en campo, entrevistas y consolidación de datos de las diferentes bases de información con que cuenta la compañía.

##### **7.4.1 Descripción del proceso productivo**

La planta de producción de mezclas de panadería, cuenta con un área de 105 m<sup>2</sup> y un total de 4 equipos mezcladores, sistemas de transporte, manipulación de carga (sacos y big bags) y máquinas de empaque. El edificio principal y los mezcladores, son equipos construidos hace más de 18 años. La planta opera todos los días a de la semana en 3 turnos de 8 horas, y cuenta con una capacidad de producción nominal de 55 toneladas por día.

Los productos finales corresponden a mezclas de ingredientes para la fabricación de: buñuelos, pandebono, pandeyuca, panqueso y natillas, siendo el principal producto las mezclas para buñuelos que reúnen cerca del 85% del volumen de producción.

En general en la planta de mezclas para la producción de buñuelos en referencias de sacos de 12 y 25 kg, se utilizan cuatro tipos de ingredientes: el almidón fabricado en la misma compañía que se almacena a granel, ingredientes puros almacenados en sacos de 12, 25 y complementos que corresponden a una mezcla que es realizada in-situ de pequeñas cantidades de ingredientes que son almacenados en sacos de 32.5 kg.

El proceso de fabricación de las mezclas de ingredientes se puede simplificar en cuatro grandes etapas, preparación de complementos, carga, mezcla y empaque.

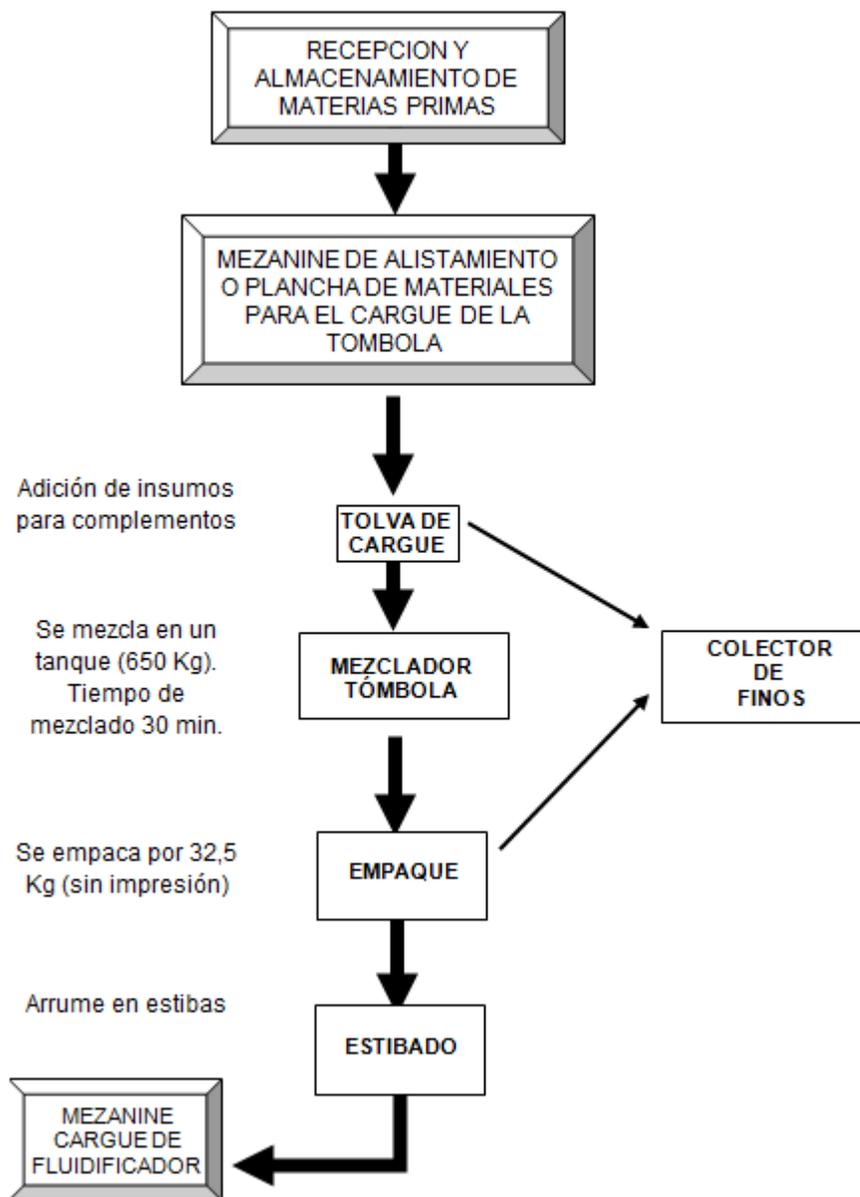
**Preparación de complementos:** Consiste en la preparación de mezclas de componentes minoritarios con el objetivo de completar las formulaciones específicas de cada producto. Esta mezcla se realiza en un mezclador tipo giratorio, llamado Tómbola, en lotes de 650

kg. Los ingredientes para esta etapa son suministrados por la bodega de materiales y se adicionan de forma manual a la tómbola en donde se mezclan durante 30 minutos. Cuando finaliza el tiempo de mezclado los componentes se empacan manualmente en sacos de 32.5 kg y son almacenados en la bodega interna de ingredientes para su posterior uso en la fabricación del producto terminado.

La fabricación de complementos es una etapa clave del proceso en términos de asegurar la calidad de los productos. Con un batch de complemento se fabrican varios lotes de producto, de tal forma que si un complemento queda mal preparado todos los lotes de producto final fabricados con ese complemento saldrán defectuosos. En la Figura 6 se presenta un diagrama de flujo para la preparación de complementos.

A diferencia del resto de equipos de la planta de mezclas, la etapa de preparación de complementos solo opera un solo turno durante los 7 días de la semana.

Figura 6. Diagrama de flujo de proceso para la preparación de complementos



Fuente: Industrias XYZ.

**Cargue:** Etapa en donde se adicionan los ingredientes necesarios con el objetivo de obtener la formulación específica del producto. Para esta etapa, y de acuerdo a la planeación de la producción, los ingredientes puros son suministrados por la bodega de materiales y almacenados en la bodega interna de ingredientes de la planta de mezclas.

Las materias primas almacenadas en sacos (ingredientes puros y complementos) son llevados de la bodega interna de ingredientes hacia la plataforma de cargue para su alimentación a la tolva de cargue, la cual cuenta con un tamiz vibratorio para retener material extraño y evitar contaminación del producto. Por otro lado, el almidón a granel, que es el ingrediente en mayor proporción, se transporta de forma neumática a través de un soplador de tiro positivo desde el silo de almacenamiento hasta la tolva de cargue.

De la tolva de cargue la mezcla es enviada a unos ciclones, cuya función es retirar el aire de transporte de mezcla solida y de aquí a un molino de alto impacto (entoleter), el cual se encarga de eliminar grumos y homogenizar la mezcla. El material que ha pasado por el molino de alto impacto puede ser direccionado a cualquiera de los equipos mezcladores.

**Mezcla:** Etapa que tiene como objetivo obtener una mezcla solida de ingredientes homogénea. Para la fabricación de buñuelos universal en sacos de 12 y 25 k la planta cuenta con dos equipos mezcladores: Fluidificador 1 y Fluidificador 2. La variable a controlar durante la operación es el tiempo de mezclado, el cual corresponde a 15 minutos.

**Descargue y empaque:** Etapa en donde se empaca el producto de acuerdo a las presentaciones pactadas con el cliente. Una vez mezclado el producto se procede a descargar los mezcladores y a empaclar el producto de forma manual a través de un pistón neumático. El producto se empacla en sacos de papel boca abierta de 12 y 25 kg.

Durante el empaque se realiza un muestreo de cada lote, el cual se envía al departamento de aseguramiento de calidad para análisis sensoriales, fisicoquímicos y bacteriológicos. Previo al proceso de empaque, se pesan 10 sacos vacíos y se calcula el peso promedio de un saco. Para el control de pesos, se pesa un saco con producto terminado por cada estiba empacada del mismo lote.

Para el almacenamiento del producto terminado se usan estibas de madera. Para cada presentación se hace el arrume de la siguiente manera: para sacos por 25 kg son 6 sacos por plancha y por 8 sacos a nivel y para producción por 12 kg son 8 sacos por plancha y 12 sacos a nivel, de esta manera se completa 1.200 kg en cada la estiba.

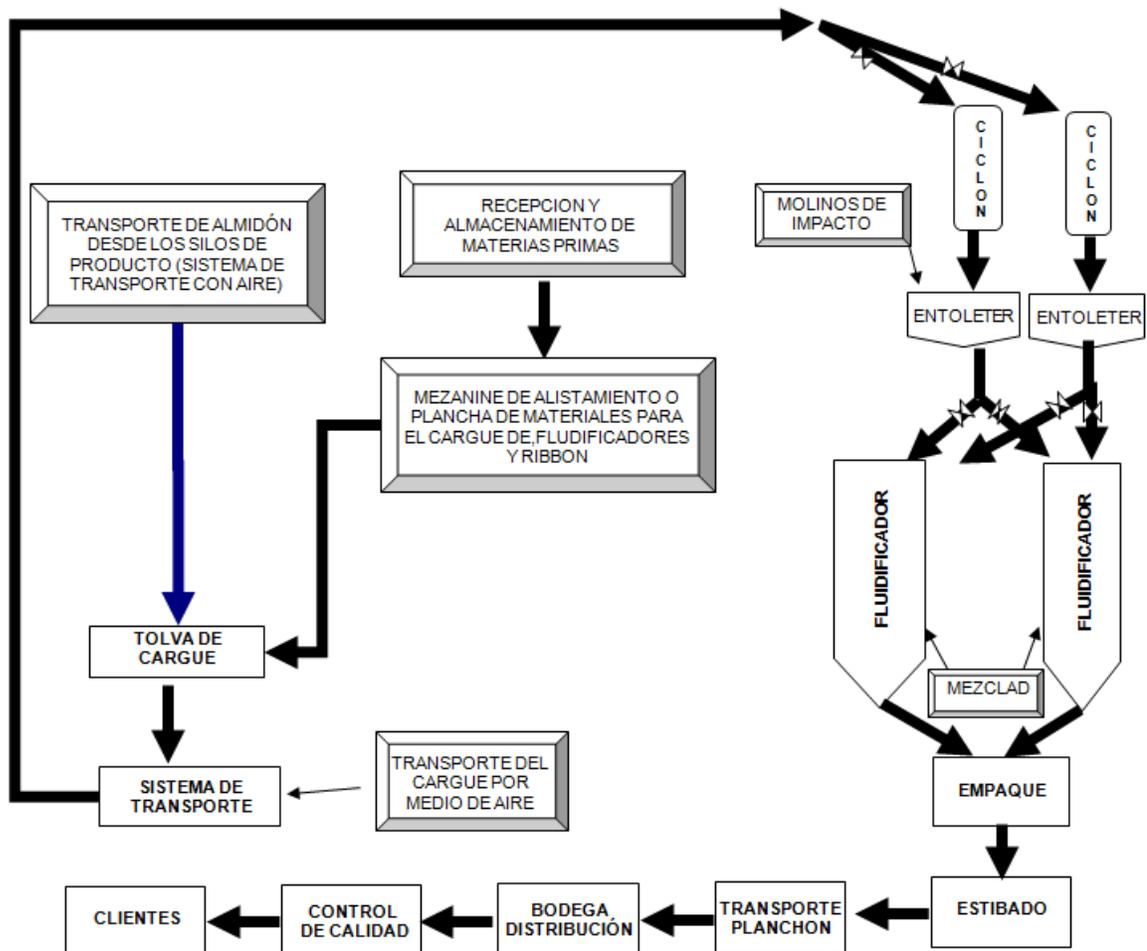
El proceso de fabricación finaliza con el registro manual del lote empacado, la cantidad empacada y el saldo por empaclar de la orden de fabricación abierta. Una vez se empacla el producto, se envía al Centro de Distribución de producto terminado.

Los ingredientes o materiales se cargan en los equipos en cantidades exactas para producir lotes de 1200 kilos para los fluidificadores.

En diferentes puntos del proceso se generan gran cantidad de polvos finos. Estos se empaacan en sacos y se utilizan en pequeñas proporciones como parte de las mezclas. Si se están fabricando diferentes referencias los finos serán una mezcla y por lo tanto se deben identificar como desperdicio para ser retirados de la planta.

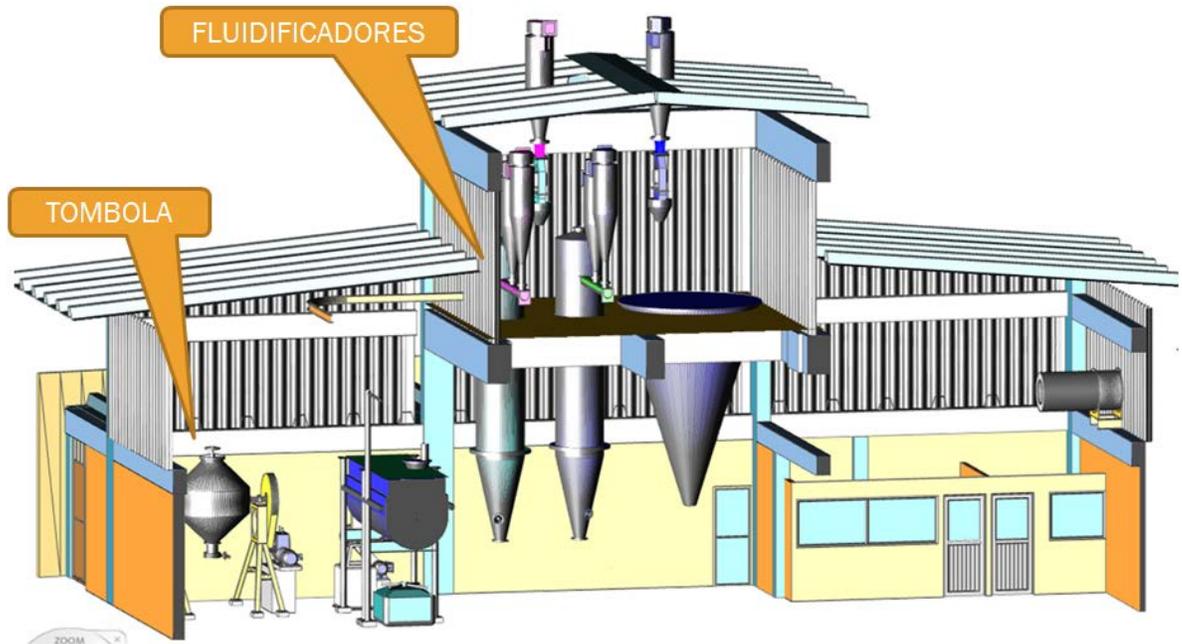
Las Figuras 7 y 8 muestran el diagrama de flujo de proceso de producción y la distribución física de los equipos de la planta de mezclas de ingredientes.

**Figura 7. Diagrama de flujo de proceso para fluidificadores**



Fuente: industrias XYZ.

**Figura 8. Distribución de equipos**



Fuente: Industrias XYZ.

#### **7.4.2 Descripción del flujo de información**

El proceso inicia con una Orden de Fabricación que indica el producto y la cantidad a fabricar. Dicha orden es lanzada por el departamento de planeación y se debe entregar una copia física a la bodega de materiales para que suministre a la planta de mezclas los materiales requeridos para fabricar el producto. Este alistamiento se realiza diario, con una revisión semanal y una planeación mensual.

En este caso cuando se habla de materiales se hace referencia tanto a los ingredientes que van en el producto como a los materiales de empaque requeridos (sacos de papel, estibas, película plástica para enfardar e hilo para coser los sacos).

Para la solicitud de ingredientes y materiales de empaque a los proveedores, se envían estimaciones de compra mensuales y las solicitudes formales y entregas se realizan semanalmente. Para los ingredientes minoritarios más importantes se han definido entregas dos veces por semana buscando garantizar la calidad de la materia prima y reducir su inventario.

La planta de mezclas al recibir el material de la bodega de materiales debe verificar la cantidad y el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura. Los materiales deben estar bien estibados, limpios, rotulados claramente, en estibas limpias y en buen estado, sin sacos rotos, sin contaminación de otros productos, sin evidencia de infestación (sacos perforados, gorgojos vivos o muertos, polillas), con la etiquetas de fumigación preventiva. En caso contrario no se deben recibir en la planta.

Para garantizar la trazabilidad de los productos, se utilizan formatos en medio magnéticos para registrar el número de lote de los ingredientes y las cantidades exactas utilizadas. Posteriormente la información se reporta en SAP.

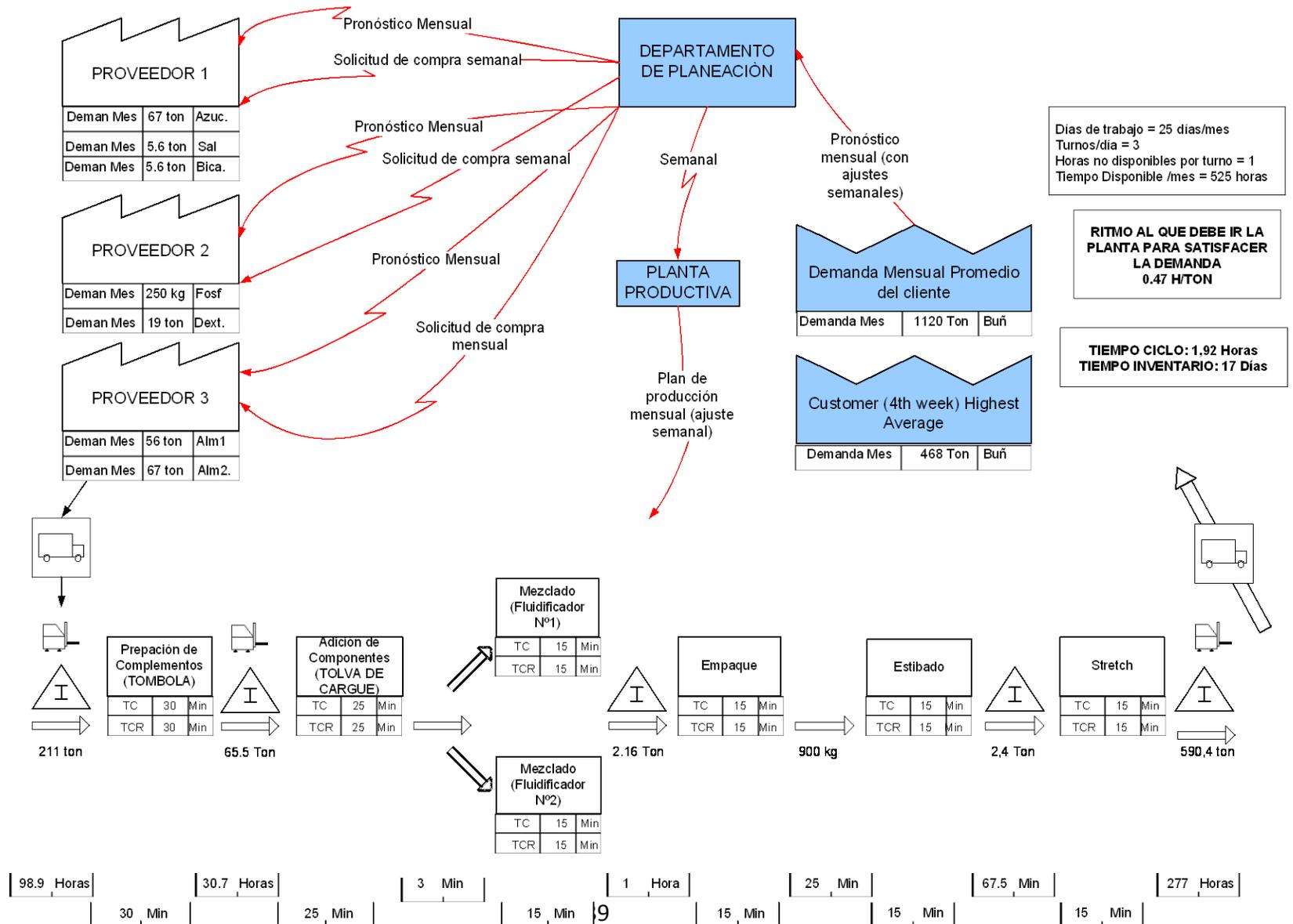
#### **7.4.3 Value Stream Map Actual**

En la Figura 9 se presenta el value stream map para la producción de la referencia de buñuelos universal.

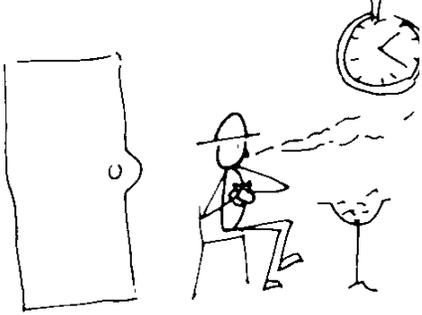
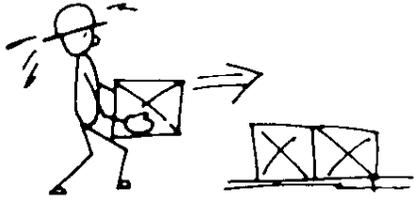
#### **7.4.4 Identificación de desperdicios**

De acuerdo a los 7 tipos de desperdicios presentados con anterioridad, en la Tabla 6 se evidencian los desperdicios identificados en el proceso.

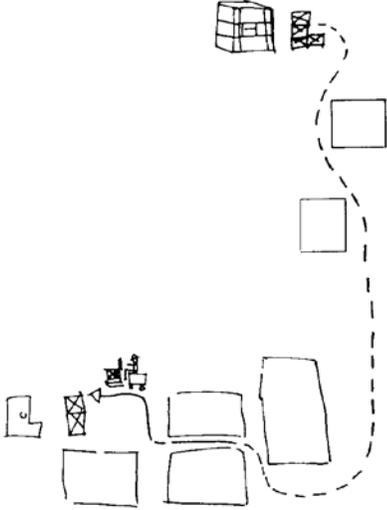
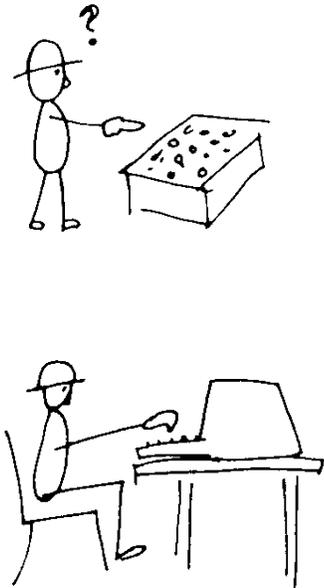
Figura 9. VSM Actual



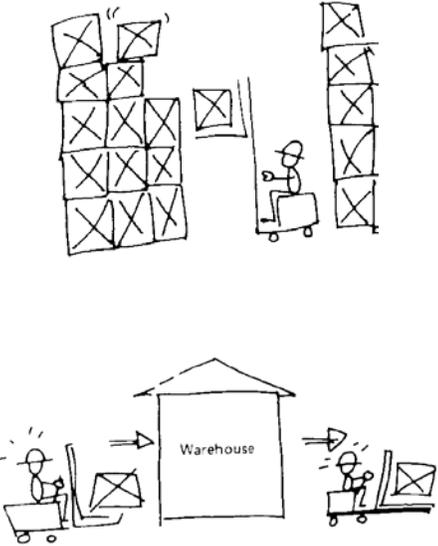
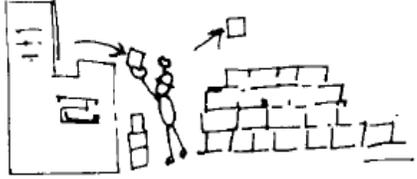
**Tabla 6. Tipos de desperdicios identificados**

Tipo de Desperdicio	Descripción	
<b>Defectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defectos de calidad, las principales causas corresponden a: deterioro del empaque, rotulación incorrecta, el sellado inadecuado y la trazabilidad incorrecta de los productos.</li> </ul>	
<b>Tiempos de espera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de espera del operador de preparación de complementos para el encendido y apagado del mezclador.</li> <li>Tiempo de espera por falta de materia prima. El alistamiento depende del montacargas interno de planta.</li> <li>Tiempo de espera de las personas que empacan y estiban.</li> </ul> <p>Ver Figura 10.</p>	
<b>Movimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la operación de enfardado de la estiba el operario debe realizar movimientos repetitivos alrededor de la estiba.</li> <li>Una vez se empaca el producto y se sella, un operario debe voltear el saco y alistar la estiba.</li> <li>Durante la etapa de preparación de los complementos, se tiene un exceso de movimientos.</li> </ul>	

**Tabla 6 – Continuación. Tipos de desperdicios identificados**

Tipo de Desperdicio	Descripción	
<p><b>Transporte</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El movimiento interno de montacarga para manipulación de materia prima y producto terminado, evidencia rutas repetitivas que generan una congestión al interior de la planta (ver Anexo 1.1)</li> <li>• Durante la etapa de preparación de complementos se requiere en repetitivas ocasiones la intervención de la montacarga para manipulación de estibas.</li> <li>• Movimiento de material desde la bodega de materiales hacia la bodega interna.</li> </ul> <p>Ver Figura 10.</p>	
<p><b>Sobre procesamiento</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión repetitiva de las estibas (Ver Figura 10).</li> <li>• Revisión repetitiva del buen estado de los sacos vacíos (ver Figura 10).</li> <li>• Revisión de los sacos ya empacados para el control de peso, utilizando una balanza alterna (ver Figura 10)</li> <li>• Trazabilidad de la fabricación (lotes de materia prima) de forma manual y transcripción a Excel.</li> <li>• Uso de espacio, tiempo y capacidad para reprocesar los finos generados en el proceso. El operario al final de cada turno contabiliza el número de sacos que contienen finos.</li> <li>• Se observan fugas en los equipos, que obliga a desperdiciar tiempo al final del turno en la recolección y contabilización de barreduras (polvo en el piso).</li> </ul>	

**Tabla 6 – Continuación. Tipos de desperdicios identificados**

Tipo de Desperdicio	Descripción	
<b>Inventario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario en proceso, en la entrada de algunas etapas. Ver Figura 9.</li> <li>• Se observa inventario de materia prima en la bodega de materiales, evidenciando inventarios de lento movimiento, o materia prima no disponible (vencido, deteriorado). Este inventario asciende a MUS\$ 600 y 128 sacos.</li> <li>• Se observa inventario de finos recolectados en las etapas de proceso y barredura recogida al final del turno.</li> <li>• Inventario bodega interna de materias primas que alimenta cada una de las etapas.</li> </ul>	
<b>Sobre producción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario/No se cumple con lo pedido por el cliente. Índice de Cumplimiento al Cliente &lt;70%, basado sólo en fechas de entrega y alta variabilidad en los Pronósticos de ventas con valores que oscilan entre el 58% y el 400%.</li> <li>• Adiciones y cancelaciones al plan de producción, con valores que oscilan entre -52% y 65%.</li> </ul>	

Fuente Figuras: The New Manufacturing Challenge, Suzuki, 1987.

**Figura 10. Puntos de transporte, inspección, espera y procesamiento**



### 7.5 Permitir que el valor fluya continuamente

Esta etapa consiste en la introducción de cambios en el sistema de producción utilizando técnicas de lean para la eliminación de desperdicios. El objetivo es eliminar las actividades que no aporten valor, de tal manera que cree flexibilidad en el sistema para adaptar la producción a la demanda real y no a los pronósticos.

En la Tabla 7 se identifican herramientas de lean que se e pueden utilizar para reducir y/o eliminar los desperdicios encontrados en el sistema productivo. En general se puede decir que los cambios expuestos en la tabla se basan en los siguientes conceptos.

- Introducir mejoras en diseño, organización y métodos de trabajo.
- Evitar la acumulación de inventario y, para ello:
  - Evitar la producción en lotes de transferencia grandes
  - Mejorar el funcionamiento de las operaciones cuellos de botella

- Equilibrar las tareas entre el personal productivo.
- Sincronizar las operaciones en el proceso.
- No producir cantidades superiores a lo estrictamente necesario.
- Reducir los tiempos de espera
  - De materiales que esperan procesarse.
  - De las personas o equipos, debido a preparaciones de máquinas excesivamente largas, falta de suministros o falta de sincronización con otras operaciones.
- Eliminar los transportes de materiales derivados de una mala distribución en planta y de la utilización de lotes de transferencia inapropiados, que pueden causar esperas, problemas de calidad y de siniestralidad laboral.
- Suprimir los movimientos de personal innecesarios causados por una mala distribución en planta o por una asignación de tareas inadecuada.
- Eliminar los problemas de calidad, buscando y corrigiendo su causa.
- Implementar procesos con distribuciones físicas altamente flexibles, siempre que la maquinaria e instalaciones productivas que integran el proceso lo permita.
- La habilidad multifuncional del personal, para poder cambiar la asignación de tareas.

Como parte del objetivo de permitir que el valor fluya de manera continua, en las siguientes secciones se presentarán planes para la implementación de las siguientes herramientas Lean: 5s, trabajo estandarizado, TPM y balanceo de la línea.

Aunque en la Tabla 7 se mencionan más herramientas, estas se seleccionaron considerando que: son la de mayor impacto sobre los desperdicios y problemas identificados en las operaciones (ver Tablas 1 y 6), 5s y trabajo estandarizado se consideran como la base para la implementación de Lean Manufacturing y del mejoramiento continuo, todas las herramientas son útiles (algunas necesarias) para el cambio a un sistema pull y a que estas se pueden adaptar fácilmente a la realidad de la organización.

En este proyecto no se consideró el uso de SMED puesto que los cambios de referencia en la planta de mezclas toman alrededor de 30 minutos, sin generar traumas en la operación. De lo anterior se observa que el uso de SMED podría traer mejoras, pero no implicaría un efecto significativo en la operación.

De igual forma no se profundiza en herramientas como Jidoka, debido a que la implementación de este tipo de herramientas pueden traer consigo inversiones de capital representativas (ejemplo, bag Turner, etc), esto podría representar un obstáculo para la implementación, más aun si se tiene en cuenta que este proyecto es el primer sistema Lean que se quiere implementar en la compañía. El enfoque que se quiere dar en este proyecto, es alcanzar mejoras (en calidad, costos, lead time, etc), a través del uso de herramientas de 5s, trabajo estandarizado, balanceo de la línea y técnicas de TPM, para lograr en una segunda etapa de implementación otras técnicas como jidoka y SMED.

El orden sugerido de implementación de las herramientas es: 5s, trabajo estandarizado, TPM y balanceo de la línea. Este orden se debe a que elementos de las herramientas implementadas más tempranamente se requieren para la aplicación de las herramientas posteriores.

**Tabla 7. Identificación de causas de desperdicios y herramientas Lean a utilizar.**

Tipo de Desperdicio	Descripción del Desperdicio	Causas	Herramientas Lean
Defectos	<p>Problemas de calidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro del empaque</li> <li>• Rotulación incorrecta</li> <li>• Sellado inadecuado</li> <li>• Trazabilidad incorrecta de productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de estibas en madera en mal estado, uso inadecuado de la mordaza que ajusta el saco a la descarga de tolva empaque, empaque en mal estado desde antes de empaçar.</li> <li>• Errores humanos.</li> <li>• Sellado manual, un inadecuado llenado del saco deja material en el borde, de manera que no garantiza el sellado en el dobléz del saco.</li> <li>• Proceso manual (transcripción de medio físico a electrónico), propenso a error humano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimiento estándar para ajustar el saco previo al empaque y para la manipulación de sacos (<b>TRABAJO ESTANDARIZADO</b>)</li> <li>• Diseño del saco indicando el punto adecuado para ubicar la mordaza previo al empaque (<b>POKAYOKE</b>).</li> <li>• <b>TRABAJO ESTANDARIZADO</b></li> <li>• Cambiar el diseño del saco que permita el dobléz sin acumulación de material – mayor altura del saco (<b>POKAYOKE</b>).</li> <li>• Tecnología para trazabilidad usando código de barras (<b>POKAYOKE</b>).</li> </ul>

**Tabla 7 – Continuación. Identificación de causas de desperdicios y herramientas Lean a utilizar.**

Tipo de Desperdicio	Descripción del Desperdicio	Causas	Herramientas Lean
<b>Tiempos de espera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de espera del operador de preparación de complementos para el encendido y apagado del mezclador.</li> <li>•</li> <li>• Tiempo de espera por falta de materia prima. El alistamiento depende del montacargas interno de planta.</li> <li>• Tiempo de espera de las personas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El equipo de mezclado no cuenta con accionamiento local, ni visualización local del tiempo de mezclado. Se tiene conexión remota al sistema de control.</li> <li>• El reabastecimiento de materiales para realizar las mezclas, se maneja verbalmente, no se tienen facilidades para que el operador de montacargas identifique a tiempo el reabastecimiento, sino hasta que es informado por el operario.</li> <li>• Obstrucción de flujo por problemas en etapas aguas arriba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accionamiento local (encendido y apagado), permite estandarización y flujo continuo. Tiempo de mezclado visual. <b>ESTANDARIZACIÓN Y FLUJO CONTINUO.</b></li> <li>• <b>KANBAN Y GESTION VISUAL (5S)</b></li> <li>• <b>BALANCEO DE LA LÍNEA</b></li> </ul>
<b>Movimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la operación de enfardado de la estiba el operario debe realizar movimientos repetitivos alrededor de la estiba.</li> <li>• Una vez se empaca el producto y se sella, un operario debe voltear el saco y alistar la estiba.</li> <li>• Durante la etapa de preparación de los complementos, se tiene un exceso de movimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se cuenta con la herramienta para minimizar el movimiento del operario y permitir el movimiento de la estiba.</li> <li>• No se cuenta con la herramienta para realizar la operación. Esta actividad exige esfuerzo ergonómico y un recurso operativo solo dedicado a esta actividad.</li> <li>• Los movimientos excesivos del operario se deben a que gran parte de la operación implican actividades manuales que dependen del criterio de la persona que ejecuta la tarea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología para instalación del stretch (enfardadora semi-automática).</li> <li>• Tecnología para voltear el saco (bag Turner automático).</li> <li>• <b>5S – TRABAJO ESTANDARIZADO</b></li> </ul>

**Tabla 7 – Continuación. Identificación de causas de desperdicios y herramientas Lean a utilizar.**

Tipo de Desperdicio	Descripción del Desperdicio	Causas	Herramientas Lean
<b>Transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El movimiento interno de montacarga para manipulación de materia prima y producto terminado, evidencia rutas repetitivas que generan una congestión al interior de la planta (ver Anexo 1.1)</li> <li>• Durante la etapa de preparación de complementos se requiere en repetitivas ocasiones la intervención de la montacarga para manipulación de estibas.</li> <li>• Movimiento de material desde la bodega de materiales hacia la bodega interna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El flujo de material al interior de la planta evidencia recorridos repetitivos, especialmente por la ubicación de la bodega de almacenamiento interno de materia prima.</li> <li>• Para la adición de sacos al mezclador (plataforma de cargue), de manera que se requiere subir y bajar carga usando el montacargas.</li> <li>• Existen dos bodegas de almacenamiento de materia prima.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redefinición del layout de la planta (eliminación de bodega interna) y definición de rutas y redefinición de la carga laboral. <b>(BALANCEO DE LA LINEA)</b></li> <li>• Instalar plataforma a nivel para almacenamiento de ingredientes para preparación de mezclas y adición a la tolva de cargue (ver Anexo 1.2).</li> <li>• Redefinición del layout de la planta y definición de rutas (eliminación de bodega interna). <b>(BALANCEO DE LA LINEA)</b></li> </ul>
<b>Sobre producción:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario/No se cumple con lo pedido por el cliente.</li> <li>• Adiciones y cancelaciones al plan de producción.</li> <li>• Fallas de los equipos, por uso inadecuado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se maneja un sistema PUSH, sumado a una alta variabilidad de los pronósticos.</li> <li>• Equipos de hace más de 15 años, con un gran número de puntos de lubricación, puntos de mtto, puntos de inspección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>SISTEMA PULL</b></li> <li>• <b>SISTEMA PULL</b></li> <li>• Implementación de Mantenimiento Autonomo de <b>TPM</b> para definir puntos de lubricación e inspección.</li> </ul>

**Tabla 7 – Continuación. Identificación de causas de desperdicios y herramientas Lean a utilizar.**

Tipo de Desperdicio	Descripción del Desperdicio	Causas	Herramientas Lean
<p><b>Inventario:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario en proceso, en la entrada de algunas etapas. Ver Figura 9.</li> <li>• Se observa inventario de materia prima en la bodega de materiales, evidenciando inventarios de lento movimiento, o materia prima no disponible (vencido, deteriorado). Este inventario asciende a MUS\$ 600 y 128 sacos.</li> <li>• Se observa inventario de finos recolectados en las etapas de proceso y barredura recogida al final del turno.</li> <li>• Inventario bodega interna de materias primas que alimenta cada una de las etapas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el objetivo de minimizar la manipulación interna con el montacarga, el operario decide incrementar su inventario de materia prima.</li> <li>• Políticas de inventario de materia prima, diferencias en los pronósticos, sistema PUSH</li> <li>• Sistema insuficiente para la recolección de finos y no se cuenta con equipos diseñados para “0” fugas.</li> <li>• Política de inventario que busca reducir el traslado de materia prima desde la bodega de materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>KANBAN</b></li> <li>• <b>SISTEMA PULL</b></li> <li>• Equipo de transporte de finos para recuperación en línea y eliminación de fuente de suciedad (<b>TPM</b>)</li> <li>• <b>SISTEMA PULL</b> (eliminar el inventario)</li> </ul>

**Tabla 7 – Continuación. Identificación de causas de desperdicios y herramientas Lean a utilizar.**

Tipo de Desperdicio	Descripción del Desperdicio	Causas	Herramientas Lean
<p><b>Sobre procesamiento:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión repetitiva de las estibas</li> <li>• Revisión repetitiva del buen estado de los sacos vacíos.</li> <li>• Revisión de sacos empacados para el control de peso, utilizando balanza alterna.</li> <li>• Trazabilidad de fabricación (lotes materia prima) de forma manual, transcritas a Excel.</li> <li>• Uso de espacio, tiempo y capacidad para reprocesar los finos generados en el proceso. El operario al final de cada turno contabiliza el número de sacos que contienen finos.</li> <li>• Se observan fugas en los equipos, que obliga a desperdiciar tiempo al final del turno en la recolección y contabilización de barreduras (polvo en el piso).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación permanente de estibas genera el deterioro de las mismas, sumado al material frágil en que son fabricadas (madera).</li> <li>• Aunque la bodega de materiales realiza inspección de los materiales, las manipulaciones sucesivas, generan un deterioro de los mismos.</li> <li>• Falta de confiabilidad del sistema del control de peso de los sacos.</li> <li>• No se cuenta con una herramienta para realizar la captura de datos en línea.</li> <li>• El sistema de captación de finos no cuenta con sistema de recirculación/recuperación en línea con los procesos de mezclado. Falta de flexibilidad para independizar finos capturados por cada mezclador. Esta actividad genera actividades de empaque y desempaques de finos.</li> <li>• El deterioro de los sacos con producto, el manejo interno de sacos sin sellar para recolección de finos de manera que permitan ser recuperados, el proceso no está diseñado para "0" fugas ya que no se cuentan con accesorios de cierre hermético.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología para inspección del 100% de las estibas para retirar las defectuosas (<b>JIDOKA</b>).</li> <li>• Trabajar con el proveedor de sacos para llegar a cero defectos.</li> <li>• Confiabilidad de balanza de llenado, sin requerir de una verificación en balanza alterna (<b>TPM</b>)</li> <li>• Tecnología de código de barras para trazabilidad de lotes (<b>POKAYOKE</b>).</li> <li>• Equipos de transporte de fino hacia la tolva de cargue.</li> <li>• Implementación de Mantenimiento Autonomo del pilar de <b>TPM</b> para eliminación de fuentes de suciedad.</li> </ul>

### 7.5.1 Plan de implementación de 5S

Las "5 S" se refieren a las iniciales de otras tantas palabras japonesas y resumen un enfoque integral hacia el orden y la limpieza, que deben respetarse en todos los lugares y, en particular, en las plantas industriales, para lograr trabajar con eficiencia y seguridad.

1	Seiro	<i>CLASIFICACION</i>
2	Seinton	<i>ORGANIZAR</i>
3	Seiso	<i>LIMPIEZA</i>
4	Seiketsu	<i>ESTANDARIZAR</i>
5	Shitsuke	<i>DISCIPLINA</i>

Esta herramienta permite disminuir costos de alistamiento, inventario en proceso, inventario de producto terminado, materia prima y producto no conforme.

Requiere que las personas se concentren en realizar las tareas que generan valor, eliminando de plano las que no agregan, como buscar las cosas que no están en su sitio, repetir un trabajo, hacer lo que no se tiene que hacer, enfatiza el uso de la herramienta adecuada, el lubricante indicado, la información correcta, el lugar asignado, el respeto por la hora señalada y el orden establecido.

Con el objetivo de adoptar esta filosofía en la Planta de Mezclas secas para Panadería, se definen las siguientes etapas de implementación, con el respectivo impacto en cada una de ellas:

**Tabla 8. Plan de implementación 5S**

Etapa	Método	Impacto Esperado	Tiempo Requerido
Formalizar el compromiso de la Dirección	Apalancado del área de Gestión de Cambio y Comunicaciones internas, de la compañía.	Visibilidad desde la alta Dirección hasta el piso de producción.	2 semanas
Formalizar el área piloto para iniciar la implementación de 5S.		Resaltar el compromiso ante la compañía del equipo que conforma el área piloto.	1 semana
Definir los problemas a resolver	Debe ser definido por la Dirección de Planta	Definir indicadores claves que se esperan ser impactados: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo de no calidad.</li> <li>- Costo de inventario.</li> <li>- Costo de producción.</li> <li>- “0” condiciones inseguras o esfuerzos agotadores asociados al desorden.</li> <li>- Liberar espacio en planta.</li> <li>- Calidad de vida del equipo operativo.</li> <li>- Confiabilidad de los equipos.</li> </ul>	2 semanas
Entrenar al equipo productivo en metodología 5S.	Liderado por la Dirección de Mejoramiento Continuo. Explorar actividades de Benchmarking.	Involucramiento activo del personal.	1 mes
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar problemas relacionadas con las 3S.</li> <li>- Determinar las causas que originan el problema</li> </ul>	Clasificación: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poner en práctica jornada de tarjeteo del área sobre todos los elementos que se retiren.</li> <li>- Las tarjetas permiten clasificar si los elementos deben ser organizados, reparados, descartados, donados o vendidos. Ver Anexo 2.1</li> </ul> Organización:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar de los puestos de trabajo todo lo que no es necesario para operación y el mantenimiento.</li> <li>- Más espacio.</li> <li>- Mejor control del inventario.</li> <li>- Menos riesgos o condiciones inseguras.</li> <li>- Incremento en la calidad de vida del operario.</li> </ul>	3 meses

**Tabla 8 - Continuación. Plan de implementación 5S**

Etapa	Método	Impacto Esperado	Tiempo Requerido
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir acciones, planes y tiempos de ejecución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar las cosas útiles por orden según criterios de: Seguridad / Calidad / Eficacia (S – que no se puedan caer, que no se puedan mover, que no estorben, C – que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren, que no dañen el producto, E – Minimizar el tiempo perdido.</li> <li>- Uso de ayudas visuales para la ubicación de las cosas útiles que permitan mantener el orden “demarkación áreas para estibas, sacos, producto final”.</li> </ul> <p>Limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jornada de Limpieza</li> </ul> <p>Dado que la apariencia del lugar cambia rápidamente, es necesario documentar el punto de partida y los logros parciales alcanzados (videos, fotografías, etc)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimiza los tiempos de búsqueda o desplazamiento del operario para realizar una actividad.</li> <li>- Permite identificar rápidamente cuando algo falta o no está ubicado en el sitio adecuado.</li> <li>- Aumento de la vida útil de los equipos y las instalaciones.</li> <li>- Inocuidad del producto.</li> </ul>	
<p>Definir y monitorear indicadores</p>	<p>Indicadores como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avance del Programa “5S”. Ver Anexo 2.2</li> <li>- Variación del espacio libre “m2”</li> <li>- # defectos (sacos, empaque)</li> <li>- Calidad de vida “encuesta al personal”</li> <li>- Inventario en proceso</li> <li>- Reproceso</li> <li>- Seguridad “incidentes y condiciones inseguras”</li> </ul> <p>Aprovechar las reuniones actuales de mejoramiento continuo y monitorear el estado de implementación de 5S.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se hace visible el impacto de la metodología implementada.</li> <li>- Incrementa la motivación y el compromiso del personal, para continuar y mantener el programa.</li> </ul>	<p>3 meses</p>
<p>Implementar las ultimas 2S “Estandarización y Disciplina”</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recorridos a las áreas productivas por parte de directivos.</li> <li>- Socializar las fotos del antes y después a través de la Revista interna, concursos y reconocimientos.</li> <li>- Establecer rutinas diarias de aplicación “5 minutos de 5S”.</li> <li>- Realizar evaluaciones periódicas (mensuales-semestrales-anauales)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento en la eficacia del proceso</li> <li>- Incrementa el conocimiento de los equipos por parte de los operarios.</li> </ul>	<p>6 meses</p>

## 7.5.2 Plan de implementación de Trabajo Estandarizado

El trabajo estandarizado puede definirse como una efectiva combinación de trabajadores, materiales y máquinas con la que se busca fabricar productos de alta calidad, a bajo costo, con rapidez y seguridad (Hirano, 2009). Por esto el trabajo estandarizado es esencial para la implementación de un sistema Lean, en tanto que las etapas posteriores del proceso cuentan con que los procesos aguas arriba entreguen cierta cantidad de productos, en cierta cantidad de tiempo de manera confiable y repetible (The productivity Press Development Team, just in time for operators, 2002). La estandarización es el primer paso del mejoramiento, solo realizando el trabajo de la misma forma cada vez, se puede conocer si los cambios desarrollados están teniendo el resultado deseado.

Como se muestra en la figura el trabajo estándar consiste de tres partes

**Figura 11. Componentes del trabajo estandarizado**



Fuente: Just in Time for Operators, The Productivity Press Development Team, 2002.

**Fuente: Just in time for operators.**

Teniendo en cuenta los conceptos anteriores las actividades propuestas para implementar trabajo estandarizado en la línea de panadería de industrias XYZ son:

**Tabla 9. Plan de implementación de trabajo estandarizado**

Etapa	Método	Impacto Esperado	Tiempo Requerido
Formalizar la implementación de trabajo estandarizado en la planta de mezclas	Apalancado del área de Gestión de Cambio y Comunicaciones internas, de la compañía.	Visibilidad desde la alta Dirección hasta el piso de producción.	2 semanas
Definir los problemas a resolver	Debe ser definido por el Jefe de Planta en conjunto con el equipo operativo.	Definir indicadores claves que se esperan ser impactados: Tiempo de capacidad de producción por batch	1 semanas
Entrenar al equipo productivo en Trabajo estandarizado.	Liderado por la Dirección de Mejoramiento Continuo. Uso de Workshops.	Involucramiento activo del personal.	1 mes
Generación de estándares	Con la participación activa del personal desarrollar y documentar estándares de trabajo identificando el tiempo de ciclo, las secuencias de trabajo y el inventario de proceso estándar. Para la línea de panadería se requiere la creación de estándares de trabajo en las siguientes etapas: preparación de complementos, cargue, mezclado, estibado, empaque, enfardado y transporte de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estándares visuales que evidencia las herramientas utilizadas en la generación de los estándares de trabajo.</li> <li>• Gráfico de operaciones estándar</li> <li>• Gráfico de combinación de operaciones estándar. Anexo 3.1</li> <li>• Gráfico de métodos de trabajo (Lecciones de un punto) Anexo 3.2</li> </ul>	2 meses
Garantizar la sostenibilidad del modelo	Entrenar al personal nuevo actualizando el manual de operación y el plan de entrenamiento del personal.	- Sostenibilidad del modelo.	3 meses
Promover desarrollo de estándares más exigentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recorridos a las áreas productivas por parte de los directivos.</li> <li>- Socializar el impacto en los tiempos de ciclo: Revista interna, concursos y reconocimientos.</li> <li>- Monitorear los tiempos de ciclo (diarios, semanales, mensuales)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento en la eficacia del proceso</li> <li>- Incrementa el conocimiento de los equipos por parte de los operarios.</li> </ul>	6 meses

### **7.5.3 Plan de implementación de TPM**

El plan de implementación de TPM va totalmente orientado a incrementar la confiabilidad de los equipos y la disponibilidad de planta.

Partiendo de que la compañía cuenta con un área de soporte para la implementación de TPM, se debe considerar la implementación en la Planta de Mezclas Secas, como una réplica de las actividades ya realizadas para las otras áreas productivas.

Con el objetivo de adoptar esta filosofía se definen las siguientes etapas de implementación, con el respectivo impacto en cada una de ellas:

**Tabla 10. Plan de implementación de TPM**

Etapa	Método	Impacto Esperado	Tiempo Requerido
Formalizar la implementación de TPM en la Planta de Mezclas Secas.	Liderado por el área de soporte de TPM, formalizar esta actividad como parte del Plan Maestro ya establecido en la compañía.	Visibilidad desde la alta Dirección hasta el piso de producción.	2 semanas
Definir los problemas a resolver	Debe ser definido por la Dirección de Planta y el Facilitador de la Planta.	Definir indicadores claves que se esperan ser impactados: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maximizar la eficacia de la producción.</li> <li>- Confiabilidad de lo equipos (menor tiempo perdido por falla de equipos, menor número de fallas)</li> <li>- Ciclo de vida y aspecto de los equipos.</li> <li>- "0" condiciones inseguras.</li> <li>- Calidad de vida del equipo operativo.</li> <li>- Disminución fallas de proceso.</li> <li>- Disminución producto no conforme.</li> <li>- Fortalecer el análisis en la implementación de mejoras enfocadas.</li> </ul>	2 meses
Formar al equipo productivo en metodología TPM	Liderado por el Pilar de Educación y Entrenamiento y la Oficina de TPM. Apalancar el conocimiento y el avance adquirido en las plantas en donde ya ha sido implementado TPM (Área Piloto de la Compañía). Este entrenamiento involucra al equipo de Mantenimiento que brinda soporte a la Planta de Mezclas.	Involucramiento activo del personal.	2 meses

**Tabla 10 - Continuación. Plan de implementación de TPM**

Etapa	Método	Impacto Esperado	Tiempo Requerido
Implementar Mantenimiento Autónomo y Planeado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restaurar condiciones básicas de los equipos (eliminación de causas de deterioro, fuentes de suciedad y puntos de difícil acceso). Utilizar jornadas de tarjeteo.</li> <li>- Establecer estándares de limpieza, inspección y lubricación. Ver Anexo 4.1</li> <li>- Realizar inspección general de los equipos (modificar el equipo para facilitar la inspección, uso extenso de controles visuales, técnicas de inspección fáciles)</li> <li>- Realizar inspección general de los procesos</li> <li>- Actividades de mejora</li> <li>- Mejorar continuamente los equipos llevando registros del mantenimiento (MTBF, MTTR, # Fallas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar el deterioro de los equipos a través de una operación correcta y chequeos diarios.</li> <li>- Llevar el equipo a su estado ideal a través de su restauración y una gestión apropiada.</li> <li>- Establecer las condiciones básicas para prevenir el deterioro.</li> <li>- Incrementa la habilidad de los operarios para identificar de manera preventiva fallos en los equipos y en los procesos.</li> </ul>	3 meses
Definir y monitorear indicadores	<p>Indicadores como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avance del Plan “TPM”. Ver Anexos 4.2 y 4.3</li> <li>- # defectos (sacos, empaque)</li> <li>- Seguridad “incidentes reales y condiciones inseguras”</li> <li>- Confiabilidad de los equipos MTTR y MTBF</li> <li>- Eficiencia Operacional</li> </ul> <p>Aprovechar las reuniones actuales de mejoramiento continuo y monitorear el estado de implementación de TPM.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se hace visible el impacto de la metodología implementada.</li> <li>- Incrementa la motivación y el compromiso del personal, para continuar y mantener el programa.</li> <li>- “0” fallas, “0” defectos.</li> </ul>	6 meses

#### 7.5.4 Plan para balancear la línea de producción

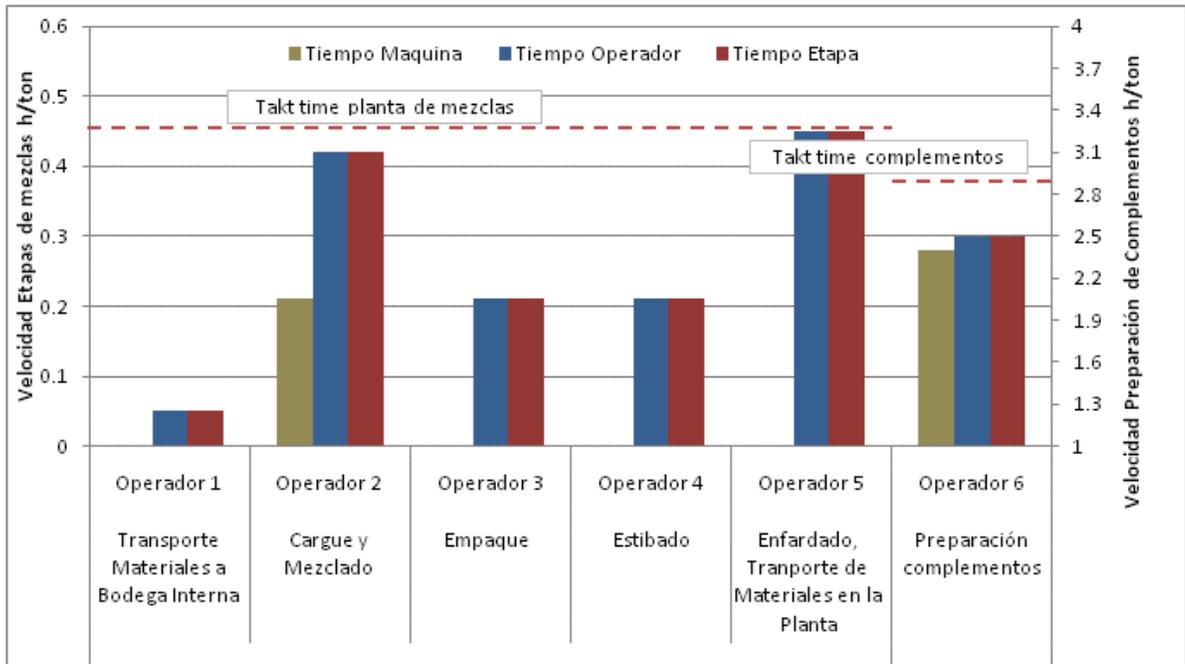
El balanceo de la línea Consiste en equilibrar las operaciones entre los medios (equipos) y las personas con el fin de cumplir el takt time. Esta técnica da flexibilidad a la operación y ayuda a equilibrar la carga laboral, asegurándose que nadie este desocupado por mucho tiempo o que esté trabajando excesivamente. El balanceo de la línea es una herramienta crítica cuando se trabaja bajo un sistema Pull pues a medida que la demanda cambia la línea debe ser balanceada para ajustarse a esta (The Productivity Press Development Team, Kanban for the Shopflorr, 2002).

Con el objetivo de adoptar esta técnica en la planta de mezclas secas para panadería, se proponen las etapas de implementación presentadas en la Tabla 11.

Una de las herramientas principales que se utilizan para esta actividad es el diagrama de balance de los operadores; en este se compara el tiempo de ciclo de cada operación con respecto al takt time, de tal manera que se hace evidente en que operaciones se tiene posibilidades de mejora.

En la Figura 12 se muestra el diagrama de balance de operadores que actualmente se tiene en la planta.

**Figura 12. Diagrama de balance de operadores condición actual**



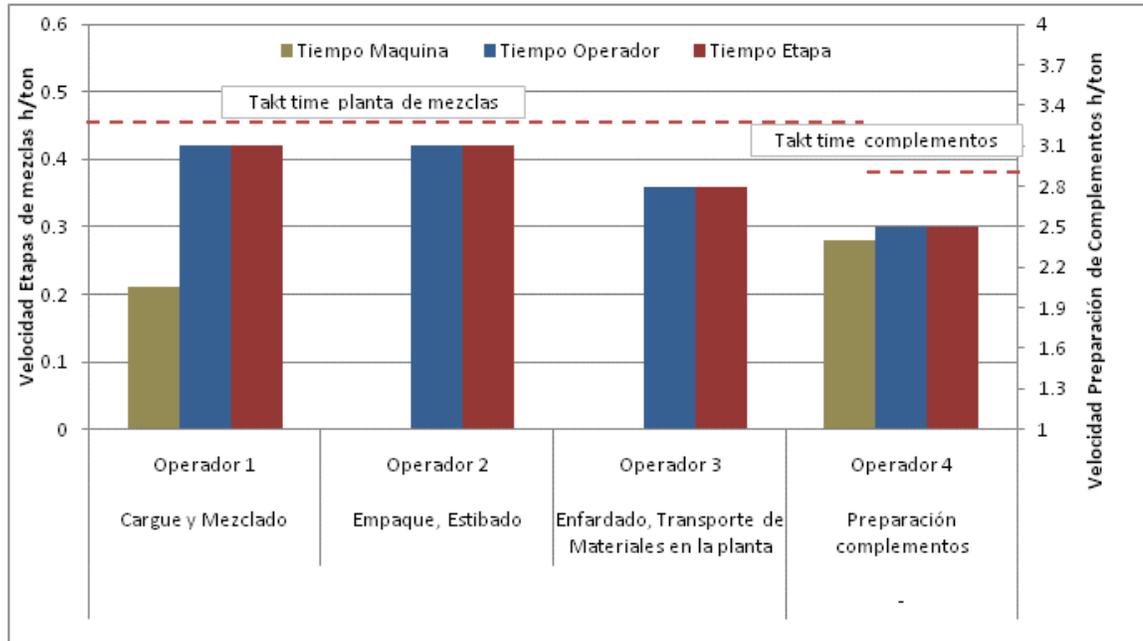
De la figura anterior se observa que con los recursos y la distribución de actividades actual, hay una capacidad de producción mayor a lo que la demanda requiere, lo que indica que hay desperdicio y recursos subutilizados. También se muestra que dentro de las etapas el recurso limitante es el tiempo del operador y no el de los equipos.

**Tabla 11. Plan de implementación para balancear la línea**

Etapa	Método	Impacto Esperado	Tiempo Requerido
Formalizar el compromiso de la Dirección	Apalancado del área de Gestión de Cambio y Comunicaciones internas, de la compañía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar el compromiso desde la alta dirección hasta el piso de producción.</li> <li>- Asegurar la disponibilidad de recursos que se requieran.</li> </ul>	1 mes
Formalizar el área para iniciar el balanceo de la línea.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Involucrar al personal del área durante el desarrollo y la implementación del plan de mejoras.</li> <li>- Menor resistencia al cambio.</li> </ul>	1 mes
Entender el sistema actual identificando las oportunidades de mejora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapear las operaciones actuales.</li> <li>- Realizar diagrama de balance de los operadores de la condición actual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar oportunidades para ajustar el tiempo de ciclo de las operaciones al takt time.</li> <li>- Identificar cuellos de botella en la operación</li> </ul>	2 meses
Introducir cambios explotando las oportunidades de mejora del sistema actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar la distribución de la planta</li> <li>- Aplicar 5s.</li> <li>- Aplicar en todas las operaciones los métodos desarrollados de trabajo estandarizado.</li> <li>- Redistribución de actividades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acercar el tiempo de ciclo al takt time.</li> <li>- Identificar el número de operadores necesarios en la línea</li> <li>- Reducir el costo de producción.</li> <li>- Reducir las condiciones inseguras</li> <li>- Reducir los tiempos de espera</li> </ul>	1 meses
Entrenar al equipo de operadores en multihabilidades	Seguir el modelo actual de autodirección	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Involucrar activamente al personal.</li> <li>- Reducir las fallas en las operaciones.</li> <li>- Ganar flexibilidad en las operaciones.</li> </ul>	0 meses
Ajustar la producción a la demanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balancear la línea ajustándola a la demanda.</li> <li>- Flexibilidad en las operaciones a través de equipo de trabajo con multihabilidades.</li> <li>- Explotar los cuellos de botella. Asignar recursos adicionales a estos cuando se requieran.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar el cumplimiento al cliente.</li> </ul>	3 meses

En el Anexo 5 se presenta un listado de actividades de mejora que permiten reducir desperdicios y balancear la línea. La Figura 13 muestra el diagrama de balance de operaciones que se espera tener al ejecutar estas actividades.

**Figura 13. Diagrama de balance de operadores condición futura**



Como se observa en la figura después de implementar los cambios se espera tener una línea más equilibrada y con un takt time de 0.47 h/ton se puede liberar dos operadores de la operación. Estas deben ser reubicadas en otra área de la compañía en donde se requieran, por ejemplo como líderes de proyectos de mejora.

En caso de un incremento en la demanda se debe realizar un nuevo balanceo de la línea; dado que el tiempo de los operadores es el factor limitante del tiempo de ciclo de las operaciones, es posible realizar el ajuste de la producción con un incremento en la fuerza laboral ubicando dos operarios en la etapa de cargue y dos personas para las etapa de empaque, estibado y enfardado. En caso que el incremento de la demanda lo requiera se debe considerar invertir en algunas de las tecnologías mencionadas en la Tabla 7, por ejemplo el bag Turner o la enfardadora automática.

## 7.6 Adoptar un sistema Pull.

Para la implementación de un sistema Pull, y con base en la literatura se definen las siguientes etapas (TheProductivity Press Development Team, Pull Production for the Shopflorr, 2002):

- Identificar el proceso actual.
- Ubicar los equipos y/o las operaciones en secuencia.
- Diseño de celdas de manufactura.
- Iniciar el sistema Kanban.

**Identificar el proceso actual.** Esta etapa consiste en estudiar el estado actual de las operaciones. Este estudio se realiza en la sección 7.4 del trabajo, en esta se realiza la descripción del proceso y del flujo de información, se identifican los desperdicios presentes y finalmente se presenta el value stream map de la situación actual.

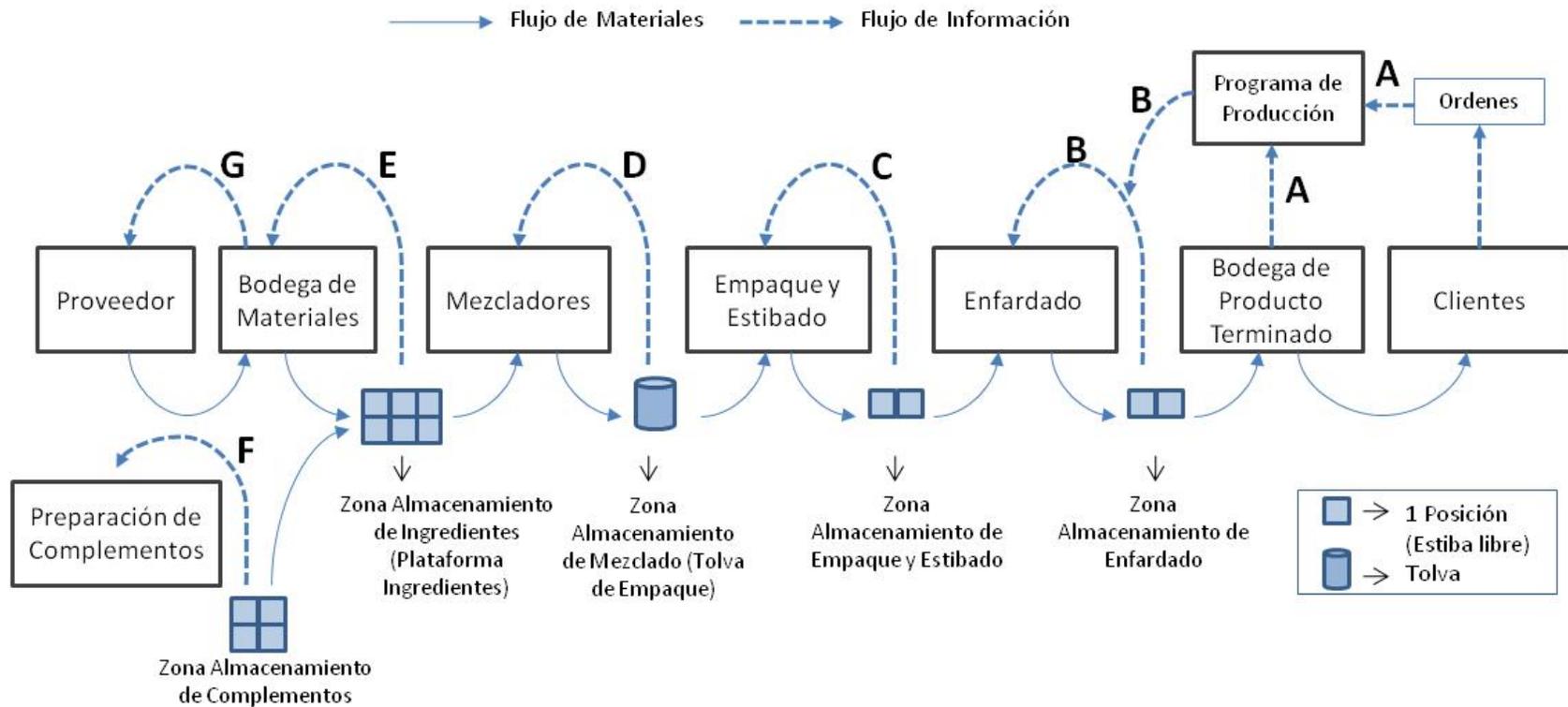
**Ubicar equipos y/o operaciones en secuencia:** esta etapa, busca tener una distribución de planta basada en la secuencia del proceso. El sistema actual de producción, satisface esta condición de distribución de equipos en función de flujo de proceso desde la materia prima hasta el producto terminado. Las etapas y la secuencia dentro del proceso son: preparación de complementos, alistamiento de materiales, mezclado, empaque y entrega de producto terminado, explicados en el numeral 7.4.1.

**Diseño de celdas de manufactura:** Aunque el producto no consiste de partes discretas no se puede identificar estrictamente una celda de manufactura, pero es posible replicar los conceptos Lean relacionados con estas, entendiendo todo el sistema de producción de la línea de panadería como una celda de manufactura. Para adaptar estos conceptos a las operaciones, en la sección 7.5 se cubren temas como balanceo de la línea, eliminación de desperdicios, y operarios multifuncionales (equipos autodirigidos), los cuales están directamente relacionados con la puesta en marcha de celdas de manufactura.

**Iniciar el sistema Kanban:** En el Anexo 5.1 se identifican las zonas de almacenamiento y el Kanban para cada etapa del proceso.

Teniendo en cuenta las etapas descritas, en la siguiente figura se muestra la propuesta del funcionamiento del sistema pull, en la línea de panadería de industrias XYZ.

Figura 14. Descripción del sistema Pull.



El Flujo de información está dado de la siguiente manera:

**A:** Con las órdenes de compra y teniendo en cuenta el inventario de la bodega de producto terminado (máximo 8 días de inventario) se crea el programa de producción.

**B:** Se arranca la etapa de enfiado cuando exista una orden de producción y exista una posición (estiba) disponible en la zona de almacenamiento de enfiado. Cuando se agoten las posiciones disponibles esta etapa debe parar.

**C:** Se inicia el empaque y estibado cuando exista una posición disponible en la zona de almacenamiento de empaque y estibado. Cuando se agoten las posiciones disponibles esta etapa debe parar.

**D:** Se inicia el mezclado cuando el nivel de la tolva de empaque sea menor a 60%.

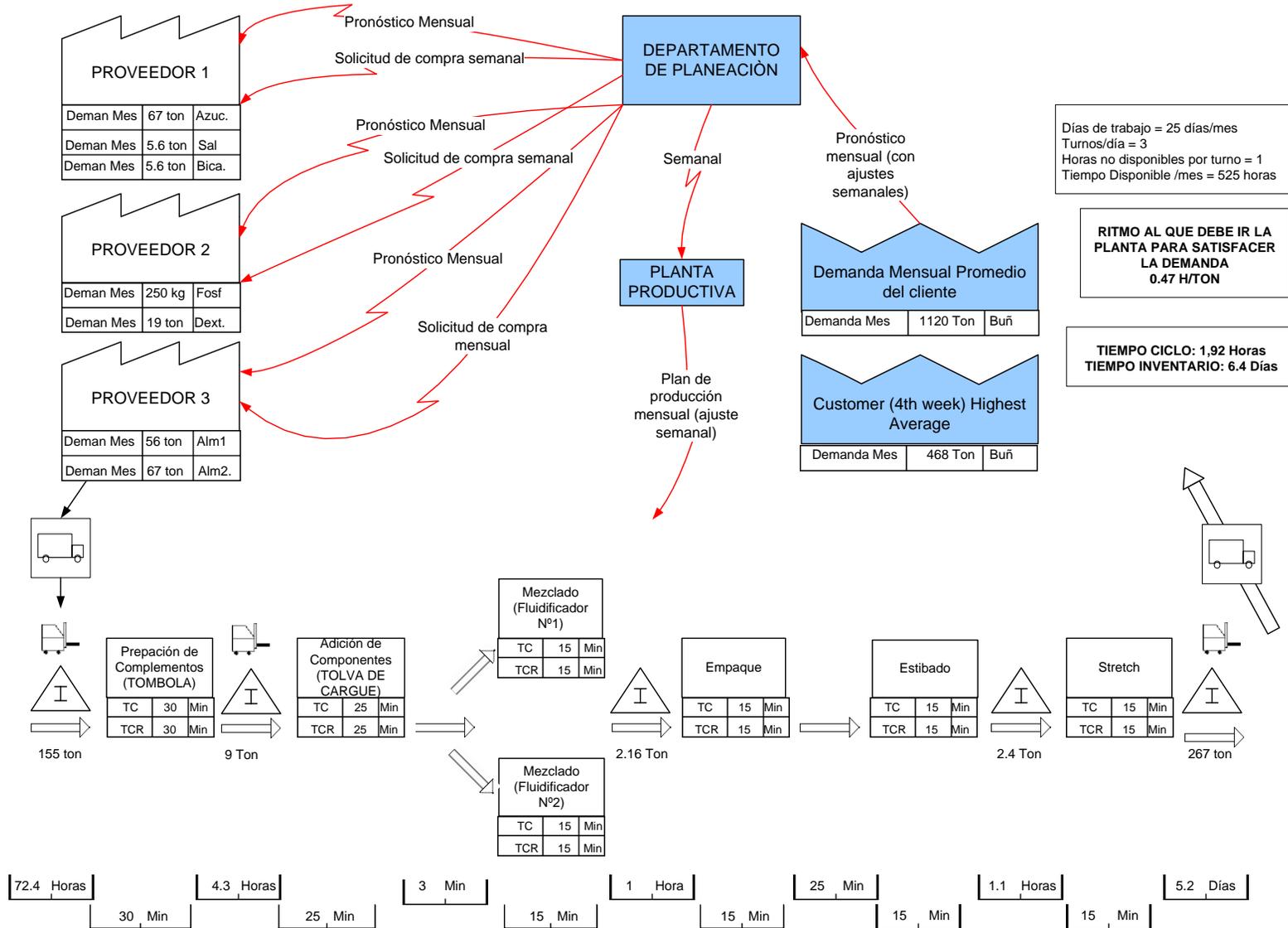
**E:** Se inicia el abastecimiento de ingredientes cuando existan posiciones disponibles en la plataforma de ingredientes.

**F:** Se inicia la preparación de complementos cuando existan posiciones disponibles en la zona de almacenamiento de complementos. Cuando se agoten las posiciones disponibles esta etapa debe parar.

**G:** Se inicia la compra de materiales a proveedores cuando el inventario del material sea menor a 4 días.

Una vez definido el sistema pull, se construye el Value Stream Map propuesto (ver Figura 15). Se resalta que después de aplicar las herramientas Lean, se espera una reducción en el inventario total en proceso de 17 días a 6.4 días.

**Figura 15. VSM Propuesto**



## 7.7 Versión Integrada de los Planes de Implementación

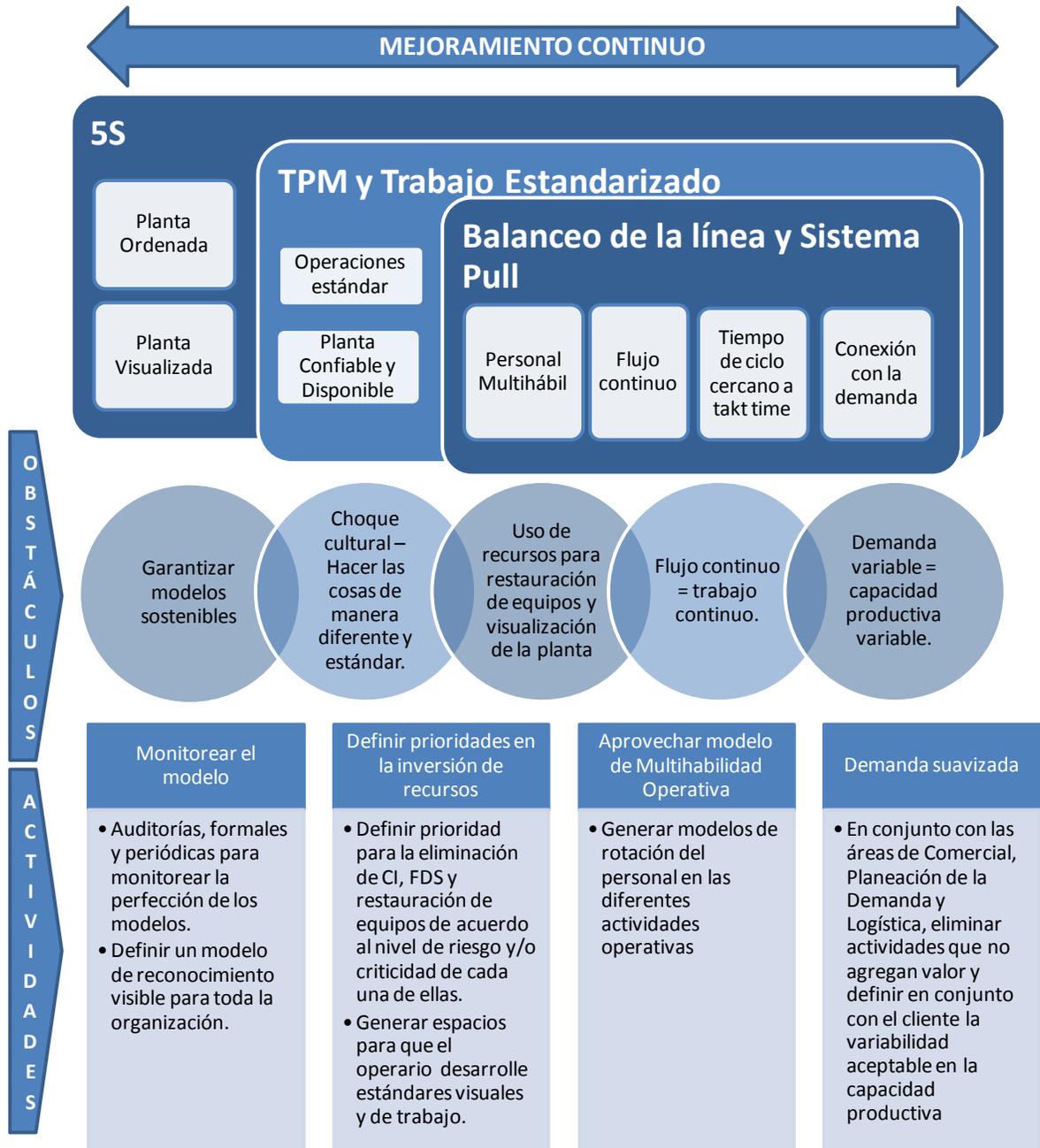
Después de detallar cada uno de los planes en los numerales anteriores, la Tabla 12 muestra la implementación conjunta de cada de las herramientas entendiendo las dependencias entre cada una de las fases de implementación (Figura 16 Dependencia de los Planes de Implementación). De esta manera se integra tanto el análisis de las situaciones y uso de las diferentes herramientas de Lean con las conclusiones o efectos que nacen a partir de ellas.

**Tabla 12. Impacto esperado con la implementación de las herramientas Lean seleccionadas**

TIEMPO	IMPACTO	PLAN
De 5 a 6 meses	Preparación del Lanzamiento, Entrenamiento y Capacitación	Lanzamiento y Entrenamiento
De 7 a 8 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta ordenada.</li> <li>• Grupos de trabajo cómo líderes autónomos de las máquinas.</li> <li>• Gráficos de control de proceso en su sitio.</li> <li>• Tiempo de ciclo estandarizado.</li> <li>• Planta confiable.</li> <li>• Planta visualizada.</li> <li>• Sustancial mejora del OEE.</li> </ul>	5S Trabajo Estandarizado TPM
De 5 a 6 semanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo continuo de materiales.</li> <li>• Línea de producción balanceada con TAKT time.</li> <li>• Kanban en el flujo de materiales de producción.</li> </ul>	Balanceo de Línea Kanban
De 5 a 7 semanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de cero defectos</li> <li>• Máxima eficiencia de máquinas</li> <li>• Capacidad alineada con la demanda del cliente</li> </ul>	PULL

Para toda implementación de planes de mejoramiento continuo, especialmente cuando la cultura organizacional es un factor clave, existen obstáculos que deben ser identificados de manera previa, con planes específicos que permitan enfrentarlas y evitar que la implementación fracase o no genere los resultados esperados. La Figura 16, muestra la dependencia entre cada una de las etapas de implementación, además de obstáculos comunes entre ellas y actividades específicas que permiten superar las dificultades que pueden presentarse.

Figura 16. Versión Integrada de los Planes de Implementación



Una vez implementados los planes y alineado la capacidad de la planta productiva con la demanda del cliente, se logra un grado de madurez suficiente para extender el modelo hacia los proveedores, clientes y toda la cadena de distribución, por lo tanto se sugieren actividades como:

- Alinear la frecuencia y los sitios de entrega con la demanda del cliente. Optimización de los costos logísticos, garantizando la frecuencia de despachos y tamaños de carga óptimos para el flujo de valor.
- Fortalecer el sistema Pull con los proveedores y clientes. Retar a nivel mínimo de inventario.
- Diseño de capacidad e instalaciones Lean tales como: actualización tecnológica, eliminación de monumentos que elevan inventarios en proceso, cambio de tamaño de lote, cambio en layout, etc.

## **7.8 Buscar la perfección**

Sin importar cuanto tiempo y recursos se han invertido, siempre existirán más y mejores formas para reducir los desperdicios, de hecho a medida que se especifique el valor, se identifique la cadena de valor, se permita que el valor fluya y se deje halar el valor desde los clientes (pull), más y más desperdicios saltarán a la vista, y de la misma forma más y más mejoras se realizarán en la compañía para reducirlos. Buscar la perfección consiste en aplicar el mejoramiento continuo (kaizen) para de manera continua y sin descanso eliminar desperdicios y a su vez ofrecer un producto que sea cada vez más cercano a lo que el cliente quiere (Womack y Jones, 1996).

En el proceso de la búsqueda de la perfección se debe priorizar la eliminación de desperdicios y focalizar la asignación de recursos, esto implica: definir objetivos de mejora retadores, evaluar y seleccionar proyectos para alcanzar estos objetivos, designar recursos para que estos proyectos se lleven a cabo y establecer metas numéricas de mejoramiento que permitan el realizar un seguimiento del grado de alcance de los objetivos y del impacto sobre la organización (Womack y Jones, 1996).

Un proyecto de implementación de Mejoramiento Continuo no es más que una serie de etapas o actividades ordenadas en el tiempo para el logro de un objetivo y se expresa comenzando con los indicadores que permiten visualizar el modelo hasta los resultados claves esperados para el negocio.

El desarrollo de cada plan de implementación definido en este trabajo, genera una serie de impactos que al correlacionarse con otros efectos fortalecen el modelo y facilitan el logro de los objetivos.

En la Figura 17 se muestra un diagrama de relaciones que permite comprender y predecir las relaciones directas primarias entre los programas de implementación de las herramientas Lean y los efectos sobre el desempeño del negocio de Panadería. Este permite entender cómo a través del mejoramiento continuo se apalanca y fortalece la implementación de todas las actividades de manera que genera un modelo dinámico y reforzador del comportamiento del negocio.

A continuación se explican las relaciones causales más importantes encontradas para los planes de implementación que se presentan en la figura 17.

### **7.8.1 Plan “5S”**

Con un foco en la limpieza y el orden, se mejora el flujo de proceso, se optimiza la distribución de los espacios de trabajo, se proyecta una planta segura, y se visualizan oportunidades de mejora para cada desorden en el flujo de los procesos. Este primer paso se convierte en la base para generar pertenencia del personal operativo con el lugar de trabajo, de esta manera es posible migrar a modelos como TPM, Trabajo Estándar, Línea Balanceada y sistemas Pull, en la medida en que el operario define estándares visuales que permiten rápidamente identificar como desorden las fallas en los equipos, en los procesos, los inventarios y los defectos de calidad.

### **7.8.2 Plan “Trabajo Estandarizado”**

En la medida en que el equipo operativo identifica que los tiempos perdidos por fallas en los procesos y los defectos de calidad se relacionan con falta de procedimientos, se hace necesario generar un trabajo y conocimiento estándar, eliminando prácticas individuales no adecuadas.

Por otro lado, un Trabajo estándar unido a un modelo de entrenamiento del personal con multihabilidad, fortalece el conocimiento de los procesos y la generación de estándares más exigentes, en términos de productividad y calidad.

### **7.8.3 Plan “TPM”**

En la medida en que el equipo operativo fortalece sus procedimientos y estándares de trabajo, y desarrolla la habilidad para identificar desperdicios, crece la exigencia en confiabilidad y disponibilidad de planta; es aquí donde el modelo de TPM complementa el mantenimiento de los equipos, trabajando fuertemente en reducir la frecuencia de fallas y el tiempo requerido para el mantenimiento. A través de planes preventivos, predictivos y correctivos, se definen equipos y repuestos de alta prioridad y se visualiza el mantenimiento como una herramienta que garantiza y aumenta la vida útil de los equipos.

### **7.8.4 Plan “Balanceo de la Línea”**

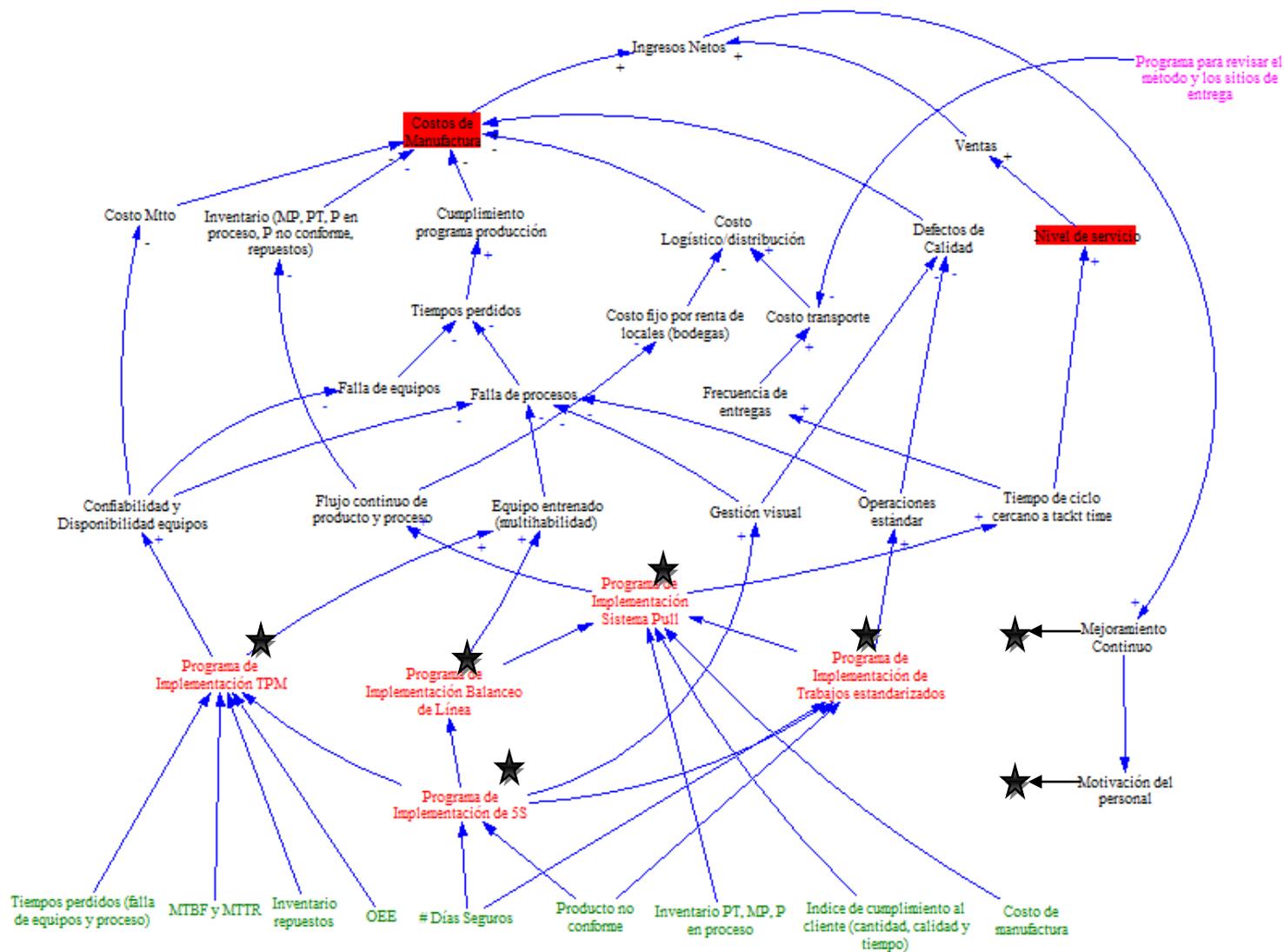
Una vez se logra una planta ordenada, con operaciones estándar, confiable y con personal calificado en diferentes habilidades, se hace necesario, balancear las operaciones entre los

equipos y las personas, buscando una capacidad productiva lo suficientemente flexible que se adapte a los requerimientos del cliente, sin desperdiciar tiempo o trabajar de manera excesiva.

#### **7.8.5 Plan “Sistema Pull”**

Finalmente, se generan las condiciones para migrar de un sistema Push a un sistema Pull, garantizando un flujo continuo, eliminando el desperdicio y con una flexibilidad productiva que permite lograr tiempos de ciclos cercanos al tiempo requerido por el cliente, elevando el nivel de servicio y disminuyendo el costo de manufactura.

Figura 17. Diagrama de relaciones



## 8 CONCLUSIONES

A continuación se presentan las principales conclusiones derivadas de la investigación.

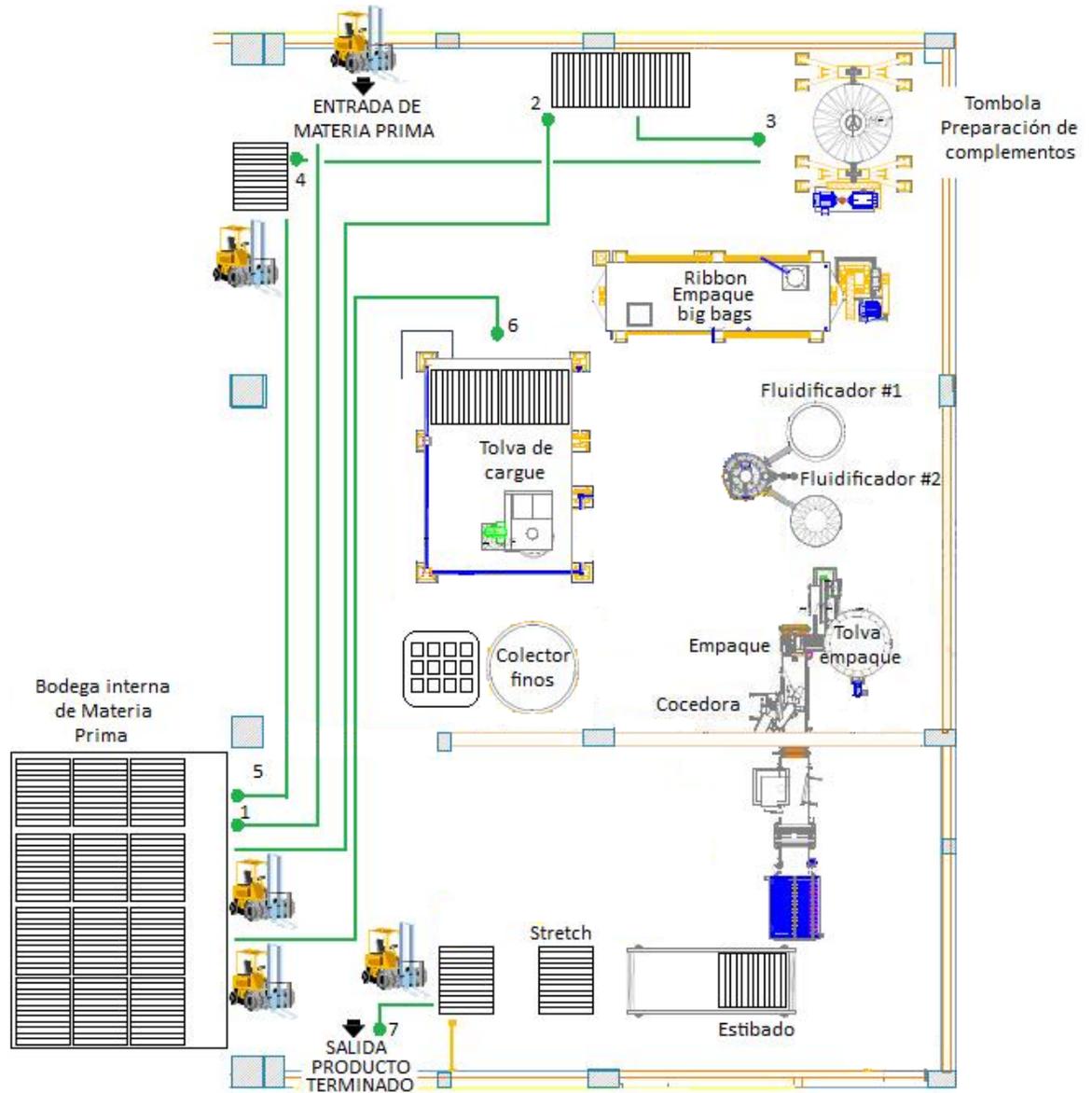
- En este trabajo se ha adaptado y aplicado una metodología de implementación de Lean Manufacturing. La metodología se fundamenta en modelos existentes en la literatura, pero es desarrollada y adaptada para su aplicación a nivel operativo, a las circunstancias particulares de la línea de mezclas de ingredientes de panadería de la empresa en estudio. Durante el trabajo se proponen planes de implementación específicos con una secuencia determinada, de varias herramientas Lean que buscan el mejoramiento del sistema productivo del caso de estudio.
- Después de estudiar en detalle el estado actual del proceso, se identificaron los desperdicios y las posibles herramientas Lean a utilizar para eliminarlos. Teniendo en cuenta las prioridades de la organización, los recursos disponibles y lo recomendado por la literatura, se seleccionaron las herramientas Lean específicas para el mejoramiento del sistema productivo de la línea de Panadería del caso de estudio. De acuerdo a esto, el trabajo propone planes de implementación en donde se definen las actividades y el orden de ejecución específicas para la implementación de: 5S, Trabajo Estandarizado, TPM, Balanceo de la línea y el diseño de un sistema Pull en la línea de mezcla de ingredientes de panadería de la empresa en estudio.
- Al seguir la metodología de implementación propuesta y al poner en marcha la aplicación de las herramientas Lean, se esperan mejoras significativas en el sistema productivo, especialmente mejoras en los costos de producción y en el nivel de servicio de la línea de panadería de la empresa en estudio. Algunas de las mejoras específicas que se esperan son: reducción de inventario al eliminar la bodega interna de materia prima y reducir el producto en proceso y producto terminado, pasando de 17 días a 6.4 días de inventario; mayor involucramiento del personal en el mejoramiento y en la reducción al máximo de los desperdicios en las operaciones; mejor aprovechamiento del recurso humano al redistribuir las funciones con el balanceo de la línea, para una demanda de producción normal (1200 Ton/mes) se reduce de 6 a 4 operadores; seguridad al reducir condiciones de trabajo inseguro, con la nueva distribución de la planta se independizan las zonas de tránsito operadores y montacargas, adicionalmente al reducir las operaciones de la montacarga, se reduce el nivel de acumulación de gases de combustión al interior del área, promoviendo un ambiente más saludable de trabajo y finalmente se propone un sistema más flexible a la demanda real al cambiar de un sistema push a uno pull.
- Aunque la metodología de implementación propuesta se puede extender hacia otras áreas productivas de la organización, incluso a otras organizaciones, cabe aclarar que las herramientas utilizadas en este trabajo no son herramientas universalmente

aplicables en todos los casos. La selección de las herramientas depende de los desperdicios que se decidan eliminar en cada caso particular, de acuerdo a su impacto, las necesidades y los recursos disponibles de cada organización. Para asegurar el éxito de implementación del modelo Lean es necesario constantemente priorizar esfuerzos, definir objetivos específicos y retadores, crear planes y asignar recursos, monitorear el impacto y actualizar todo lo anterior de acuerdo a las variaciones de la realidad en la organización.

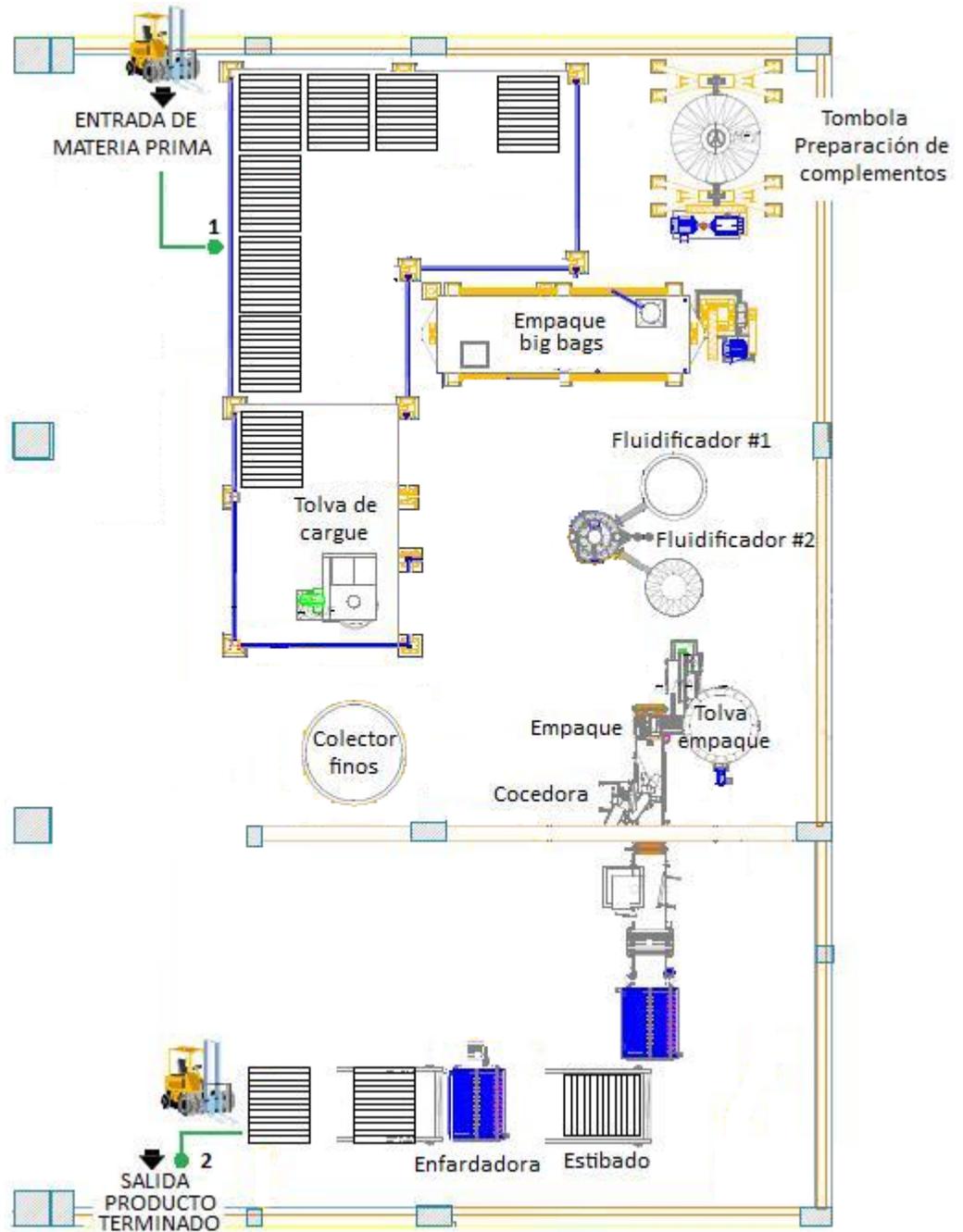
- Para extender el modelo se recomienda integrar en el mediano plazo a los proveedores, clientes y toda la cadena de distribución en un sistema Lean. De esta manera se logrará el mínimo inventario, el más alto nivel de servicio y la mayor rentabilidad de toda la cadena de abastecimiento.
- Para implementar este tipo de herramientas se debe tener una relación muy cercana con los proveedores. Es importante especificar los cambios en la forma de compra y en los tiempos de entrega, y definir si los proveedores están dispuestos a aceptar estos cambios.

## ANEXO 1. DISTRIBUCION PLANTA DE MEZCLAS Y RUTAS MONTACARGA

### ANEXO 1.1 Recorrido realizado por los operadores de montacargas. Situación actual.



**ANEXO 1.2 Condición Futura. Recorrido realizado por los operadores de montacargas.**



## ANEXO 2. FORMATOS IMPLEMENTACIÓN 5S

### Anexo 2.1. Contenido de una etiqueta roja.

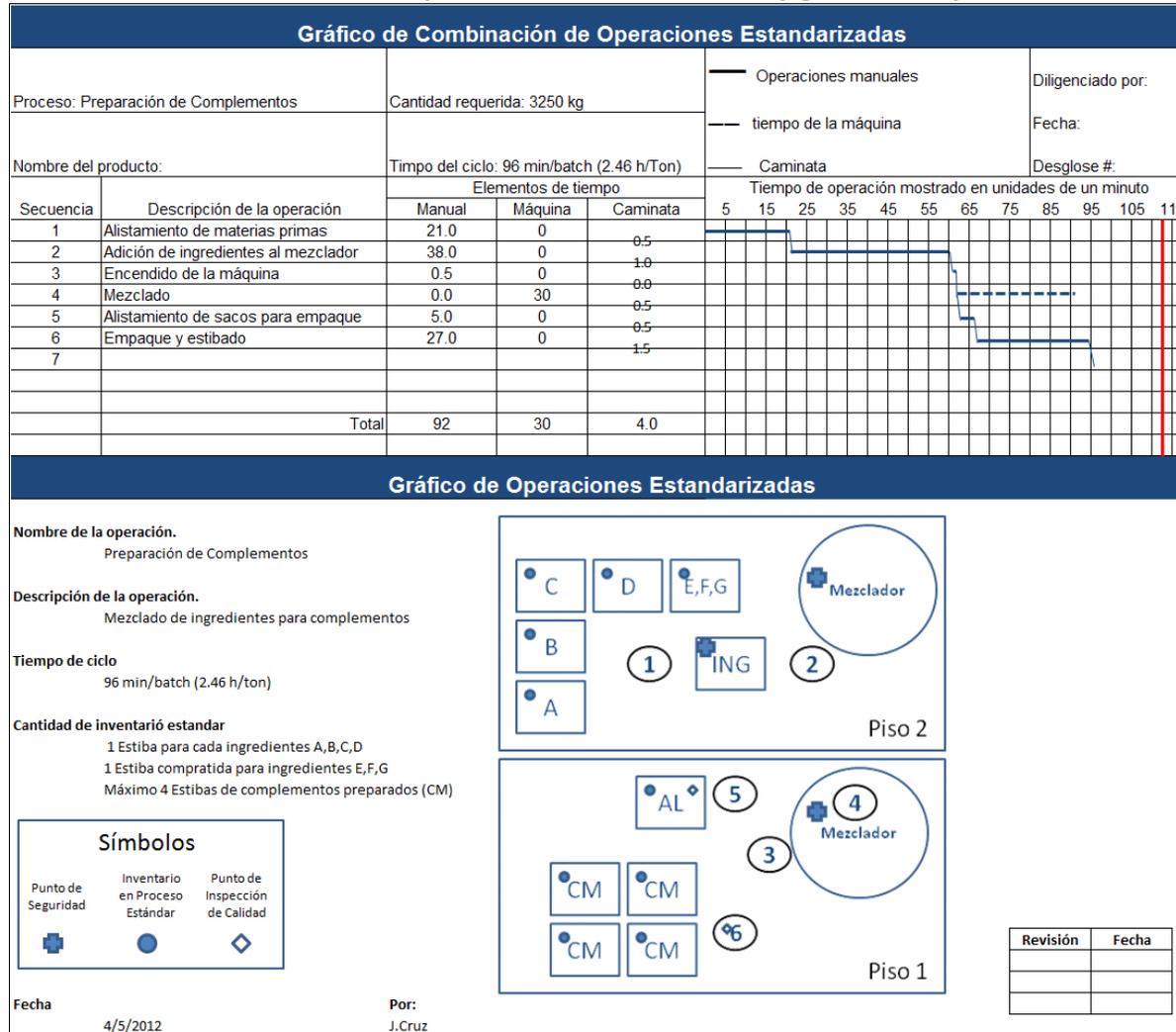
Fecha de inicio	D/M/A
Nombre y Apellido del emisor	
Categoría del insumo a retirar del lugar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materia Prima</li><li>• Material en Proceso</li><li>• Repuestos para Mantenimiento</li><li>• Herramientas y accesorios de Equipos de Producción</li><li>• Productos Terminados</li><li>• Otros</li></ul>
Nombre del Insumo	
Cantidad	
Razones por las que debe ser retirados del lugar:	<ul style="list-style-type: none"><li>• No necesario</li><li>• Defectuoso</li><li>• Obsoleto</li><li>• Excedente</li><li>• No se conoce su aplicación/uso</li><li>• Material de desecho</li><li>• Otro</li></ul>
Fecha de cierre de la Tarjeta	
Responsable de la tarjeta	<ul style="list-style-type: none"><li>• Producción</li><li>• Mantenimiento</li><li>• Jefe de Área/Alta Dirección</li></ul>
Firma	
Observaciones	

## Anexo 2.2 Evaluación de un Programa “5S”

AREA:		EVALUADOR:
FECHA: D/M/A		PUNTAJE FINAL:
PUNTAJES:		
0 No implementado.		3 Implementación desarrollada.
1 Implementación incipiente.		4 Implementación avanzada.
2 Aceptable. Implementación parcial.		5 Implementación Total
Categoría	Aspecto a Evaluar	Punt.
<b>Evaluación de la Selección de lo Necesario/ Innecesario:</b>	¿Hay máquinas, equipos, estanterías, mangueras, bombas, etc que no se usan en el proceso productivo, y que están en el sector?	
	¿Existen materias primas innecesarias para el Plan de Producción actual y el de la próxima semana?	
	¿Existen herramientas, repuestos, piezas varias, que son innecesarias?	
	¿Se han identificado con tarjetas rojas los elementos innecesarios?	
<b>Evaluación del Orden</b>	¿Se encuentran correctamente identificadas las materias primas?	
	¿Están almacenadas las materias primas cada una en su lugar reservado?	
	¿Se encuentran demarcadas y libres de obstáculos, las zonas de circulación?	
	¿Se encuentran señalizadas la ubicación de las herramientas?	
<b>Evaluación de la Limpieza</b>	¿Se encuentran señalizadas y en su lugar los extintores y demás elementos de seguridad?	
	¿Están los suelos limpios?	
	¿Están limpias las máquinas?	
	¿Hay recipientes para recolectar los desechos en forma selectiva?	
<b>Evaluación de la Estandarización</b>	¿Están los recipientes limpios, con su respectiva tapa y correctamente identificados (análisis fisicoquímico, análisis microbiológico, contramuestra)?	
	¿Están identificadas correctamente las tuberías para el agua suave, agua cruda, agua desmineralizada, aire de instrumentación, aire para proceso, producto?	
	¿Están bien pintados los equipos, las líneas que demarcan las áreas de almacenamiento?	
	¿Existe un manual estandarizado de procedimientos e instructivos de trabajo para realizar las tareas de orden y limpieza?	
<b>Evaluación de la Disciplina</b>	¿Las personas tienen su uniforme limpio y sus elementos de seguridad individuales en uso permanente?	
	¿Se ejecutan las tareas rutinarias según los procedimientos específicos?	
	¿Se respeta la puntualidad y la asistencia a los eventos relacionados con la implementación del Programa de las “5S”?	
<b>Resultados de la Evaluación</b>	Fecha de la anterior evaluación: D/M/A Puntaje: ** puntos Fecha de la primera evaluación: D/M/A Puntaje: ** puntos Objetivo a alcanzar: >70 puntos	

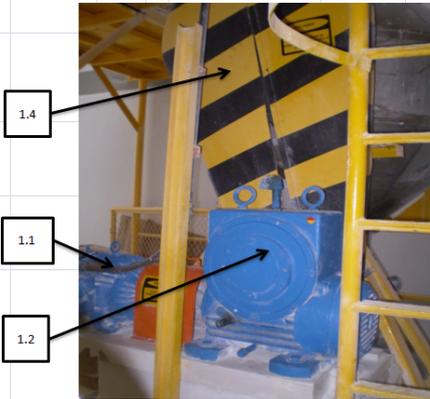
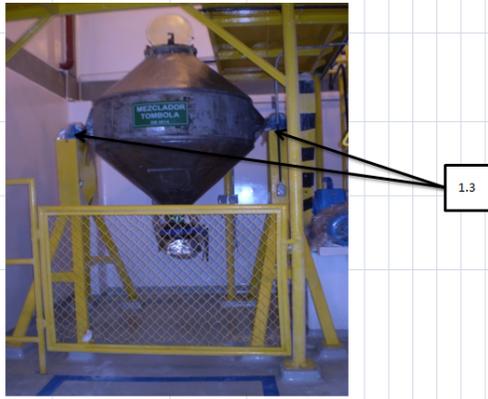
### ANEXO 3. FORMATO IMPLEMENTACIÓN TRABAJO ESTANDARIZADO

#### ANEXO 3.1 Gráfico de combinación de operaciones estandarizadas y gráfico de operaciones estandarizadas



## ANEXO 4. FORMATOS IMPLEMENTACIÓN TPM

### ANEXO 4.1 Estándar de Mantenimiento Autónomo. Preparación Complementos

Estándar de Mantenimiento Autónomo - TPM																	
Planta / Proceso:			Elaborado por:			Revisión N°:											
Área / Equipo:			Código:			Fecha de Elaboración:			Fecha:								
DIAGRAMA																	
																	
N	IDENTIFICACION DEL EQUIPO		ACTIVIDAD	TIPO	PUNTOS	CANTIDAD	HERRAMIENTA	TIEMPO (minutos)	RESPONSABLE	FRECUENCIA							
	CODIGO	NOMBRE								D	S	Q	M	2M	3M	4M	
1.1		MOTOR	INSPECCION Y LUBRICACION DEL MOTOR	■	1		ACEITERA	10	LUBRICADOR	●							
1.2		REDUCTOR	INSPECCION DE NIVEL DE ACEITE	●	1		ACEITERA	10	LUBRICADOR	●							
1.3		CHUMACERAS	INSPECCION Y LUBRICACION	■	2		GRASERA	10	LUBRICADOR	●							
1.4		CADENA	INSPECCION Y LUBRICACION	▲	1		ACEITERA	10	LUBRICADOR	●							
<b>TOTAL</b>								40									

**ANEXO 4.2 Formato para monitorear el avance de implementación de MA**

<b>AREA:</b>		<b>EVALUADOR:</b>
<b>FECHA: D/M/A</b>		<b>PUNTAJE FINAL:</b>
<b>PUNTAJES:</b> 0 No implementado. 1 Implementación parcial.		3 Implementación avanzada. 4 Implementación Total
<b>Categoría</b>	<b>Aspecto a Evaluar</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Evaluación de la limpieza inicial:</b>	¿Se ha eliminado el polvo y la suciedad de los equipos?	
	¿Existen elementos innecesarios junto a los equipos?	
	¿Los equipos tienen identificados las partes más importantes a mantener limpias?	
	¿Se tienen identificadas las condiciones óptimas de los equipos?	
	¿Se han identificado con tarjetas aquellos equipos que requieren eliminación de fuentes de contaminación?	
<b>Evaluación de las fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso:</b>	¿Se han identificado las causas de generación de fuentes de contaminación?	
	¿Existen Lecciones de un punto LUP para reconocer anomalías que garanticen el estado óptimo de los equipos?	
	¿Se encuentran identificadas las áreas de difícil acceso?	
	¿Se encuentran priorizadas y definidos los planes de implementación para eliminar las fuentes de contaminación crónicas y lugares de difícil acceso?	
<b>Evaluación de los estándares de limpieza y lubricación:</b>	¿Se han formulado estándares de limpieza y lubricación: sitio y frecuencia?	
	¿Se han identificado junto a los equipos los puntos clave para garantizar la limpieza y lubricación de los equipos?	
	¿Se han introducido controles visuales para facilitar las actividades de limpieza y lubricación?	
	¿Se monitorea el cumplimiento a los estándares de limpieza y lubricación?	
	¿Se monitorea el número de eventos generados por un falta de estándar de limpieza y lubricación?	
	¿Se han realizado pequeñas modificaciones a los equipos para facilitar las actividades de limpieza y lubricación?	
	¿Se han introducido controles visuales de manera que se identifique rápidamente cuando un equipo se ha desviado de sus condiciones básicas de operación?	
<b>Evaluación de la inspección general de los equipos:</b>	¿Se han formulado estándares de inspección de los equipos?	
	¿Se garantiza la condición óptima de los equipos mediante la inspección de los equipos?	
	¿Se han implementado controles visuales para facilitar la inspección de los equipos?	
	¿Se han realizado pequeñas modificaciones en los equipos para facilitar su inspección?	

**ANEXO 4.2 - Continuación Formato para monitorear el avance de implementación de MA**

<b>Evaluación de la inspección general de los equipos:</b>	¿Se han documentado casos exitosos en donde la inspección ha garantizado la reparación inmediata de anomalías?	
	¿Existe conocimiento y uso de herramientas básicas de análisis: espina de pescado, análisis de falla?	
<b>Evaluación de la inspección general de los procesos</b>	¿Existen controles visuales sobre el rendimiento de los procesos y de los equipos?	
	¿Se han generado planes de acción para aquellos eventos de bajos rendimiento de los procesos?	
	¿Se han realizado modificaciones a los equipos y/o modo de operación de los mismos para garantizar la fiabilidad de los procesos?	
	¿Se han implementado herramientas para incrementar la fiabilidad de los procesos?	
	¿Existe evidencia de la capacitación de los operarios para operar los procesos y tratar correctamente las anomalías?	
	¿Se han actualizado los manuales de manera que permita replicar al equipo operativo las habilidades adquiridas en el manejo de anomalías para mejorar la fiabilidad de los procesos?	
	¿Se han implementado controles visuales en el sitio de trabajo sobre procedimientos de operación, montaje y/o ajuste que permitan sostener o mejorar el rendimiento de los procesos?	
<b>Evaluación de la práctica plena de auto-gestión:</b>	¿Se ha extendido a casos de mejoras en la calidad del producto?	
	¿Se han implementado estándares y/o procedimientos para mantener la calidad del producto?	
	¿Se han implementado elementos de control que evidencien la relación de los equipos y la calidad del producto?	
	¿Se tienen identificados los diagramas de flujo de los procesos, con los puntos críticos de inspección que impactan la calidad del producto?	
	¿Existe conocimiento y uso de herramientas para el análisis de los procesos como: análisis FMEA (Análisis del modo y efecto de falla), HAZOP (Análisis de riesgos de la operación), análisis QM (Mantenimiento de la Calidad)?	
	¿Existe evidencia de la mejora continua del rendimiento del proceso, y análisis de las desviaciones?	
<b>Evaluación del modelo:</b>	Fecha de la anterior evaluación: D/M/A Puntaje: ** puntos Fecha de la primera evaluación: D/M/A Puntaje: ** puntos Objetivo a alcanzar: >70 puntos	

### ANEXO 4.3 Formato para monitorear el avance de implementación de MP

AREA:		EVALUADOR:	
FECHA: D/M/A		PUNTAJE FINAL:	
PUNTAJES: 0 No implementado. 1 Implementación parcial.		3 Implementación avanzada. 4 Implementación Total	
Categoría	Aspecto a Evaluar	Puntaje	
<b>Evaluación y entendimiento del equipo</b>	¿Se tienen actualizados los registros de los equipos?		
	¿Se ha definido en nivel de criticidad de los equipos?		
	¿Se mide el número, frecuencia, severidad de la falla y pequeñas paradas, costos de mantenimiento, etc?		
<b>Evaluación de la corrección del deterioro</b>	¿Existe evidencia de actividades en conjunto con Mantenimiento Autónomo para establecer las condiciones básicas de los equipos, revertir el deterioro y las causas del deterioro?		
	¿Existe evidencia de actividades de mejora orientadas a corregir debilidades y ampliar el periodo de vida de los equipos?		
	¿Se han tomado medidas para impedir la ocurrencia de fallos idénticos o similares?		
	¿Se han introducido mejoras para reducir los fallos de proceso?		
<b>Evaluación del sistema de gestión de información:</b>	¿Se tiene un sistema de gestión de datos de fallos? MTBF (tiempo entre fallas) y MTTR (tiempo de reparación de la falla)		
	¿Se tiene un sistema de gestión del mantenimiento de los equipos: control de historiales de las máquinas, planificación del mantenimiento, planificación de las inspecciones, etc?		
	¿Se tiene un sistema de gestión del presupuesto de los equipos críticos?		
	¿Se tiene un sistema para el control de repuestos críticos, planos, datos técnicos de los equipos?		
<b>Evaluación del sistema periódico de mantenimiento:</b>	¿Se tiene un diagrama de flujo del sistema de mantenimiento periódico?		
	¿Se han seleccionado los equipos y componentes a mantener, y se ha formulado el plan de mantenimiento?		
	¿Existen estándares de materiales, de trabajo, de inspección, de intervención de la máquina?		
	¿Se monitorea el trabajo subcontratado?		
	¿Se ha mejorado la eficiencia en las intervenciones de Mto en las paradas programadas?		
<b>Evaluación del programa de mantenimiento preventivo:</b>	¿Se han introducido técnicas de diagnóstico de equipos?		
	¿Se tiene un diagrama de flujo del sistema de mantenimiento preventivo?		
	¿Se han seleccionado los equipos y componentes para mantenimiento preventivo?		
	¿Se han desarrollado equipos y metodologías de diagnóstico?		

**ANEXO 4.3 - Continuación Formato para monitorear el avance de implementación de MP**

<b>Evaluación de la práctica plena de auto-gestión:</b>	¿Se tiene evidencia de la mejora de la confiabilidad: número de fallas, MTBF, frecuencia de fallos, severidad de los fallos?	
	¿Se tiene evidencia de la mejora de la mantenibilidad: tasa de mantenimiento periódico, MTTR?	
	¿Se tiene evidencia del ahorro de los costos de mantenimiento?	
<b>Evaluación del modelo:</b>	Fecha de la anterior evaluación: D/M/A Puntaje: ** puntos Fecha de la primera evaluación: D/M/A Puntaje: ** puntos Objetivo a alcanzar: >70 puntos	

## **ANEXO 5. Propuesta de implementación de Balanceo de Línea y Sistema Pull**

Con el objetivo de lograr balancear la producción con TAKT time y definir Kankan para el flujo de materiales de producción, se definieron las siguientes etapas:

- Eliminar la bodega interna de materiales. Su objetivo es optimizar el uso del recurso humano, eliminando la necesidad del operador del montacargas externo (operador que ingresa material prima ver anexo 1.1), quien transporta las materias primas desde la bodega de materiales hasta la bodega interna de materias primas. Esta actividad actualmente sólo se realiza una vez por turno.
- Instalar una plataforma que permita almacenar estibas con los ingredientes que serán adicionados tanto para la tolva de cargue como para la preparación de complementos. En esta plataforma se ubicaran estibas con los ingredientes necesarios para la preparación de complementos y para la preparación del producto final (una estiba para la preparación de complementos, cuatro estibas para cada ingrediente mayoritario y una estiba con complemento que serán adicionados a los fluidificadores).
- Crear una zona para el almacenamiento de complementos preparados, para un número máximo de 4 estibas.
- El transporte de las materias primas lo realizará el operador de montacargas interno de la planta, y lo hará directamente a la nueva plataforma de los mezcladores. Con esto se ubica el material directamente en las estaciones que lo requieren, se eliminan movimientos innecesarios del material que no agregan valor, se reduce el tránsito interno de montacargas en la manipulación del material, se elimina riesgos de seguridad para los operarios.
- Se mejoran las rutas de transporte de acuerdo a la propuesta de la nueva distribución de planta. De esta manera, se reduce la emisión de monóxido de carbono, generando un ambiente más saludable para el equipo operativo (ver anexo 1.2).
- Las actividades de empaque y estibado, que actualmente requiere dos operarios, se realizarán con uno solo.

### ANEXO 5.1. Definición de los Kanban

KANBAN	ACTIVACIÓN DEL KANBAN	DEFINICIÓN DEL TAMAÑO DEL KANBAN	INVENTARIO
KANBAN PARA LA BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO	Se inician órdenes de producción garantizando 8 días de inventario.	La producción pico semanal oscila entre 400 y 470 Ton, que equivale a 9 días de producción.	8 DÍAS
KANBAN PARA INICIAR EL STRETCH	Se inicia la etapa de enfardado de manera que se garanticen 2 estibas en la zona de almacenamiento de producto a despachar hacia la bodega de producto terminado.	Definido por Layout disponible.	2 ESTIBAS DE PRODUCTO TERMINADO
KANBAN PARA INICIAR EL EMPAQUE Y ESTIBADO	Se empaca de manera que se garanticen dos estibas de producto terminado antes de la etapa de enfardado.	Definido por Layout disponible.	2 ESTIBA CON PRODUCTO
KANBAN PARA INICIAR EL MEZCLADO	Se inicia mezclado cuando el nivel de la tolva que alimenta la etapa de empaque llegue al 60%.	De esta manera se cubre el tiempo de mínimo dos ciclos de mezclado (15 min).	NIVEL 60% TOLVA DE EMPAQUE
KANBAN PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPLEMENTOS	Se preparan complementos hasta completar 4 estibas de 650 kg.	El total de estibas para esta etapa oscilan entre 4 y 5 estibas. Se opera un solo turno y se produce la totalidad de los complementos de acuerdo a las órdenes de fabricación	4 ESTIBAS
KANBAN DE MATERIALES PARA CARGUE A MEZCLADORES	Se inicia reposición de materiales a la plataforma una vez se identifiquen estibas de ingredientes vacías	Definido por Layout y considerando que con la demanda promedio día se realizar un reabastecimiento de materia prima se realiza cada 9,5 horas, 11,5 horas y 24 horas.	6 ESTIBAS (3 ingredientes minoritarios en 1 estiba, 1 estiba para complementos y los otros 4 ingredientes cada uno en una estiba)
KANBAN DE ABASTECIMIENTO DE BODEGA DE MATERIALES	Se solicita materiales a los proveedores cuando el nivel de inventario en la bodega de materiales llegue a 4 días.	Definido por el Lead Time de los proveedores con un margen de seguridad de dos días.	4 DÍAS EN LA BODEGA MATERIALES

## BIBLIOGRAFIA

ALLEN, John; ROBINSON, Charles y STEWART, David. Lean Manufacturing a Plant Floor Guide. Michigan: Society of Manufacturing Engineers, 2001.

BRUNT, D. From Current State to Future State: Mapping the Steel to Component Supply Chain. En: International Journal of Logistics: Research and Applications. 2000, vol. 3, no. 3, p. 259-271.

CRUTE, V., et al. Implementing Lean in Aerospace, Challenging the Assumptions and Understanding the Challenges. En: Technovation. 2003, vol. 23, no. 12, p. 917-928.

DUNSTAN, K.; LAVIN, B. y STANFORD, R. The Application of Lean Manufacturing in a Mining Environment. En: Proceedings of the International Mine Management Conference (16-18, octubre, 2006, Melbourne). Australia: 2006. p. 145-157.

FORTUNY Jordi, et al. Metodología de Implementación de la Gestión Lean en Plantas Industriales. En: Universia Business Review. Octubre-Diciembre, 2008, p. 28-41.

FORZA, Cipriano. Work Organization in Lean Production and Traditional Plants, What are the Differences?. En: International Journal of Operations & production Management. 1996, vol. 16, no. 2, p. 42-62.

GOFORTH, Kelly. Adapting Lean Manufacturing Principles to the Textile Industry. 2007. Tesis de Maestría. Estados Unidos: North Carolina State University, 2007, 163 p.

GOLDMAN, Steven; NAGEL, Roger y PREISS Kenneth. Agile Competitors and Virtual Organizations: Strategies for Enriching the Customer. New York: Van Nostrand Reinhold, 1995.

GOLDRATT, Elyahu. The Haystack Syndrome: Sifting Information out of the Data Ocean. New York: North River Press, 1990.

GREWAL, C. An Initiative to Implement Lean Manufacturing Using Value Stream Mapping in a Small Company. En: International Journal of Operatins & Production Management. 2008, vol. 15, no. 3-4, p. 407-417.

GURUMURTHY, Anand y KODALI, Rambabu. Design of lean Manufacturing Systems Using Value Stream Mapping with Simulation. En: Journal of Manufacturing Technology Management. 2011, vol. 22, no. 4, p. 444-473.

HALLGREN, Mattias y OLHAGER, Jan. Lean and Agile Manufacturing: External and Internal Drivers and Performance Outcomes. En: International Journal of Operations & Production Management. 2009, vol. 29, no. 10, p. 976-999.

HINES, Peter y RICH, Nick. The Seven Value Stream Mapping Tools. En: International Journal of Operations & Production Management. 1997, vol. 17, no. 1, p. 46-64.

HIRANO, Hiroyuki. JIT Implementation Manual. The Complete Guide to Just in Time Manufacturing. 2 ed. Estados Unidos: CRC Press, 2009.

KARLSSON, Christer y ÅHLSTRÖM, Pär. Assessing Changes Towards Lean Production. En: International Journal of Operations & Production Management. 1996, vol. 16, no. 2, p. 24-41.

KASUL, R. y MOTWANI, J. Successful Implementation of TPS in a Manufacturing Setting: a Case Study. En: Industrial Management & Data Systems. 1997, vol. 97, no. 7, p. 274-279.

LEE, B. y JO, H. The Mutation of the Toyota System: Adapting the TPS at Hyundai Motor Company. En: International Journal of Production Research. 2007, vol. 45, no. 16, p. 3665-3679.

LEHTONEN, J. y HOLMSTROM, J. Is Just in Time Applicable in paper Industry Logistics? En: Supply Chain Management. 1998, vol. 3, no. 1, p. 21-32.

MABRY, R. y MORRISON, K. Transformation to Lean Manufacturing by an Automotive Component Supplier. En: Computers & Industrial Engineering. 1996, vol. 31, no. 1-2, p. 95-98.

MIDDLETON, Peter; FLAXEL, Amy y COOKSON, Ammon. Lean Software Management Case Study: Timberline Inc. En: Lectures Notes in computers Science. 2005, vol. 3556, p. 1-9.

MUKHOPADHYAY, S. y SHANKER, S. Kanban Implementation at a Tyre Manufacturing: a Case Study. En: Production Planning & Control. 2005, vol. 16, no 5, p. 488-499.

OHNO, Taiichi. Toyota Production System: Beyond Large Scale Production. Portland: Productivity Press, 1998.

PARKINSON, Sharon. Agile Manufacturing. En: Work Study. 1999, vol. 48, no. 4, p. 134-137.

PETTERSEN, Jostein. Defining Lean Production: Some Conceptual and Practical Issues. En: The TWM Journal. 2009, vol. 21, no. 2, p. 127-142.

RAHMAN, Shams; LAOSIRIHONGTHONG, Tritos y SOHAL, Amrik. Impact of Lean Strategy on Operational Performance: a Study of Thai Manufacturing Companies. En: Journal of Manufacturing Technology Management. 2010, vol. 21, no. 7, p. 839-852.

RIVERA, Leonardo. Justificación Conceptual de un Modelo de Implementación de Lean Manufacturing. En: Heurística. 2008, no. 15, p. 91 – 106.

RIVERA, Leonardo. Aplicación de Herramientas de Pensamiento Sistémico para el Aprendizaje de Lean Manufacturing. En: Revista S&T: Sistemas & Telemática. 2009, vol.7, no. 14, p. 109 – 144.

SERRANO, Ibon. Análisis de la Aplicabilidad de la Técnica de Value Stream Mapping en el Rediseño de Sistemas Productivos. Tesis Doctoral. España: Universidad de Girona, 2007, 383 p.

SIMONS, David y ZOKAEI, Keivan. Application of Lean Paradigm in Red Meat Processing. En: British Food Journal. 2005, vol. 107, no. 4, p. 192-211.

SUZAKI, Kiyoshi. The New Manufacturing Chalengue. New York: The Free Press,1987.

THE PRODUCTIVITY PRESS DEVELOPMENT TEAM. Just in Time for Operators. New York: Productivity Press, 2002.

THE PRODUCTIVITY PRESS DEVELOPMENT TEAM. Kanban for the Shopfloor. New York: Productivity Press, 2002.

THE PRODUCTIVITY PRESS DEVELOPMENT TEAM. Pull Production for the Shopfloor. New York: Productivity Press, 2002.

VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Manual de Lean Manufacturing, Guía Básica. Mexico D.F: Editorial Limusa, 2007.

WOMACK, James y JONES, Daniel. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. New York: Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, James; JONES, Daniel y ROSS, Daniel. The Machine That Changed the World. New York: Free Press, 1990.