

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DE
LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE
TINTORERÍA Y ACABADO DE UNA EMPRESA TEXTIL**

Tesis para optar el título profesional de INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

JHARLY MONTOYA ROJAS

ASESOR

CESAR AUGUSTO, STOLL QUEVEDO

Lima, 27 de noviembre de 2019

RESUMEN

El presente proyecto trata de implementar un sistema de producción híbrido dentro del área de Tintorería y Acabado de una empresa textil dedicada a la fabricación de tejidos de algodón. La implementación de dicho sistema de producción ha sido el proyecto a desarrollar y de ser posible implementar que el jefe del área de ingeniería industrial me ha asignado durante el tiempo de mi colaboración mediante un convenio de 9 meses en la empresa en estudio, cuyo espacio de trabajo fue el área de control de producción. El motivo principal que me ha impulsado a realizar el presente trabajo es su apremiante relación con los temas de optimización de procesos mediante la búsqueda de las potenciales herramientas que permitan mejorar el proceso productivo del área de Tintorería y Acabado. El proyecto inicia con el desarrollo de los conceptos de los tipos de sistemas de producción que han ido evolucionando de acuerdo a la coyuntura y necesidades de las empresas a lo largo de la historia. Asimismo, se ha descrito las herramientas que permitirán implementar el sistema de producción híbrido propuesto. En el siguiente punto se describe a la empresa, de tal manera que se desarrolla y explica su sistema de producción de tejidos, procesos productivos, materiales e insumos que se utilizan. Con la finalidad de realizar un diagnóstico de la empresa. Realizado el diagnóstico se procede a implementar, como propuesta, un sistema de producción híbrido enfocándose como producto de estudio el tejido teñido debido a que este último es el que tiene mayores problemas a la hora de su producción y es el que mejor Troughput posee de todos los demás tipos de tejidos que se fabrican en la empresa. Posteriormente, se estima el impacto que la propuesta generará al proceso productivo de la empresa en estudio. Finalmente, como resultado la presente tesis servirá como línea base para que la empresa logre mejorar su proceso productivo mediante la aplicación de conceptos y herramientas aprendidas y posteriormente puestas en práctica de la carrera de Ingeniería Industrial.

Palabras Claves: Sistemas de producción, Teoría de Restricciones (TOC), Ritmo de producción, MRP, Pronósticos, Plan agregado, JIT, Kanban.

DEDICATORIA

A mis padres y hermano por estar siempre presente en todo momento que lo necesitaba, por ser mi soporte y mi fuerza y por motivarme constantemente para alcanzar mis metas.

Todos mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este.

Los amo.

Jharly Montoya R.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO TEÓRICO	2
1.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	2
1.1.1. <i>Sistemas de producción según flujo de trabajo</i>	4
1.1.2. <i>Sistemas de producción según su rigidez e inflexibilidad inherente</i>	7
1.1.3. <i>Sistemas de producción según enfoque de productos y procesos</i>	11
1.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN HÍBRIDOS.....	22
1.2.1. <i>Sistemas combinados MRP – TOC</i>	23
1.2.2. <i>Sistemas combinados MRP- JIT</i>	23
1.3. HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN, CONTROL Y MEJORA DE PRODUCCIÓN	25
1.3.1. <i>Planeamiento agregado</i>	25
1.3.2. <i>Análisis producto proceso</i>	26
1.3.3. <i>DBR</i>	28
1.3.4. <i>Metodología de las 5's</i>	30
1.3.5. <i>Kanban</i>	31
2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL CASO DE ESTUDIO.....	34
2.1. ANTECEDENTES DEL CASO DE ESTUDIO.....	34
2.1.1. <i>Industria Textil en el mundo</i>	34
2.1.2. <i>Industria Textil en el Perú</i>	35
2.2. PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.....	37
2.2.1. <i>Productos</i>	38
2.2.2. <i>Distribución de planta</i>	39
2.2.3. <i>Distribución de Clientes</i>	41
2.2.4. <i>Cadena de valor</i>	42
2.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	43
2.3.1. <i>Clasificación y agrupación de productos</i>	43
2.3.2. <i>Planeamiento de pedidos</i>	46
2.3.3. <i>Proceso productivo</i>	49
2.3.4. <i>Value Stream Mapping</i>	59
2.3.5. <i>Indicadores de producción</i>	61
2.3.6. <i>Participación en el mercado</i>	66

2.3.7.	<i>Análisis de la facturación</i>	67
2.3.8.	<i>Penalización por atraso de pedidos</i>	68
2.4.	DIAGNÓSTICO.....	69
2.4.1.	<i>Análisis de las causas</i>	71
3.	PROPUESTA DE MEJORA DEL CASO DE ESTUDIO	72
3.1.1.	<i>Ritmo de Producción</i>	73
3.1.2.	<i>Pronósticos de demanda</i>	76
3.1.3.	<i>Planeamiento Agregado</i>	81
3.1.4.	<i>Sistema Kanban para Bobinas</i>	83
4.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CASO DE ESTUDIO	93
4.1.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	93
4.1.1.	<i>Costos de implementación</i>	93
4.1.2.	<i>Ahorros Estimados</i>	94
4.2.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	96
4.2.1.	<i>Tasa Interna de retorno y Valor Actual Neto</i>	96
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
	ANEXOS	I
	ANEXO A OPERACIONES Y MAQUINARIA DEL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADO.....	I
	ANEXO B MATRIZ DEL ÁREA DEL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADO.....	II
	ANEXO C OPERACIONES DEL PROCESO DE HILADO.....	III
	ANEXO D OPERACIONES DEL PROCESO DE TEJIDO.....	V
	ANEXO E OPERACIONES DEL PROCESO DE TINTORERÍA Y ACABO.....	VI
	ANEXO F CODIFICACIÓN PARA IDENTIFICACIÓN DE TELAS.....	VII
	ANEXO G PRINCIPIOS ORGANIZACIONALES.....	X
	ANEXO H DAP DEL PROCESO DE TINTORERÍA Y ACABADO.....	XII
	ANEXO I PROCESOS Y VELOCIDADES DE PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADOS.....	XIV
	ANEXO J ANÁLISIS DE REGRESIÓN.....	XV
	ANEXO K DEMANDA MENSUAL DE PRODUCCIÓN.....	XVI
	ANEXO L ESTRATEGIA DE PERSECUCIÓN DE LA DEMANDA – PLAN AGREGADO.....	XVII
	ANEXO M ESTRATEGIA DE NIVELACIÓN – PLAN AGREGADO.....	XVIII
	ANEXO 14 CÁLCULO DEL KANBAN –SUBPROCESO TEÑIDO.....	XIX
	ANEXO 15 CÁLCULO DEL KANBAN-SUBPROCESO PREPARADO.....	XX

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	2
FIGURA 2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN PUSH	4
FIGURA 3 SISTEMA DE PRODUCCIÓN PULL	5
FIGURA 4 FÁBRICA 787 DE BOEING EN EVERETT.....	7
FIGURA 5 TALLER DE CARPINTERÍA.....	8
FIGURA 6 PROCESO INTERMITENTE.....	9
FIGURA 7 LÍNEA DE ENSAMBLE DE MOTOS	9
FIGURA 8 LÍNEA DE ENSAMBLE DE LA CERVECERÍA DE KONINGSHOEVEN.....	10
FIGURA 9 ESTRUCTURA DEL SISTEMA MRP.....	12
FIGURA 10 PROCESO DE PLANIFICACIÓN	13
FIGURA 11 SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA (TPS).....	17
FIGURA 12 ENFOQUE DEL SISTEMA LEAN MANUFACTURING.....	18
FIGURA 13 MATRIZ PRODUCTO – PROCESO Y LOS SISTEMAS	22
FIGURA 14 SISTEMA COMBINADO MRP-JIT HORIZONTAL.....	24
FIGURA 15 SISTEMA COMBINADO MRP-JIT VERTICAL	24
FIGURA 16 RELACIONES DE PLAN AGREGADO	26
FIGURA 17 MATRIZ PRODUCTO-PROCESO.....	27
FIGURA 18 DRUM-BUFFER-ROPE.....	29
FIGURA 19 VALOR AGREGADO BRUTO DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y CONFECCIONES	35
FIGURA 20 EXPORTACIÓN DE PRINCIPALES PRODUCTOS DE TEXTIL Y CONFECCIONES (MILLONES \$).....	36
FIGURA 21 IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS DE TEXTIL Y CONFECCIONES (MILLONES \$)	36
FIGURA 22 LAYOUT DEL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADO	39
FIGURA 23 DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LAS ACTIVIDADES DEL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADO	40
FIGURA 24 DISTRIBUCIÓN DE CLIENTES EN EL MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL	41
FIGURA 25 CADENA DE VALOR	42
FIGURA 26 PARTICIPACIÓN POR TIPO DE PRODUCTO-TELA.....	44
FIGURA 27 FLUJO GRAMA DEL PLANEAMIENTO DE PEDIDOS	47
FIGURA 28 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL HILADO	49
FIGURA 29 DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL HILADO.....	50
FIGURA 30 DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL HILO COLOR	51
FIGURA 31 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DEL TEJIDO	52
FIGURA 32 DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL TEJIDO.....	53
FIGURA 33 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE TINTORERÍA Y ACABADOS.....	57
FIGURA 34 MAPA DE FLUJO DE VALOR DE TELA TEÑIDA	60
FIGURA 35 PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE PEDIDOS	61
FIGURA 36 PEDIDO PERFECTO	62

FIGURA 37 PORCENTAJE DE SALDOS DE TELA DE EXPORTACIÓN	63
FIGURA 38 PORCENTAJE DE NO EXPORTABLE	64
FIGURA 39 PORCENTAJE DE TELA REPROCESADA	65
FIGURA 40 RANKING DE EMPRESAS DE EXPORTACIÓN DEL 2018.....	66
FIGURA 41 DÓLARES FACTURADOS DESDE EL 2015 AL 2017.....	67
FIGURA 42 DÓLARES PERDIDOS, POR ATRASOS EN LOS PEDIDOS EN EL 2017.	68
FIGURA 43 PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO POR PROCESO	69
FIGURA 44 PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO MOTIVO	70
FIGURA 45 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	71
FIGURA 46 FLUJO DE PROCESOS Y VELOCIDADES LA TELA TEÑIDA	74
FIGURA 47 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN.....	76
FIGURA. 48 ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL (VENTAS-TIEMPO).....	77
FIGURA 49 ESTACIONALIDAD DE LA DEMANDA	77
FIGURA 50 DEMANDA HISTÓRICA (METROS) POR TRIMESTRES	78
FIGURA 51 DEMANDA PROMEDIO (METROS) POR ESTACIÓN.....	78
FIGURA. 52 ÍNDICES ESTACIONALES POR TRIMESTRALES DEL 2015 AL 2017.....	78
FIGURA. 53 ÍNDICES ESTACIONALES TRIMESTRALES DEL 2018.....	79
FIGURA 54 PRONÓSTICO DE DEMANDA (METROS) TRIMESTRAL DEL 2018.	79
FIGURA 55 ESTRATEGIA MIXTA –RESTRICCIÓN DE LA MÁQUINA RAMA	82
FIGURA 56 RESUMEN DEL NÚMERO Y TAMAÑO DEL KANBAN DEL SUBPROCESO DE ACABADO	89
FIGURA 57 NÚMERO Y TAMAÑO DE TARJETA KANBAN DENTRO DEL SUB-PROCESO DE ACABADO.....	89
FIGURA 58 NÚMERO Y TAMAÑO DE TARJETA KANBAN DENTRO DEL SUB-PROCESO DE TEÑIDO	90
FIGURA 59 NÚMERO Y TAMAÑO DE TARJETA KANBAN DENTRO DEL SUB-PROCESO DE PREPARADO.....	90
FIGURA 60 VALUE STREAM MAPPING MEJORADO – ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADO.....	91
FIGURA 61 FLUJO DE INVERSIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN HÍBRIDO	96

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 DIFERENCIAS ENTRE SISTEMAS PUSH Y PULL.....	6
TABLA 2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SEGÚN SU RIGIDEZ E INFLEXIBILIDAD	10
TABLA 3 CLASIFICACIÓN DE TELAS.....	44
TABLA 4 CUADRO RESUMEN DE ACTIVIDADES DEL DOP-HILADO.....	52
TABLA 5 CUADRO RESUMEN DE ACTIVIDADES DEL DOP-HILADO.....	54
TABLA 6 OPERACIONES CORRESPONDIENTES DE LOS PROCESOS DE TINTORERÍA Y ACABADO	55
TABLA 7 CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DEL DOP-TINTORERÍA Y ACABADO.....	58
TABLA 8 TIEMPO TOTAL DE TRABAJO DISPONIBLE	73
TABLA 9 CODIFICACIÓN DE LAS MÁQUINA-RECURSOS DEL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADO	73
TABLA 10 CÁLCULO DE LA RESTRICCIÓN DEL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADO.....	74
TABLA 11 ANÁLISIS DE TROUGHPUT DE LOS TIPOS DE TEJIDOS	75
TABLA 12 CÁLCULO DEL ERROR DEL PRONÓSTICO PROPUESTO.....	79
TABLA 13 CÁLCULO DEL ERROR DEL PRONÓSTICO DEL ÁREA DE COMERCIAL	80
TABLA 14 RESUMEN DEL ANÁLISIS DEL PLAN AGREGADO	82
TABLA 15 CÁLCULO DEL TAKT TIME DEL CLIENTE	86
TABLA 16 CÁLCULO DEL LEAD TIME DE REPOSICIÓN	86
TABLA 17 CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DEL RE DEL SUBPROCESO DE ACABADO.....	87
TABLA 18 CÁLCULO DEL TAMAÑO DEL LOTE PARA EL SUBPROCESO DE ACABADO	87
TABLA 19 DETERMINACIÓN DEL WA PARA EL SUBPROCESO DE ACABADO	88
TABLA 20 DETERMINACIÓN KANBAN DE COBERTURA DE SEGURIDAD	88
TABLA 21 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN HÍBRIDO.....	94
TABLA 22 BENEFICIOS OBTENIDOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO	95

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria textil latinoamericana pasa por una serie de problemas en la fabricación y exportación de tejidos y prendas, lo cual conlleva a una desestabilización económica preocupante a nivel mundial.

Los mercados tradicionales de los países en desarrollo han experimentado, en los últimos años, contracciones de sus ventas. Por lo que las empresas manufactureras textiles están en constante presión de lograr un crecimiento rentable con productos de gran calidad a menores plazos en tiempos de entrega.

Esto sucede debido a que China e India, grandes competidores en la industria textil, trabajan a economía de escala, costos de suministro de materiales y mano de obra baja, además de cualidades añadidas en los productos.

La industria textil en el Perú no es ajena ante la situación del sector textil en Latinoamérica la cual radica en la competitividad ante los precios de materiales y costos bajos.

Por ende, las empresas textiles se ven en la necesidad de realizar mejoras que incrementen la productividad de las mismas mediante el uso eficiente de recursos logrando de tal manera una mayor generación de ganancias y menores tiempos de abastecimiento.

Ante la necesidad el presente trabajo tiene como objetivo apoyar la industria textil peruana, mediante la propuesta de un sistema de producción híbrido en el que se lleven a cabo la aplicación de herramientas de ingeniería que proporcionen bases sólidas para que las empresas puedan competir en precio, calidad y tiempo de entrega frente a los países asiáticos y sus productos.

1. MARCO TEÓRICO

En el presente trabajo se presentará los temas, técnicas, métodos, metodologías y herramientas que se han de emplear en el desarrollo del proyecto.

1.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Un sistema es un grupo de actividades interrelacionadas que se desarrollan para alcanzar un objetivo en común. Según Riggs (1999), los sistemas de producción pueden ser clasificados técnicamente como funcionales-intencionados y mecánicos.

Desde el punto de vista de la producción, estos se interconectan con la finalidad de crear bienes y servicios. De acuerdo a Carro (2014) un sistema de producción está compuesto por tres elementos fundamentales: insumos, procesos, productos y flujos de información; los cuales se encuentran en interacción constante tanto en el ambiente externo como con los clientes.

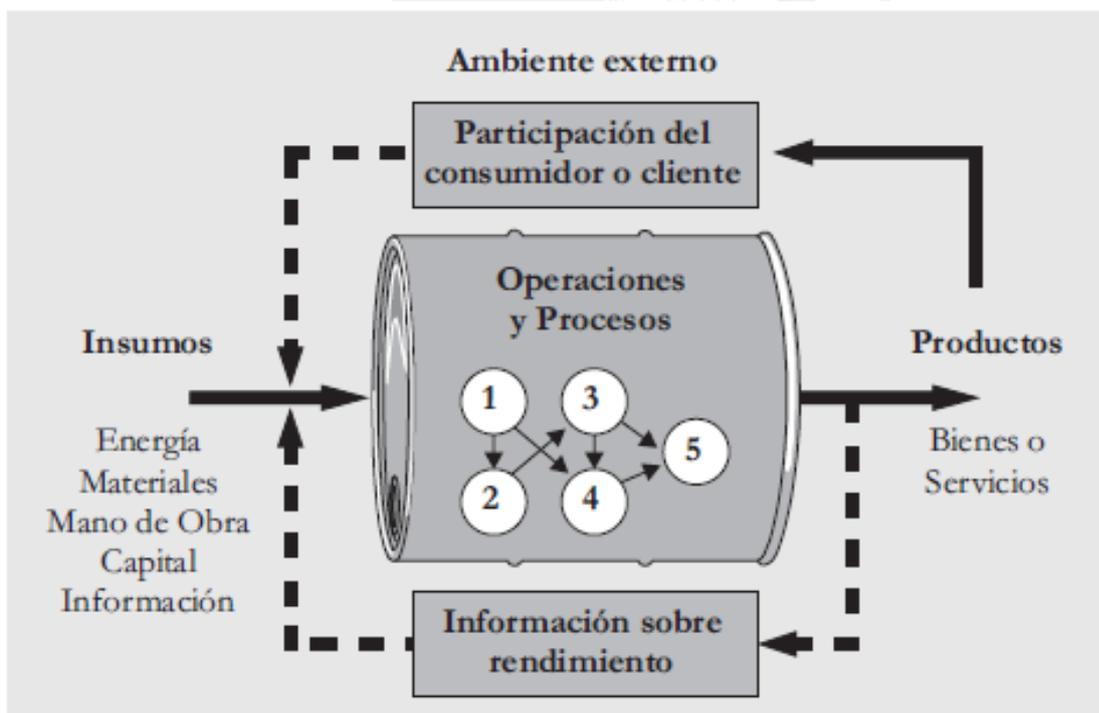


Figura 1 Sistemas de Producción

Tomado de "Administración de Operaciones" por Carro Paz (Buenos Aires), 2014.

Los sistemas de producción han evolucionado a lo largo del tiempo. En un principio estos se basaron en la fuerza bruta, meramente.

Sin embargo, A partir del siglo XX empiezan a nacer nuevos enfoques de sistemas de producción. Entre los principales y más difundidos enfoques se pueden considerar a los mostrados a continuación:

- La administración Científica, desarrollada por Frederick W. Taylor la cual se basa en el análisis diario del trabajo. Según Taylor (1965), la administración científica reemplazará al sistema de producción empírico, a través de centrarse en desarrollar las mejores técnicas de trabajo y comunicándolas a los operarios.
- Línea de ensamblaje (Sistema de fabricación del modelo T), desarrollada por Henry Ford junto a Charles E. Sorenson en el que se desarrolla la especialización del trabajo, la línea de ensamble y se incentiva la producción en masa.
- Sistema de Producción Toyota (TPS), desarrollada por Taichi Ohno. El TPS toma importancia a finales de 1973, cuando la industria japonesa atravesaba una de las más grandes inflaciones de costes que causó que varias empresas japonesas quiebren, pero no Toyota. De acuerdo a Monden (1990), el TPS es mantener un flujo continuo de producción, capaz de adaptarse flexiblemente a los cambios de la demanda.
- Sistema MRP, fue impulsado por la sociedad **APICS**¹ después de la II Guerra Mundial. De acuerdo a la sociedad **APICS (2018)**, la planificación de requerimientos de materiales (MRP) es un componente vital en la cadena de suministro. El MRP ayuda a determinar los requisitos y mantener las prioridades. Actúa como el puente del sistema entre la planificación maestra y la producción. El MRP ayuda a determinar los requisitos y mantener las prioridades.

¹ **APICS** (Association for Supply Chain Management): Asociación para la gestión de cadena de suministros.

1.1.1. Sistemas de producción según flujo de trabajo

En lo que respecta a la producción se ha descubierto que la planificación y control de la producción se mueve de acuerdo a la velocidad del flujo de trabajo. Si las corridas de producción son cortas todas las partes de la producción pueden moverse al mismo tiempo logrando preservar el lote de producción y el sistema de órdenes de trabajo.

Pero, si la corrida es muy larga para mover y preservar el lote y las órdenes de trabajo la empresa opera sin órdenes de producción (Greene, 1987). Existen dos tipos de sistemas de producción que se pueden clasificar según el flujo de trabajo, los cuales son descritos a continuación:

- **Sistema de Producción PUSH**

Los sistemas de producción PUSH como su nombre lo indica empujan la producción desde la obtención de los insumos y recursos necesarios para la producción hasta que se entrega el producto al cliente o usuario. Presenta como herramientas como la planificación y el control agregado que permiten eliminar los miedos de la planificación neta pronosticada.

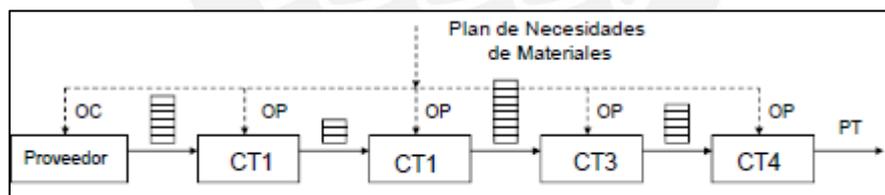


Figura 2 Sistema de producción Push

Tomado de "Sistemas Lean/ Sistema de Producción Toyota" por González Miguel (2017)

En la figura 2, se puede apreciar como la producción es empujada hacia adelante por parte de la empresa a partir de un plan de requerimiento de materiales, se evidencia que en cada una de los centros de trabajos existen inventarios de productos en proceso y se generan órdenes de compra de materia y ordenes de producción que son innecesarias.

Los sistemas de producción Push basan su producción en los pronósticos y su programación se lleva a cabo a través del sistema MRP. Todo empieza con un pronóstico de demanda futura con

ella se establecen los lotes de producción, los cuales son derivados (empujados), a través de los niveles del sistema de producción.

Posteriormente, se usan herramientas como el plan maestro de producción, la lista de materiales y los requerimientos de materia prima, los cuales se desglosarán en órdenes de producción y de compra según sea el caso.

▪ Sistema de Producción PULL

Los sistemas de producción PULL, de acuerdo a Grady (1992), son sistemas que arrastran el trabajo a través de la fábrica, permiten reducir los tiempos de ciclo y la cantidad de producción necesaria para cumplir con las órdenes de los mercados. Tal como su nombre lo indica jalan la producción de acuerdo a los pedidos realizados de los clientes, es decir, la producción se realiza cuando esta es solicitada. Una de sus características principales es que los inventarios son muy controlados.

El sistema de producción PULL está basado en el JIT. Por ende, Según Hirano (1991), el sistema de producción PULL está orientado al mercado cuyo objetivo es el de servir las necesidades del cliente.

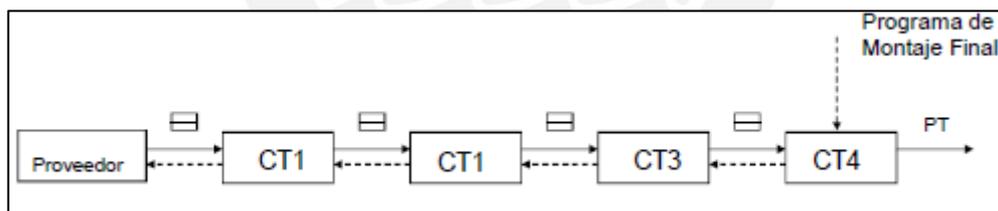


Figura 3 Sistema de producción Pull

Tomado de “Sistemas Lean/ Sistema de Producción Toyota” por González Miguel (2017)

En la figura 3, se puede observar que existe dos diferentes flujos: las flechas punteadas representan el flujo de información que pasa a través de toda la cadena de producción y las flechas normales representan el flujo de materiales a lo largo de la cadena de producción. Asimismo, se puede observar que los inventarios de materiales en proceso tienen un mismo nivel en cada una de los centros de trabajo lo que evidencia que se encuentran controlados no se tiene producto en proceso demás, ni producto en proceso faltante, simplemente se tiene lo justo y necesario para cumplir con los requerimientos del cliente.

El JIT y el Kanban son las dos herramientas fundamentales del sistema de producción Pull. Sin embargo, cabe recalcar que tanto el JIT como el Kanban son un conjunto de métodos que deben implementarse en una organización que posea una base sólida de mejoramiento continuo, con objeto de reducir los inventarios en todos los niveles de la cadena de suministro.

El sistema de producción Pull busca producir la cantidad justa, en el momento justo, en el lugar justo y con la calidad justa que es especificada por los clientes, buscando siempre la forma de minimizar los desperdicios y utilizar al máximo los recursos.

Tabla 1 Diferencias entre sistemas PUSH y PULL

Campo analizado	Diferencias de Sistemas	
	PUSH	PULL
Flujo de Trabajo	Empuja el flujo	Arrastra El flujo
Producción	Producen componentes aún sino son necesarios	Producen solo los artículos necesarios
Flujo de control	Fluye hacia adelante	Fluye hacia atrás a travesando todo el sistema
Problemas	No advierten problemas	Ayudan a identificar problemas
Inventarios	Generan inventarios en procesos innecesarios	Generan inventarios justos
Tiempo de entrega	Largos	Más cortos
Calidad	Moderada	Mas elevada

Tomado de Hirano (1991), Grady (1992), Greene (1987)

A partir de la tabla 1, se puede visualizar ciertas diferencias entre los sistemas Push y Pull según ciertos campos tratados. Con respecto a la calidad es posible afirmar que el sistema Pull establece una estrategia de control de calidad mayor que el sistema Push debido a que el flujo de material es a través de lotes pequeños los cuales aumentan la probabilidad de obtener una inspección total; sin embargo, en lo que respecta a fuertes variaciones de la demanda en el tiempo el sistema Pull no trabaja bien como lo hace el sistema Push.

1.1.2. Sistemas de producción según su rigidez e inflexibilidad inherente.

De acuerdo a Greene James (1987), los sistemas de producción se caracterizan por su innata rigidez sobre los gastos de fondos e implementación de sus instalaciones, lo cual se expresa en la inflexibilidad inherente de sus operaciones. La siguiente clasificación de sistemas de producción revela la rigidez antes comentada.

- **Sistema de producción por proyecto**

Este sistema se define por la producción de un solo componente o un grupo de componentes en una única ubicación geográfica. Esta no está condicionada por un tiempo de entrega. De acuerdo a Schroeder Roger (2005), un sistema de proyecto se caracteriza por una planeación difícil y problemas de programación, puesto que el producto puede no haberse fabricado aún. Un ejemplo claro de una producción por proyecto es la construcción de aviones Boeing que aprecia en la figura 4



Figura 4 Fábrica 787 de Boeing en Everett.

Tomado de “Dial B para Boeing” por University of Cambridge

- **Sistema de producción de taller de trabajo.**

Este sistema se caracteriza por que su nivel de producción es bajo, pero puede ajustarse a los requerimientos de la demanda de los clientes. Una de las principales características de este es

su flexibilidad a costa del nivel de producción. Se valora la especialización del trabajo (alta cualificación). La producción solo se hace cuando existe el pedido del cliente. La producción en un taller de carpintería es un ejemplo simple de un taller de trabajo pues la producción comienza por lo general cuando un cliente se acerca al taller y solicita un determinado mueble. Una vez establecido las especificaciones del cliente se lleva a cabo la fabricación, cabe recalcar que la mano de obra es especializada.



Figura 5 Taller de Carpintería

Tomado de “*Un espacio para el taller de carpintería*” por *Ipalmares*, 2017.

- **Sistema de producción intermitente**

Este sistema es conocido también como sistema de producción por lotes, se caracteriza por trabajar a través de **centros de trabajo**² y el flujo desordenado de los productos. Según Greene James (1987), este sistema tiene características similares al taller de trabajo, no obstante, sacrifica la flexibilidad del taller por la reducción de costos unitarios para mejorar la competencia (economía de escalas), como se puede apreciar en la figura 6.

² **Centros de trabajo:** Grupos de máquinas o procesos similares que se usan para fabricar un producto.

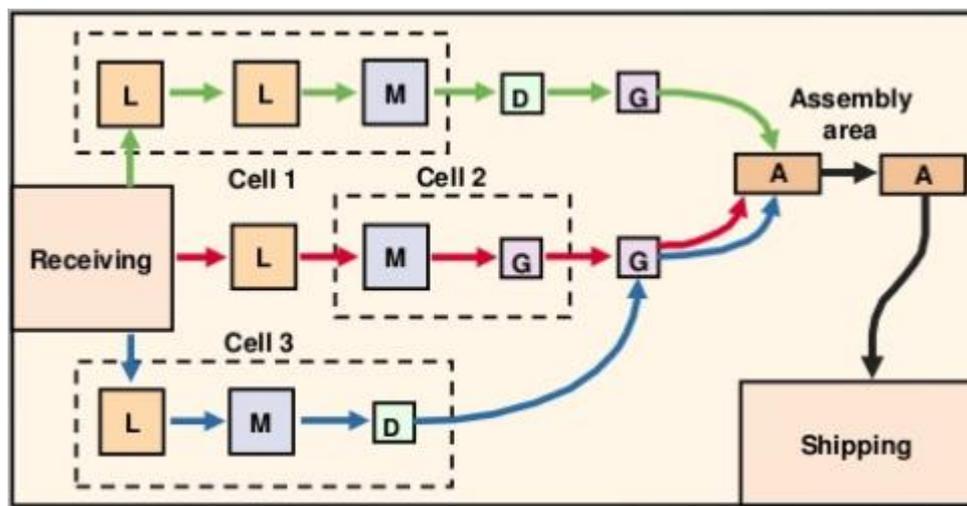


Figura 6 Proceso intermitente

Tomado de “*Manufacturing –management*” por SlideShare, 2013.

- **Sistema de producción de línea de Ensamble**

Es un sistema que se basa en una organización de las operaciones de manera secuenciada (estandarización alta), es decir se establece el camino que un componente a de recorrer para su fabricación. Está orientada a un flujo de proceso de nivel de producción alto para ello sacrifica la flexibilidad de producción.



Figura 7 Línea de ensamble de motos

Tomado de “*Suzuki Motor de Colombia invirtiendo en innovación y tecnología*” por SUZUKI, 2015.

- **Sistema de producción de flujo continuo.**

Es un sistema de producción que se enfoque más en el producto que en el flujo del proceso. Como en el caso de la línea de ensamble, el producto a fabricar está bien definido y diseñado para un nivel de producción alto y un bajo precio de venta. Este sistema de producción por lo general está activado las 24 horas del día los 7 días a la semana lo que genera un costo de producción por unidad bajo comparado con los otros sistemas de producción mencionados con anterioridad. Sin embargo, requiere de un alto grado de inversión pues se utiliza máquinas de alta tecnología.



Figura 8 Línea de Ensamble de la cervecería de Koningshoeven
 Tomado de “Autenticidad, sabiduría, sostenibilidad y hospitalidad personifican los valores de los monjes trapenses en el monasterio Koningshoeven, cerca de la ciudad holandesa de Tilburg” por Krones,2018.

Tabla 2 Características de los sistemasde producción según su rigidez e inflexibilidad

Sistemas de producción	Nivel de producción	Variedad de productos	Estandarización	Flexibilidad	Costo por unidad
Por Proyecto	Muy Bajo	Único	Baja	Muy alta	Muy Alto
Taller de Trabajo	Bajo	Pocos	Moderada	Alta	Alto
Producción intermitente	Bajo	Múltiples	Buena	moderada	Moderado
Línea de ensamble	Alta	Bajo	Alta	Baja	Bajo
Flujo Continuo	Muy Alta	Pocos	Muy Alta	Muy Baja	Muy Bajo

Fuente: Greene (1987) / Schroeder (2005)

De acuerdo a la Tabla 2, se puede observar que el sistema de producción se adapta a la realidad específica de cada empresa. Por un lado, el sistema de producción por proyecto es utilizado cuando se requiere de piezas de producción únicas que requieren de mano especializada. El

taller de trabajo es utilizado en empresas que requieren variedad de productos con alta flexibilidad por ejemplo talleres mecánicos o carpinterías. La producción intermitente es muy requerida para empresas textiles que fabrican prendas por temporadas en lotes lo que genera un costo por unidad relativamente bajo con respecto a las anteriores. La producción enfocada en la línea de ensamble es utilizada en empresas cuya organización es más estructurada y tiene personal más capacitado. Por último, el sistema de flujo continuo, es utilizado por empresas, como el caso de las cerveceras, que demandan un alto volumen de producción de uno o pocos productos estandarizados.

1.1.3. Sistemas de producción según enfoque de productos y procesos

Anteriormente se han desarrollado los sistemas de producción según su rigidez. Estos han sido clasificados en sistemas de producción por proyectos, por talleres de trabajo, por lotes (intermitente), línea de ensamble y por flujo continuo.

Sin embargo, de acuerdo a Greene (1987) tarde o temprano estos sistemas llegaban a fracasar, debido a no integrar las funciones básicas de un sistema de producción viable. A partir de ello nace el nuevo concepto de sistemas integrados de producción que busca envolver en un solo conjunto el sistema productivo.

Entre los principales sistemas integrados de producción se destacan el Sistema MRP, Teoría de las restricciones (TOC) y el sistema Lean también conocido como JIT.

- **Sistema MRP**

El MRP ha sido explotado plenamente desde que las computadoras han estado al alcance de las organizaciones, debido a que estas tienen una gran capacidad de procesamiento de datos lo que permite combinar el control de inventarios y la planificación de la producción de forma más rápida que hacerlo de forma manual (Riggs,1999).

Entre los beneficios que una organización presenta cuando su sistema de producción emplea un MRP es que se obtiene un nivel de inventarios reducidos entre un 20 a 50 %; asimismo, se reducen costos de producción, de servicio y entrega. No obstante, no todas las organizaciones pueden implementar un sistema MRP, esto dependerá del tipo de empresa y el tiempo de entrega requerido por los clientes.

El sistema MRP es utilizado por las organizaciones con la finalidad de resolver 3 principales problemas que se presentan en la producción de cualquier producto: Permite determinar qué insumos o recursos se necesitan, en qué cantidad estas se requieren y en qué momento éstas se demandan. De acuerdo a Domínguez (1995), el sistema MRP es un sistema de planificación de la producción que a través de instrucciones lógicas interrelacionadas convierte un Programa Maestro de Producción en requerimientos reales de insumos con determinadas cantidades y fechas de aprovisionamiento.

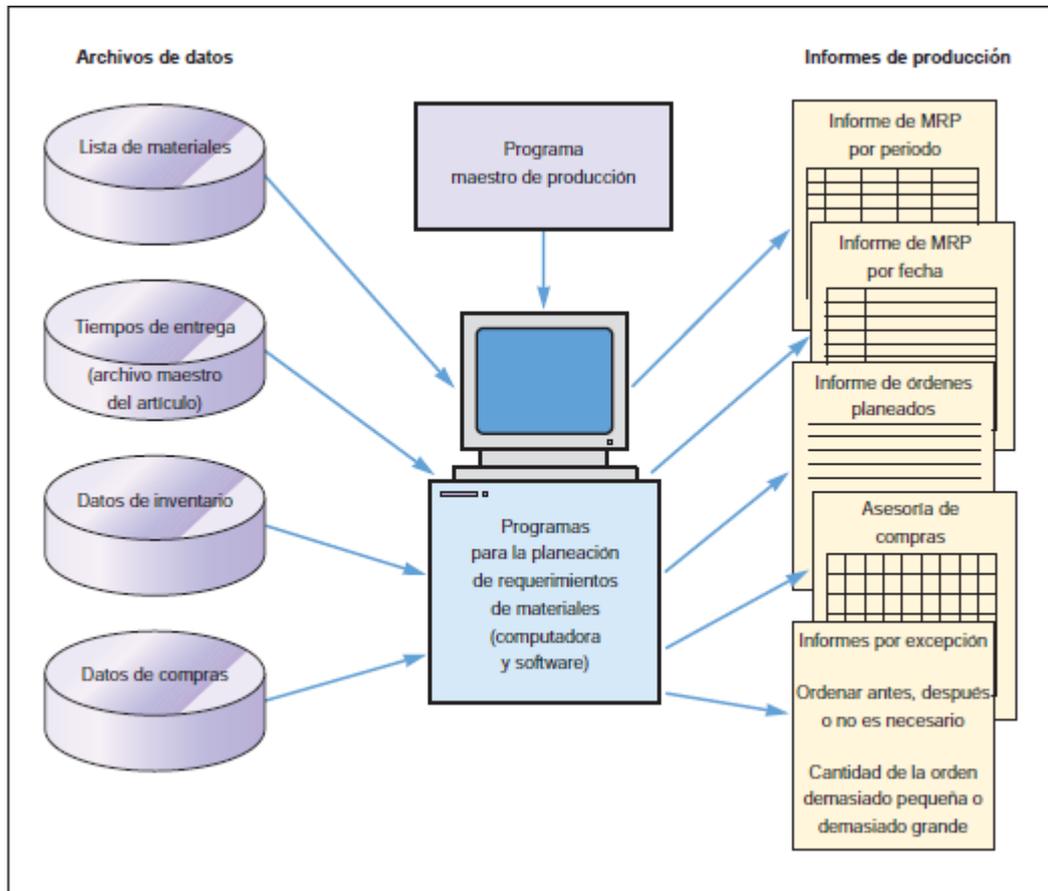


Figura 9 Estructura del Sistema MRP

Tomado de “Administración de la producción” por Render Barry (México), 2007.

Las principales organizaciones que se benefician con la implementación del MRP son las empresas de ensamble puesto que la fabricación de sus productos es compleja y con tiempos de entrega cortos.

El MRP como cualquier otro método de producción presenta 3 herramientas fundamentales para su aplicación en las organizaciones, las cuales han de explicarse a continuación:

- Programa Maestro de Producción

El programa maestro de producción, conocido por sus siglas PMP, es un plan de producción realizado a través de la interacción de las diferentes áreas de la empresa que va desde el área de ventas y marketing hasta la planeación de la capacidad. A partir del plan maestro de producción se puede determinar los costos de producción de la organización. De acuerdo a Riggs (1999) el plan maestro de producción tiene por finalidad el controlar los costos dentro de límites razonables al mismo tiempo de satisfacer las demandas de los clientes.

El programa maestro de producción permite definir de forma específica qué debe hacerse y en qué momento. Según Render (2007), el programa maestro de producción requiere de un plan agregado de producción ya que este último determina los límites tanto superiores como inferiores del PMP.

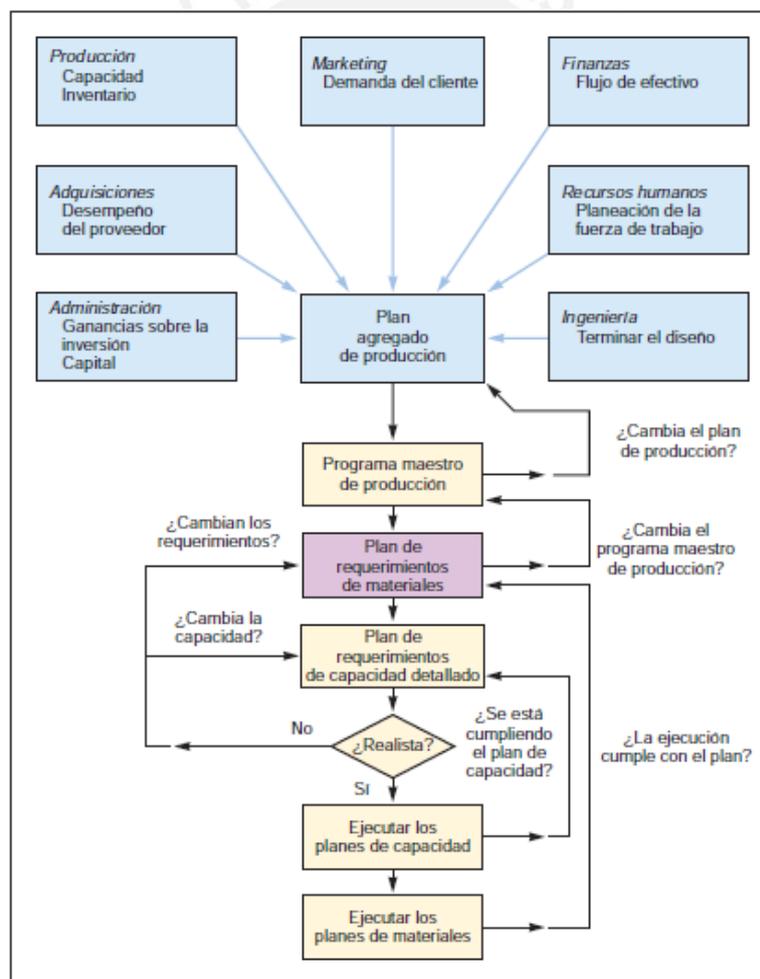


Figura 10 Proceso de planificación

Tomado de "Administración de la producción" por Render Barry (México), 2007.

Mientras que el plan agregado de producción se basa en términos generales y engloba temas familias de productos, variedad de insumos, planes financieros, fluctuaciones de inventario, entre otros; el PMP se centra en términos específicos de qué hacer y en qué cantidad desagregando el plan agregado de producción, como se puede apreciar en la figura 10.

- **Lista de Materiales**

Representa el cómo se desarrolla se hacen los productos, donde se indica los componentes requeridos y sus respectivas cantidades. Asimismo, registra las relaciones de dependencia entre los componentes padres ³y componentes hijos.

- **Gestión de inventarios**

Representa como se controla los niveles de inventarios, a partir de estos se hacen los requerimientos.

- **Teoría de Restricciones (TOC)**

Fue desarrollada por E. Goldrant, tiene como base de sus fundamentos el sistema de programación de la producción Tecnología de Producción Optimizada (con sus siglas en ingles OPT). El TOC surge de la necesidad de gestionar de mejor forma un sistema a través de identificar sus limitaciones. Según, Domínguez (1995), el TOC gestiona la producción en base a los cuellos de botella que presentan cada uno de los sub sistemas de producción, denominados centros de trabajo, de una organización.

E. Goldrant pretende ayudar a que las organizaciones generen utilidades por ende basa el TOC en tres parámetros denominados “parámetros de explotación”, que le permitan a toda institución medir su productividad.

- **Troughput:** Representa el ingreso (expresado en dinero) recaudado por las ventas. Es el principal parámetro estudiado por el TOC.
- **Inventarios:** Representa la inversión (expresada en dinero) en bienes de la organización.

³ **Componente padre:** Son aquellos artículos que están compuestos por al menos un componente (Componente hijo).

- **Gastos de operación:** Representa los gastos de ventas.

Goldrant establece los siguientes pasos para preparar la organización para una implementación de mejora continua a través del TOC. Para establecer preparar el terreno para la aplicación del TOC en la organización se requieren establecer dos pasos iniciales, los cuales se describen a continuación:

- Paso inicial 1: **Establecer una estructura organizacional horizontal:** Esto asegura que lo óptimo de los diferentes centros de trabajo no se interponga al óptimo general de la organización.
- Paso inicial 2: **Localizar las áreas más críticas de la organización.** Se debe de encontrar el eslabón más débil del flujo de trabajo.

Una vez que se asegure los pasos iniciales antes mencionados para aplicar el TOC en la organización se debe de seguir los siguientes pasos.

- Paso1: **Identificar las limitaciones del sistema:** Consiste en hallar los recursos limitantes de la organización.
- Paso2: **Determinar cómo explotar las limitaciones:** Consiste en encontrar formas de explotar al máximo los recursos limitantes, en los centros de trabajo, encontrados en el paso anterior.
- Paso3: **Subordinar el flujo de trabajo a las decisiones adoptadas del paso anterior:** Consiste en establecer la velocidad de flujo de acuerdo a los recursos limitantes para no tener escasez ni exceso de los recursos necesarios para la producción.
- Paso4: **Elevar la limitación:** Si se ha completado los pasos anteriores correctamente entonces la limitación inicial desaparece, pero aparece otra en otro lugar de la organización y se tiene que implementar nuevamente los pasos mencionados.
- Paso5: **Si se ha roto una limitación se debe volver a empezar:** Este paso sirve de señal de seguridad de la aplicación del TOC, pues si no se cumple alguno de los

pasos anteriores no es posible asegurar que se conseguirá una mejora continua en la organización.

▪ **Sistema Lean**

Lean Manufacturing es una metodología integral de gestión que está formando parte fundamental en los últimos años de las organizaciones, debido a que permite a las mismas alcanzar mejores resultados (outputs) empleando menos recursos (inputs).

Los primeros indicios del desarrollo del Lean Manufacturing se evidencian con Toyota Automatic Loom Works, empresa base del Grupo Toyota, fundada por Sakichi Toyoda (Morgan, 2006). Sakichi, se enfocó en cómo hacer que los telares, en ese entonces operado a través de máquinas de vapor, alcancen un rendimiento mejor del que poseían, lo cual fija la base del concepto conocido como Kaizen. Así que, experimentó con los telares y en base a varias experiencias de prueba y error logró desarrollar el primer telar automático. El telar tenía un mecanismo que paraba su operación automáticamente cada vez que se rompía un hilo, este mecanismo llegó a convertirse en uno de los pilares del Lean Manufacturing y que es conocido como “Jidoka”. (Kewalkumar, 2011).

Posteriormente, en 1950 Eiji Toyoda (sobrino de Sakichi Toyoda) realiza un viaje a la planta Rouge de Ford-Detroit, con la finalidad de familiarizarse con la línea de ensamble, manufactura de línea de flujo, que imperaba en ese entonces en las organizaciones estadounidenses gracias al desarrollo del sistema de producción de masas instaurado por Ford alrededor de 1913 (Black, 2003). Al regresar del viaje Eiji Toyoda se centra en la idea de adaptar el sistema de producción de en masa a los estándares japoneses. Eiji junto con Taichi Ohno y un equipo de ingenieros logran evidenciar que el problema fundamental del sistema de producción de Ford era que no podía proporcionar variedad en la producción y la existencia de excesivos inventarios. Taichi Ohno logra evidenciar así que la debilidad principal que poseía el sistema de producción de Ford era el desperdicio y la ineficacia (Kewalkumar, 2011).

Asimismo, según Rajadell Carreras (2010), el contexto japonés para ese entonces dificultaba la adaptación del sistema de producción de Ford a Toyota, debido a:

- El mercado japonés era pequeño, por lo que se necesitaba alta variedad de modelos de autos en lotes pequeños.

- Toyota no poseía el capital para comprar tecnología y el volumen de producción no permitía la reducción de costos que la Ford poseía, para ese entonces.

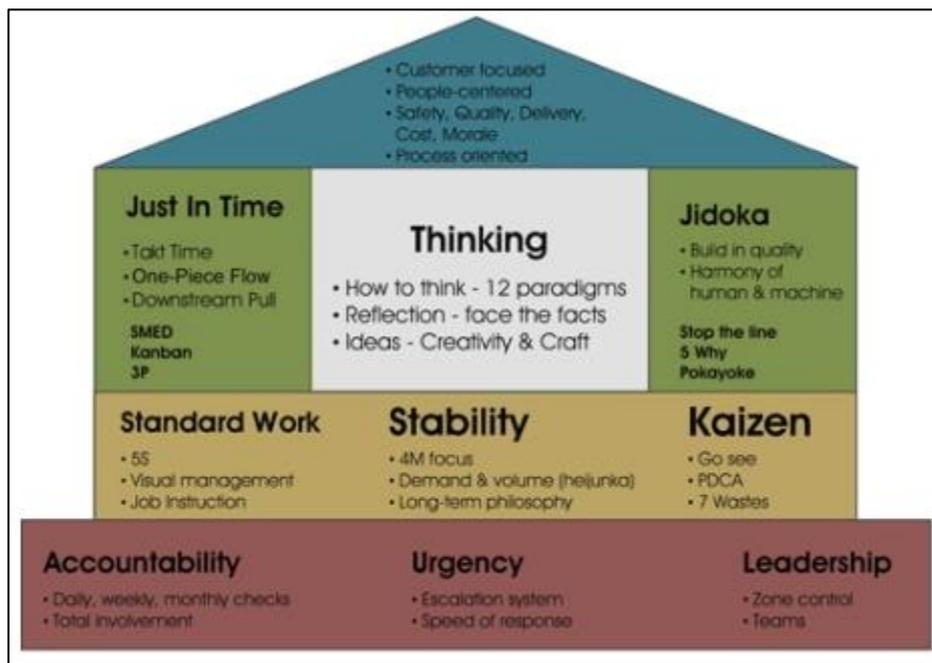


Figura 11 Sistema de Producción Toyota (TPS)

Tomado de “Toyota Production System” por *Logistics World Blog*, 2010

Ante tal situación, Toyota se vio en la necesidad de establecer un sistema de producción nuevo, denominado “Toyota Production System” que se representa en la figura 11, el cual se basa en prescindir de los elementos innecesarios en la producción que te permita reducir costes sin que ello te impida lograr cumplir con los requerimientos de los clientes. Pero no fue hasta el año de 1990 que gracias a un estudio realizado por el “Programa Internacional de vehículos Automotores” del Massachusetts Institute of Technology-MIT en que el sistema de producción de Toyota se da a conocer al mundo y John Krafcik acuñó a este sistema el nombre de Lean Production. (Womack, 2005).

Lean Manufacturing es más que un conjunto de herramientas, técnicas y conceptos utilizados en la cadena de valor de un producto para mejora la producción. Lean Manufacturing es una filosofía integral de “una manera de pensar” que busca desarrollar un sistema de producción flexible con la capacidad de responder a las variaciones de la demanda del cliente a través de identificar y reducir los desperdicios y aquellas actividades que no agregan valor al producto.

Lean Manufacturing busca obtener el mayor valor para el cliente mientras consigue minimizar el uso de recursos, energía, tiempo y esfuerzo (Planet Lean, 2018). Lean se describe como “una forma de pensar” debido a que Lean Manufacturing tiene un efecto directo sobre la cultura de la empresa.

Según, Mohammad (2009), Lean se enfoca principalmente en el rol de los empleados y en el valor que ellos tienen para la organización, ya que gracias a ellos cualquier cambio sustentable puede ser alcanzado o no. Asimismo, Ohno define al Lean no solo como la búsqueda del desarrollo mejoras en la producción, sino que busca maximizar el esfuerzo de trabajo de los trabajadores (Citado en Maldonado, 2008).

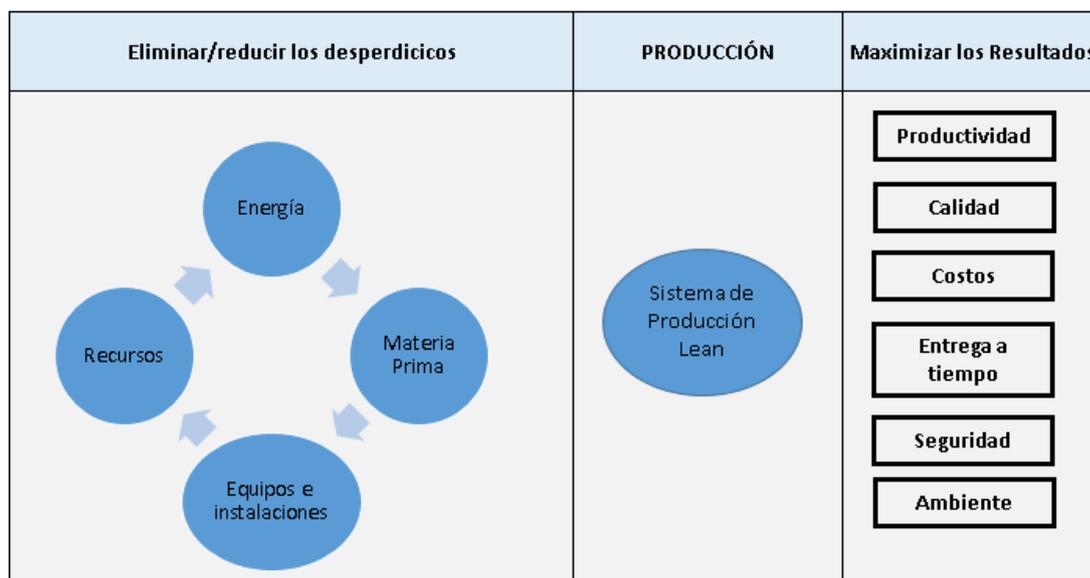


Figura 12 Enfoque del Sistema Lean Manufacturing

Tomado de “Manual para la implementación del JIT” por Hirano, Hiroyuki, (Madrid), 1991

El desperdicio es el principal enfoque que se busca reducir y eliminar en los sistemas de producción. Ohno afirma que, no interesa que herramientas, conceptos y técnicas se utilicen para tratar de adoptar el sistema de producción Lean todo carecerá de sentido si es que no se identifica correctamente los desperdicios y se comprende el enfoque de reducirlos o eliminarlos (Citado en Womack, 2005).

Los desperdicios son todo aquello que no sea lo mínimo necesario para crear valor real para el cliente/consumidor. Los desperdicios originan ineficiencias en el proceso de producción lo cual conlleva a un alto costo de producción innecesario, pues como afirma Rajadell (2010), los desperdicios constituyen cerca del 90% de las operaciones de un proceso de producción.

En la metodología del Lean Manufacturing se identifican ocho tipos de desperdicios los cuales se describen a continuación:

- Desperdicio de Sobreproducción.

El desperdicio de sobreproducción tiene que ver con la producción excesiva, con la antelación de producción injustificada. Las organizaciones incurren en desperdicios de sobreproducción cuando fabrican productos que el cliente o no los ha solicitado o no los requiere para ese momento. La sobreproducción muestra un ejemplo claro de un mal manejo de la gestión del área de producción puesto al manufacturar bienes para almacenarlos hasta que sean requeridos supone no solo costos innecesarios sino también activos sin circulación para la organización. Cuando se trata desde los procesos internos los desperdicios de sobreproducción se evidencian en los inventarios en proceso al inicio de las estaciones de trabajo que resultan de un manejo de la información mal gestionado pues la producción de la estación i es más rápida que lo que requiere la subsecuente estación de trabajo. Entre Las principales causas de sobreproducción se pueden mencionar:

- ✓ Carencia de retroalimentación de las estaciones y procesos subsecuentes.
- ✓ Carencia de un equilibrio entre los procesos y estaciones de trabajo.
- ✓ Mal manejo de la gestión del flujo de información y el de materiales.
- ✓ La imperante lógica del “por si acaso”.

- Desperdicio de Espera.

El desperdicio de espera tiene que ver con el paro del flujo de valor de la organización debido a retrasos de entrega de materiales en proceso (WIP), insumos y recursos, lo cual se evidencia a través de los tiempos sin actividad de los trabajadores y máquinas paradas sin utilizar. Entre Las principales causas de desperdicios de espera se pueden mencionar:

- ✓ Mal manejo del flujo de información.
- ✓ Tiempos de preparación muy largos.
- ✓ Sobreproducción.

- Desperdicio de Transporte.

El desperdicio de Transporte tiene que ver con el traslado o movimiento desde un punto en particular hacia otro pero que no es absolutamente necesario, ello se evidencia en la excesiva manipulación de recursos, herramientas y productos que generan costos innecesarios de manipulación, pérdida de tiempo de los trabajadores y la probabilidad de dañar el producto durante el transporte. El transporte es una actividad que no agrega valor por tal motivo es prudente en la medida que se pueda buscar formas de reducirlo o eliminarlo. Entre Las principales causas de desperdicios de transporte se pueden mencionar:

- ✓ Un mal diseño de la distribución de planta.
 - ✓ Ubicación de herramientas en áreas lejanas a la estación en que se requieren.
 - ✓ Carencia de identificación del flujo de valor de la organización.
- Desperdicio de Sobre procesamiento.

El desperdicio de sobre procesamiento tiene que ver con re-transformar materia prima en producto terminado debido a que se ha realizado una primera transformación equivocada por no cumplir con alguna característica del producto. Entre Las principales causas de desperdicios de sobre procesamiento se pueden mencionar:

- ✓ Carencia de estudio del método de trabajo
 - ✓ Falta de trabajo estandarizado
- Desperdicio de Inventarios.

El desperdicio de inventarios tiene que ver con las existencias o trabajos en proceso acumulados en un punto sin formar parte del flujo continuo del proceso y que representan activos sin movimiento. Entre Las principales causas de desperdicios de inventarios se pueden mencionar:

- ✓ Tamaño de lotes grandes
 - ✓ Producción anticipada
 - ✓ Tiempos de cambios altos
- Desperdicio de movimientos.

El desperdicio de movimientos tiene que ver con el innecesario movimiento de los trabajadores cuando realizan sus tareas asignadas, ya sea que sean movimientos forzados, posturas de trabajo

anti-ergonómicas. Entre Las principales causas de desperdicios de movimientos se pueden mencionar:

- ✓ Estaciones de trabajo muy separadas
 - ✓ Carencia de un adecuado diseño de Layout
 - ✓ Carencia de estudios ergonómicos
- Desperdicio de defectos.

El desperdicio de defectos tiene que ver con las disconformidades encontradas en el bien producido que no alcanzan las especificaciones brindadas por el cliente, por lo que se requiere reprocesar o volver a producirlos. Entre Las principales causas de desperdicios de defectos se pueden mencionar:

- ✓ Carencia de estándares de inspección
 - ✓ Carencia de una política de calidad de cero defectos
 - ✓ Omisión de estándares de operaciones
- Desperdicio de intelecto.

El desperdicio de intelecto tiene que ver con el no aprovechamiento de las facultades de los operarios. . Entre Las principales causas de desperdicios de defectos se pueden mencionar:

- ✓ Trabajo repetitivo
- ✓ Cultura de no pensar

1.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN HÍBRIDOS

A través de los años, se ha desarrollado diferentes enfoques de sistemas de producción. Ya sea que el sistema de producción se enfoque de acuerdo al flujo de trabajo, a su rigidez e inflexibilidad o de acuerdo al producto la experiencia y la historia nos ha mostrado que las distintas clasificaciones de los sistemas no funcionan en su totalidad.

Según Greene James (1987), el único sistema de producción viable es aquel que incluye las funciones de pre-producción, plan maestro de producción, control y planificación de la capacidad, planificación y control de la prioridad y ejecución. Si un sistema no toma en cuenta alguna de estas funciones básicas, simplemente no funciona. A partir de entender esto se empieza a desarrollar el concepto de sistemas integrados de producción. No todos los sistemas de producción se ajustan a las realidades de las empresas, estos dependen del entorno en que estas se desempeñan.

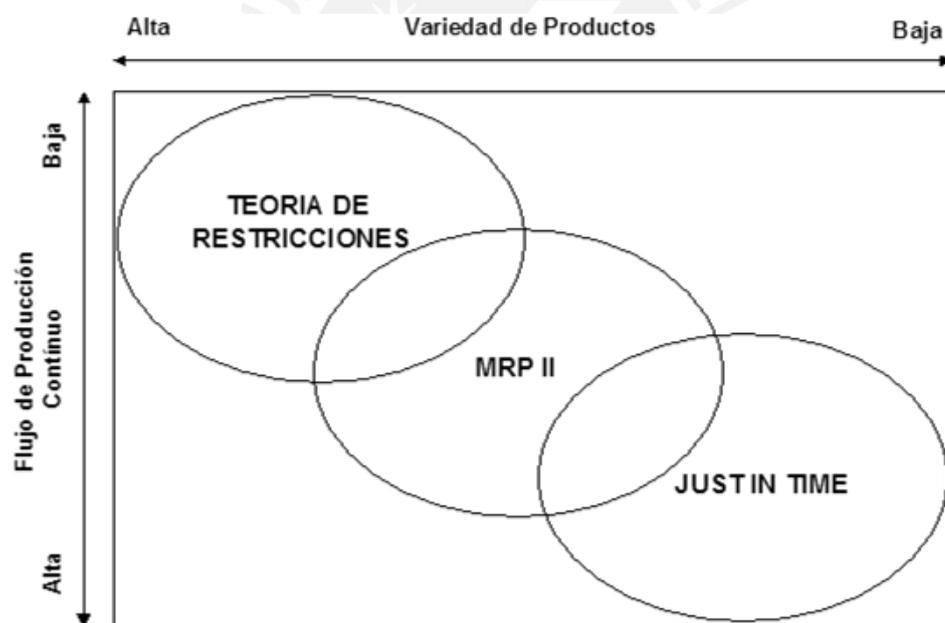


Figura 13 Matriz Producto – Proceso y los sistemas

Tomado de “Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link”. Strategic Management Journal, por Wheelwright, 1984.

En la figura 13, se puede observar que según Wheelwright (1984), los sistemas de producción se pueden combinar de acuerdo al tipo de flujo de producción y el nivel de variedad de productos que la organización fabrica.

1.2.1. Sistemas combinados MRP – TOC

Los sistemas de producción MRP y TOC se pueden combinar para formar un sistema de producción híbrido en el que la planificación de los materiales realizado por el MRP se base no solo en los pronósticos, sino que tome como base para la programación de la producción aquel recurso limitante de la organización, el cual restringe la capacidad de producción de la planta. De tal manera la programación de la producción se convierte en una programación controlada basada en pedidos.

Asimismo, al controlar el flujo de producción a través de la aplicación del TOC en el recurso limitante se logra desarrollar un proceso de reingeniería la cual se basa en reestructurar la producción de acuerdo al entorno y necesidades de la organización.

1.2.2. Sistemas combinados MRP- JIT

Los sistemas de producción MRP y JIT se pueden combinar para formar un nuevo sistema de producción híbrido. Si bien un sistema combinado presenta mayores restos a la hora implementación porque no se tienen conocimiento de su funcionamiento muchos autores como Sillince y Sykes (1993), respaldan la idea de que en teoría los sistemas MRP y JIT deberían complementarse mutuamente. La utilización de un sistema combinado solo se justifica cuando las ventajas que se espera obtener compensan las posibles dificultades.

A través de las pruebas de experimento y error se ha logrado manifestar que si bien la combinación del MRP – JIT es buena no todas las combinaciones tienen la misma naturaleza. Según Rivera y Durán (2003), se pueden presentar dos tipos de sistemas combinados de MRP- JIT, los cuales se describen a continuación:

- **El sistema combinado MRP-JIT horizontal**

Este tipo de sistema permite gestionar el flujo de los materiales en los que presentan valores cualitativamente diferentes en distintas partes del flujo de valor. En otras palabras, este sistema de producción se debe utilizar cuando los lotes de producción requeridos por el cliente son dinámicos. El MRP es utilizado para la planificación de los materiales y la programación de las órdenes de producción esto debido a que en corridas cortas de

producción es difícil nivelar la producción, pero este programa de producción está controlado a través del sistema Kanban.

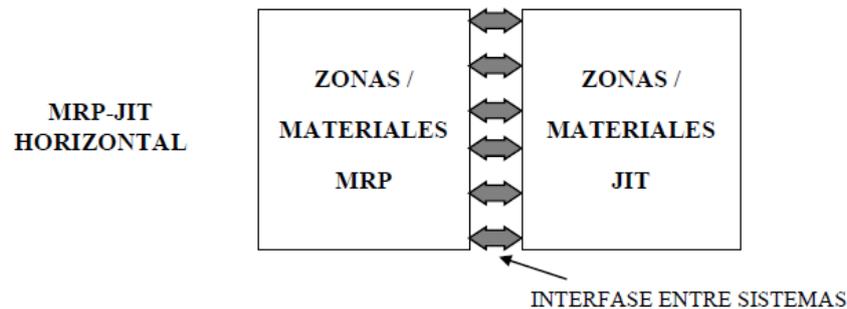


Figura 14 Sistema combinado MRP-JIT Horizontal

Tomado de “Tipología de sistemas combinados MRP-JIT” por Rivera (España), 2003.

En la figura 14, se puede observar cómo funciona el sistema combinado MRP-JIT horizontal, a través de este sistema la utilización de un componente MRP en la fabricación de un material JIT requiere que los datos de necesidades brutas del sistema MRP se basen en la liberación de órdenes del material JIT.

- **El sistema combinado MRP_JIT Vertical**

Es el sistema más difundido y desarrollado por la mayoría de las organizaciones. Este sistema posee módulos de planificación MRP y módulos de control y ejecución JIT. Este sistema combinado permite gestionar flujos de materiales con distintas necesidades de control detallado en distintos niveles jerárquicos del sistema de planificación y control de la fabricación.

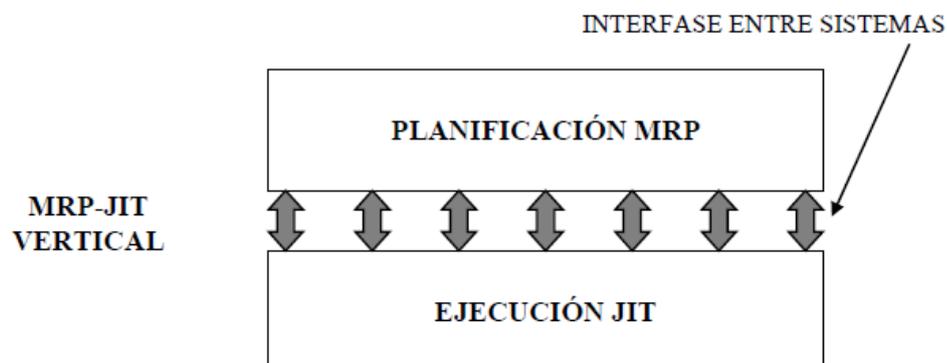


Figura 15 Sistema combinado MRP-JIT Vertical

Tomado de “Tipología de sistemas combinados MRP-JIT” por Rivera (España), 2003

1.3. HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN, CONTROL Y MEJORA DE PRODUCCIÓN

En el presente punto se van a describir y desarrollar las diferentes herramientas que se han de utilizar en el presenta proyecto de mejora de planificación y control de los procesos del área de tintorería y acabado de la empresa en cuestión.

1.3.1. Planeamiento agregado

La estrategia corporativa determina los planes de capacidad a largo plazo para que posteriormente se pueda llevar a cabo el plan a mediano plazo. Es así que, para este último, se desarrolla el plan agregado de producción en el cual se determina la cantidad y la programación de la producción para un futuro próximo, generalmente de 3 a 12 meses. Según el punto de vista de Render (2007), el Plan agregado significa combinar los recursos adecuados en términos generales o globales.

Asimismo, según Domínguez (1995), el plan agregado de producción “trata de concretar el plan (todos los ítems agregados) para periodos normalmente mensuales, considerando las variables de producción, intentando cumplir con el plan a largo plazo”.

Por otro lado, para garantizar el funcionamiento del plan agregado, Domínguez (1995) menciona que se deben considerar las cantidades anuales del plan de producción en cifras mensuales y/o trimestrales, así como también otras posibles fuentes de demanda para obtener las necesidades mensuales totales de la producción agregada.

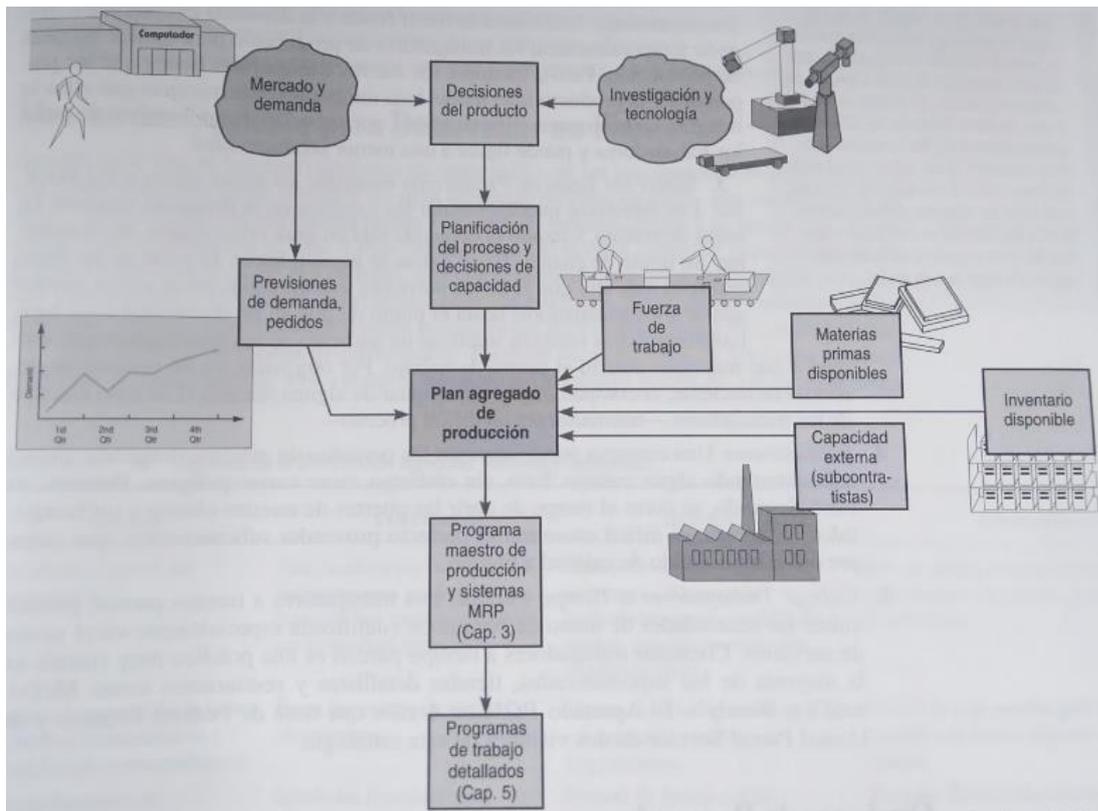


Figura 16 Relaciones de plan agregado

Tomado de “Dirección de producción: Decisiones tácticas” por Heizer, J., & Render, B Cuarta Edición (Madrid), 1997.

El planeamiento agregado es parte de un sistema de planificación de la producción mayor como se muestra en la figura 16; por ende es requisito indispensable entender las diferentes relaciones que existen entre las diferentes áreas o departamentos de una organización, puesto que no solo se debe tomar en cuenta la fuerza de trabajo, materia prima y procesos operativos de la misma para su elaboración sino también información sobre pronósticos de demanda del departamento de marketing, datos financieros del área de finanzas, información de investigación y tecnología del departamento de I+D.

1.3.2. Análisis producto proceso

El análisis producto proceso es una herramienta que permite realizar una representación gráfica en la cual se establece una clasificación de los procesos productivos, de acuerdo con el volumen de producción y la flexibilidad.

Según Chase (2009), la estructura de flujo de los procesos se expresa a través de la forma en que la organización organiza el flujo de material a través de los diferentes procesos.

En la actualidad existen diversos autores que plantean nuevas formas de flujo de materiales enfocado en los procesos, pero Hayes y Wheelwright (1988) identifican los enfoques más acogidos alrededor de la producción los cuales se detallan a continuación:

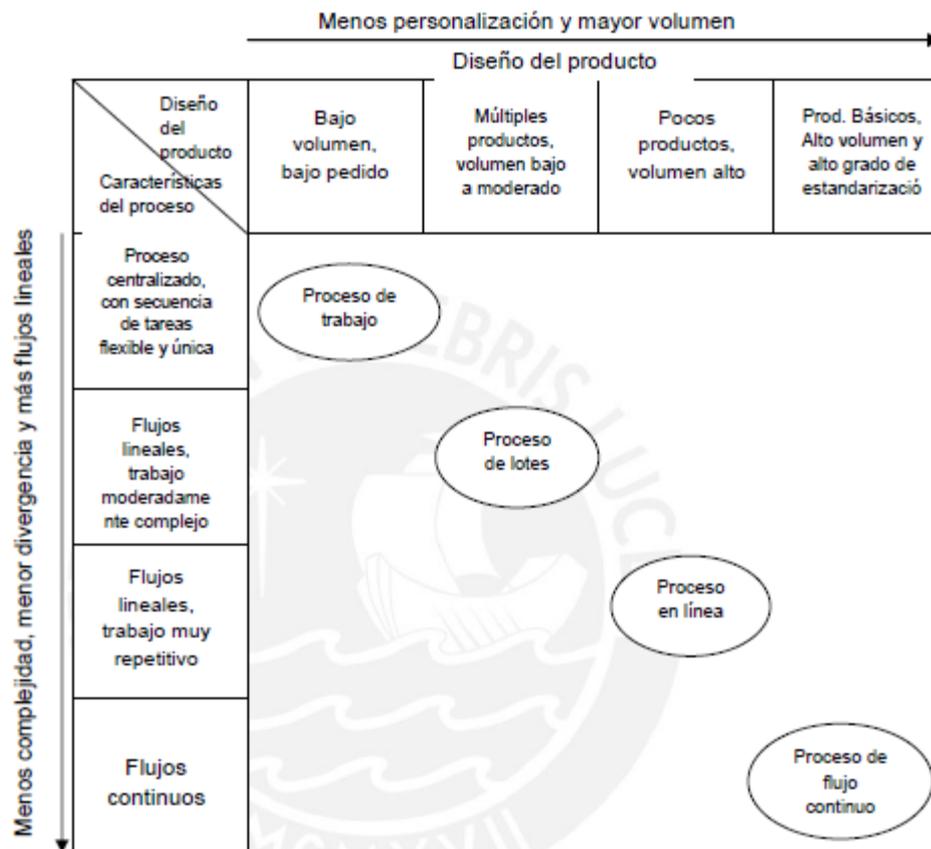


Figura 17 Matriz producto-proceso

Tomado de “Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor” por Krajewski (México), 2008.

- Taller de trabajo: Se refiere a la producción de pequeños lotes de una gran cantidad de productos diferentes, la mayoría de los cuales requiere una diferente serie de procedimientos.
- Producción intermitente: En este caso, ya existe una línea de productos más estandarizada y lo único que varía son pequeñas modificaciones en alguna de las partes del producto. De la misma manera, el trabajo es más estandarizado.

- Línea de ensamble o cadena de montaje: Se refiere a la producción de diferentes tipos de componentes que se van trasladando de una estación a otra a un ritmo estándar y siguiendo una secuencia necesaria de producción.
- Flujo continuo: En este caso, la producción es más automatizada y los productos no varían en su forma, es decir, estos casi siempre siguen siendo los mismos.

1.3.3. DBR

Cuando se logra conocer el flujo de valor en la organización resulta conveniente reconocer cuál de todas las operaciones restringe la capacidad de producción, de tal forma que se puede realizar control sobre el recurso restrictivo con la finalidad de mejorar la eficiencia de la producción en la organización. Una herramienta útil y desarrollada para el control es el conocido sistema Drum - Buffer - Rope, conocido como DBR (que traducido significa: tambor - amortiguador – cuerda).

El DBR es una técnica de control de la producción para implementar los pasos de explotación, subordinación y elevación de la Teoría de Restricciones. La base del sistema está centrada en el cuello de botella o restricción, el cual se convierte en un punto de control natural, cuya tasa de producción dirige el ritmo del sistema.

La técnica consiste en programar inicialmente al recurso restrictivo a toda su capacidad, tratando de explotar al máximo su rendimiento. Tal como se aprecia en la figura 18, el cumplimiento del programa marcará las pulsaciones que controlan el sistema y gobiernan toda la producción, de allí el nombre de tambor a este punto de control.

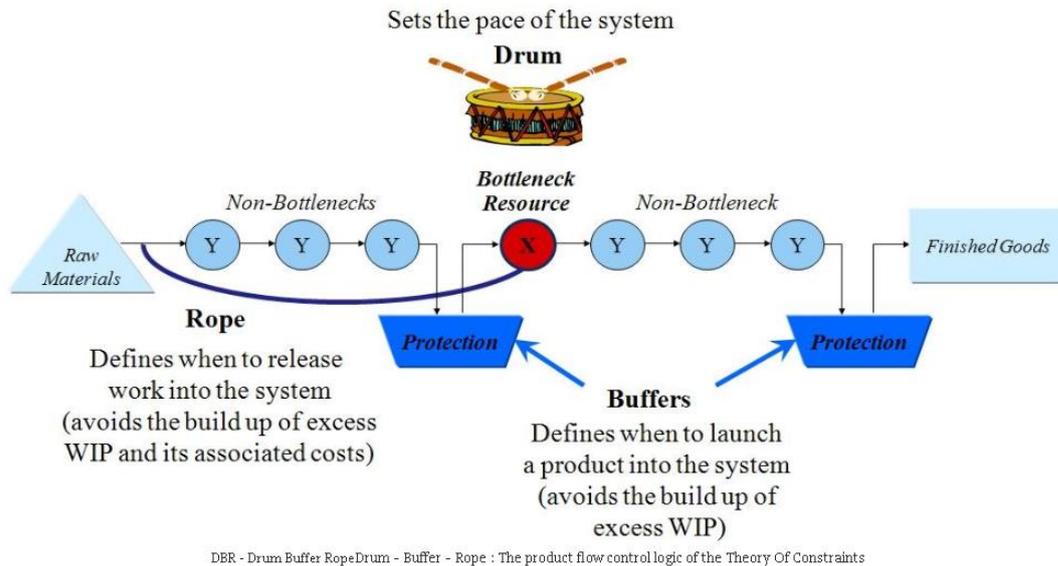


Figura 18 Drum-Buffer-Rope

Tomado de “*The Theory of Constraints: to accelerate your Lean program and generate growth*” por Marris Consulting, 2000.

Posteriormente, se programan las demás operaciones en los recursos que tienen capacidad extra. La capacidad adicional que tienen los recursos ubicados antes de la restricción, servirá para crear el amortiguador cuyo propósito es proteger al recurso restricción del sistema de las fluctuaciones y variaciones en su tasa de alimentación.

El tamaño del amortiguador se mide en tiempo estándar, el tiempo requerido por el recurso restrictivo para procesar todo el inventario protector acumulado. Este intervalo de tiempo se mide desde la fecha de lanzamiento de una tarea hasta la fecha en que el recurso restrictivo demanda su consumo.

Según, Artola (2004), esta conexión entre el amortiguador y el punto de lanzamiento del material ubicado en el inicio de la línea de producción se le denomina cuerda, la cual crea un ciclo de retroalimentación con la producción del recurso restrictivo. Esto permite al punto de despacho de material enviar sólo la cantidad determinada para mantener el inventario del amortiguador.

1.3.4. Metodología de las 5's

Una de las principales herramientas del Lean Manufacturing que se considera fundamental y necesario para el control de la producción es el desarrollo de la metodología de las 5S's para atacar los desperdicios anteriormente desarrollados.

La implementación de Las 5S's lleva a la empresa hacia la obtención de diferentes beneficios entre los más representativos se pueden considerar:

- Los beneficios operacionales.
- La reducción de costos
- La satisfacción de clientes
- Elevación de la disponibilidad de equipos
- reducción de los errores de operación

La implementación de la metodología se lleva a cabo en dos fases.

- Fase 1: la identificación y eliminación del desperdicio.

Esta primera parte se basa en las dos primeras S, tanto Seiri, Seiton y Seiso. En esta etapa se enfoca en el área de trabajo y busca en primer lugar separar lo necesario de lo que no es para crear un ambiente organizado, posteriormente busca establecer un lugar para cada cosa en el lugar de trabajo desarrollando así un orden general. Esta primera etapa es la más importante cuando se trata de implementar mejoras a través de las herramientas de Lean Manufacturing pues es el punto de partida de la filosofía.

- Fase 2: El sostenimiento y mejora continua del lugar de trabajo (estandarización y disciplina)

La segunda fase de la metodología de las 5S's trata con las dos S restantes conocidas como Seiketsu y Shitsuke, en esta etapa se busca mantener lo alcanzado a través de la primera fase en el área de trabajo de tal forma que los trabajadores lo interioricen y lo que hagan parte de su rutina y que este progreso se mantenga a lo largo del tiempo.

1.3.5. Kanban

Una vez que se ha establecido la primera fase de la metodología de las 5S's es posible implementar las diferentes herramientas de la filosofía Lean Manufacturing.

La segunda herramienta que se va a utilizar es el sistema Kanban. La historia del Kanban se remonta, según Moreno (2014), a la década de los 50, en donde muchas empresas japonesas utilizaban pronósticos de la demanda para para producir, pero muchas veces producían más de lo exigido por el público.

Ello se debía a que la producción era mayor a lo que el mercado no era capaz de consumir. Bajo este sistema de producción comúnmente se apreciaba el conocido “efecto látigo” que se interpreta como a mayor producción, más stock y menor servicio.

Para hacer frente a este problema, Eiji Toyoda hizo un viaje de estudio en Estados Unidos, donde le llamó la atención la forma de operación de los supermercados en el que descubrieron dos sucesos que les parecieron importantes:

- Las secciones del supermercado presentaban capacidad limitada de productos, puesta a disposición de los clientes.
- Cuando estos productos alcanzan un nivel mínimo, el responsable de la sección iba al almacén y reponía los productos de acuerdo a la cantidad que había sido consumida.

Los japoneses interpretaron el hecho de que una sección de productos (o un contenedor) esté vacía, como una orden (orden de reposición de productos). A partir de ello nace la palabra Kanban que traducida del japonés significa, tarjeta visual, cuya función es dar a conocer al proceso anterior las necesidades para cubrir al proceso predecesor.

En dichas tarjetas o sistemas figuran datos que identifican al suministro solicitado (piezas, cantidad de lotes, tamaño de lote, centro de origen, centro de destino, etc.). Las tarjetas se adjuntan a contenedores o envases de los correspondientes materiales o productos, de tal manera que en la tarjeta se refleje la cantidad que debe de contener el envase o contenedor

El sistema Kanban trabaja bajo la filosofía Justo a Tiempo (JIT), cuyo significado radica en un sistema de transmisión de órdenes de producción y órdenes de recogida de material y productos de los proveedores internos y líneas de producción, correspondientes dentro de un proceso productivo en el momento y la cantidad precisa.

Asimismo, existen dos clases de tarjetas:

- Tarjeta o Kanban de Producción.

Se utiliza para solicitar la producción de un lote de producto, en sustitución de un producto que ya se ha solicitado por el proceso siguiente. Este Kanban indica la cantidad a ordenar para que produzca el proceso anterior.

- Tarjeta o Kanban de Transporte.

Se utiliza para solicitar la retirada de un lote, contenedor o envase de producto acabado en un proceso para llevarlo al proceso siguiente u almacén. Este Kanban indica la cantidad a enviar al proceso siguiente.

Una variable a considerar para la aplicación del sistema Kanban es la cantidad de tarjetas necesarias en el proceso, éstas deben de cubrir el lead time que existe desde que se solicita la tarjeta de transporte hasta que se obtiene el contenedor lleno situado en el mismo lugar, incluyendo a su vez el proceso de producción el cual dará lugar a disponer del contenedor lleno en el proceso predecesor.

Para determinar la cantidad necesaria se parte de los siguientes términos.

Q: Consumo medio previsto del material por unidad de tiempo (Ejemplo: número de piezas por día).

LT: Lead time total de suministro del material que figura en cada tarjeta, desde la solicitud y el envío al proceso anterior, hasta que se recibe lleno, considerando el periodo de producción. La unidad de medida del tiempo LT será la utilizada para Q.

q: Cantidad de material asociado a la tarjeta.

K: Cantidad total de tarjetas Kanban, entre las de tipo de transporte y producción.

Es así que debe de cumplirse lo siguiente:

$$K = \frac{Q \times LT}{q}$$

Si se considera un stock de seguridad, se cumple:

$$K = \frac{SE}{q}$$

En el caso de que se exprese como un porcentaje sobre el número de Kanban calculados, por medio de un coeficiente u será.

$$Ke = u \times \frac{QxLT}{q}$$

El total de tarjetas necesarias se determina por:

$$KT = K + Ke = \frac{QxLTx(1 + u)}{q}$$

Es así que la cantidad de producto en un curso dependerá de la cantidad de tarjetas en los casilleros, de tal manera cuando no haya ninguna tarjeta, la cantidad de producto en curso será la máxima posible.



2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL CASO DE ESTUDIO

2.1. ANTECEDENTES DEL CASO DE ESTUDIO

La empresa en la cual se basará el estudio pertenece al sector textil que desarrolla productos de paquete completo que abarca la producción de hilos y fabricación de tejidos.

2.1.1. Industria Textil en el mundo

En la actualidad la industria textil latinoamericana pasa por una serie de problemas en la fabricación y exportación de tejidos y prendas, lo cual conlleva a una desestabilización económica preocupante a nivel mundial.

Los mercados tradicionales de los países en desarrollo han experimentado, en los últimos años, contracciones de sus ventas como es el caso de Colombia y Argentina.

Según el economista colombiano José Gómez, estas contracciones del sector textil se deben a la carencia de inversión y a la baja tasa de productividad laboral, pues se nota un incremento de la venta de textiles y confecciones en 1.4 por ciento y un incremento de las importaciones de 21 por ciento (Diario Semana, 2017).

El mismo panorama se refleja en Argentina que según las estimaciones de la Confederación Argentina de la Mediana Empresa, por sus siglas CAME, el 2017 la venta del sector indumentaria cayó en 1.6 por ciento y las importaciones en primer bimestre del 2018 se han incrementado en un 24.7 por ciento con respecto del 2017 (Diario Fortuna, 2018).

Es así como la industria textil latinoamericana presenta un gran desafío frente a las importaciones de tejidos y confecciones de los países asiáticos que se caracterizan por sus bajos costos que últimamente logran alcanzar una calidad que puede competir con la industria textil latinoamericana, debido a la inversión en tecnologías de automatización y al nuevo enfoque de ventas en línea.

2.1.2. Industria Textil en el Perú

La industria textil en el Perú tiene una larga historia que se remonta a la era preincaica en donde el algodón y el pelaje de los camélidos han sido la principal actividad económica. En la época incaica, se ha logrado expandir esta industria debido a que se grandes cantidades de prendas finas requeridas por los nobles del Tahuantinsuyo (Muñoz, 2006).

En la época colonial, los españoles trajeron consigo el telar de pedal lo que permitió un nuevo desarrollo en el proceso textil peruano. Y desde entonces hasta la actualidad esta industria ha logrado expandirse y lograr ser el sustento de una gran cantidad de peruanos.

Dentro de la estructura productiva del Perú, la industria textil ha representado el 7.4 % del PBI del país en el 2017, como se puede apreciar en la figura 19.

Actividad	Millones(\$)	Participación(%)
TOTAL INDUSTRIA	88,499	100
Industria Textil y Confecciones	6,551	7.4
Fabricación de Textiles	2,686	3.0
Prendas de Vestir	3,865	4.4

Figura 19 Valor Agregado bruto de la industria textil y confecciones

Tomado de “*Industria Peruana en Cifras 2018*” por *Sociedad Nacional de Industrias (Perú)*, 2018.

No obstante, como se puede observar en la figura 20 las exportaciones correspondientes a fibras, hilados, tejidos planos y prendas de vestir plano han llevado una tendencia decreciente desde el 2012 hasta el 2017 y principios del 2018.

Producto	2012	2015	2017	Ene - Abr 2017	Abr 2018
Fibras, hilados y tejidos planos	436	375	355	109	136
Tejidos de punto	120	64	46	14	15
Prendas de vestir de punto	1433	829	828	256	279
Prendas de vestir plano	170	70	48	13	16
Otras confecciones	36	25	26	7	7
Total	2195	1363	1303	399	454

Figura 20 Exportación de principales productos de textil y confecciones (Millones \$)

Tomado de “Industria Peruana en Cifras 2018” por Sociedad Nacional de Industrias (Perú), 2018

Asimismo, en la figura 21 se puede observar que tanto las fibras, hilados, tejidos planos y prendas de vestir plano han obtenido una tendencia creciente desde el 2012 hasta el 2017 y se proyecta un crecimiento para el 2018.

Producto	2012	2015	2017	Ene - Abr 2017	Abr 2018
Fibras, hilados y tejidos planos	1000	911	906	276	320
Tejidos de punto	136	128	148	44	38
Prendas de vestir de punto	250	312	301	107	123
Prendas de vestir plano	268	337	348	109	130
Otras confecciones	90	110	117	37	44
Total	1744	1798	1820	573	655

Figura 21 Importación de productos de Textil y Confecciones (Millones \$)

Tomado de “Industria Peruana en Cifras 2018” por Sociedad Nacional de Industrias (Perú), 2018

El comportamiento decreciente de las exportaciones de productos textiles y el incremento de las importaciones en productos textiles se explican según Cesar Tello, presidente de Comité Textil de ADEX, a causa de que la industria peruana textil perdió competitividad frente a los países asiáticos tales como China, Vietnam y la India (Diario Gestión, 2018). Esto debido a que estos últimos entran al mercado con precios bastantes más bajos que los nuestros.

2.2. PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

En la actualidad la fabricación de telas en el Perú presenta problemas de competitividad en lo que respecta a precio de los tejidos y el costo de mano de obra frente a los países de China, Vietnam e India.

Ello conlleva a las empresas textiles peruanas a mantener un estado de constante presión por lograr un crecimiento rentable con productos de gran calidad con tiempos de entrega cada vez más cortos.

El aseguramiento de la calidad y el valor agregado de un tejido se lleva a cabo en el área de Tintorería y Acabado de toda empresa textil puesto que es en esta área en donde se procede al ennoblecimiento de los tejidos brindándoles a estos las características de brillo, tensión y textura requeridas y apreciadas por los clientes.

Por ende, el presente proyecto se enfocará en el análisis, diagnóstico y mejora del proceso de ennoblecimiento de telas que se lleva a cabo en el área de Tintorería y acabado de la empresa en estudio, debido a que es el área que presenta mayores problemas para cumplir con la atención en fecha de entrega de los tejidos a los clientes.

La empresa de estudio del presente proyecto es una empresa textil peruana verticalmente integrada que maneja los procesos productivos desde el desmote del algodón hasta la fabricación y acabado de tejidos las cuales son comercializadas en tanto en el exterior como en el mercado nacional.

Asimismo, el tejido teñido es el que mayor Troughput genera a la empresa, pero es el que presenta mayores dificultades de producción. Por ende, se ha determinado que el flujo de valor analizado para la propuesta de sistema de producción híbrido será el tejido teñido,

La Empresa cuenta en la actualidad con siete plantas industriales ubicadas en diversas partes del país, tres de ellas se encargan únicamente del desmote del algodón, en las cuatro plantas restantes se producen los hilos y solo en una de estas últimas 4 plantas se producen Telas, esta es denominada como Planta 5, y es esta última la cual será estudiada y analizada en el presente proyecto.

2.2.1. Productos

La empresa en estudio se basa en la fabricación de productos textiles tanto en el mercado nacional como internacional. A continuación, se describirá dos tipos de productos claves que ofrece la empresa en cuestión:

- Hilados:

Material elaborado que se obtiene de fibras naturales o artificiales, las cuales constituyen el elemento base de cualquier textil, entre sus características se puede diferenciar que los hilados son delgados, flexibles y de longitud variable cuyo largo es mucho mayor a su sección.

La producción de hilados se destina a la fabricación de telas para el abastecimiento de sus clientes americanos y europeos, así como para satisfacer la demanda de hilados de los principales exportadores nacionales de prendas de tejido de punto.

La empresa produce aproximadamente 10 mil toneladas anuales de hilados de algodón de diferentes variedades, entre las que se tiene: Pima peinado (fibra extra larga); Tangüis (fibra larga) y americano, en cardado y peinado.

Es el principal suministrador de hilados Pima Peinado en el mercado nacional para confeccionistas peruanos, que son mayormente exportadores. Este tipo de producto se ha constituido en un nicho de mercado que nuestro país sostiene y que le ha significado un reconocimiento a nivel mundial por calidad.

Asimismo, en el año 2017 las exportaciones peruanas de productos de algodón tuvieron una caída de aproximadamente 3,6% en kilos y 0,9% en valores. A pesar de esto la empresa en estudio pudo incrementar la venta de hilados durante el año 2017 en un 13,5% en valores y 10,2% en kilos.

- Tejidos

Referente a todo tipo de telas fabricadas por medio de hilos o filamentos de tejidos. La empresa se orienta a la producción de telas planas, estos tejidos son característicos de telas de ropa de vestir (camisas, pantalones, entre otros) y de decoración. En lo referente a telas de vestir, la empresa crea y lanza colecciones de Tela por temporada, con más de 800 diseños para atender

a su cartera de clientes, a través de los cuales llega a producir cerca de 9 millones de metros anuales de finos tejidos de algodón.

Adicionalmente, fabrica sobre pedido diseños exclusivos de los clientes. Estos tejidos, principalmente destinados a camisería, se venden en América Latina, en adición a los programas exclusivos para clientes de estos mercados, también se trabajan operaciones con EE.UU. y Europa. En el 2017 destacaron los desarrollos de tejidos anti flama y Seer Sucker.

2.2.2. Distribución de planta

La empresa presenta una distribución de planta orientada a los procesos, pues las máquinas se agrupan de acuerdo a los 3 procesos fundamentales que conforman el área de Tintorería y Acabados. A continuación, en la figura 38 se muestra el layout del área de Tintorería y Acabado que se elaboró.

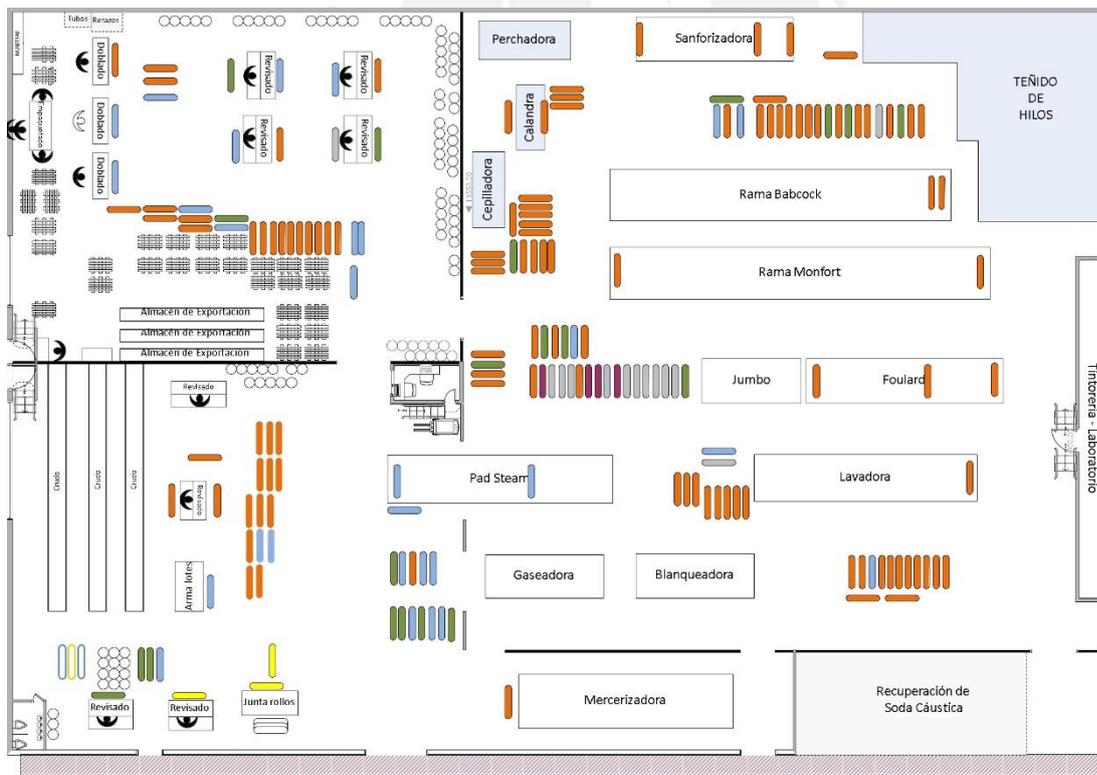


Figura 22 Layout del área de Tintorería y Acabado
Tomado de *La Empresa*, 2018.

Para terminar el flujo de valor agregado por el que la tela cruda pasa para obtener las características físicas y técnicas de una tela acabada se ha desarrollado un diagrama de recorrido cuya base de trabajo es el diagrama de actividades de proceso, para mayor alcance véase el anexo H.

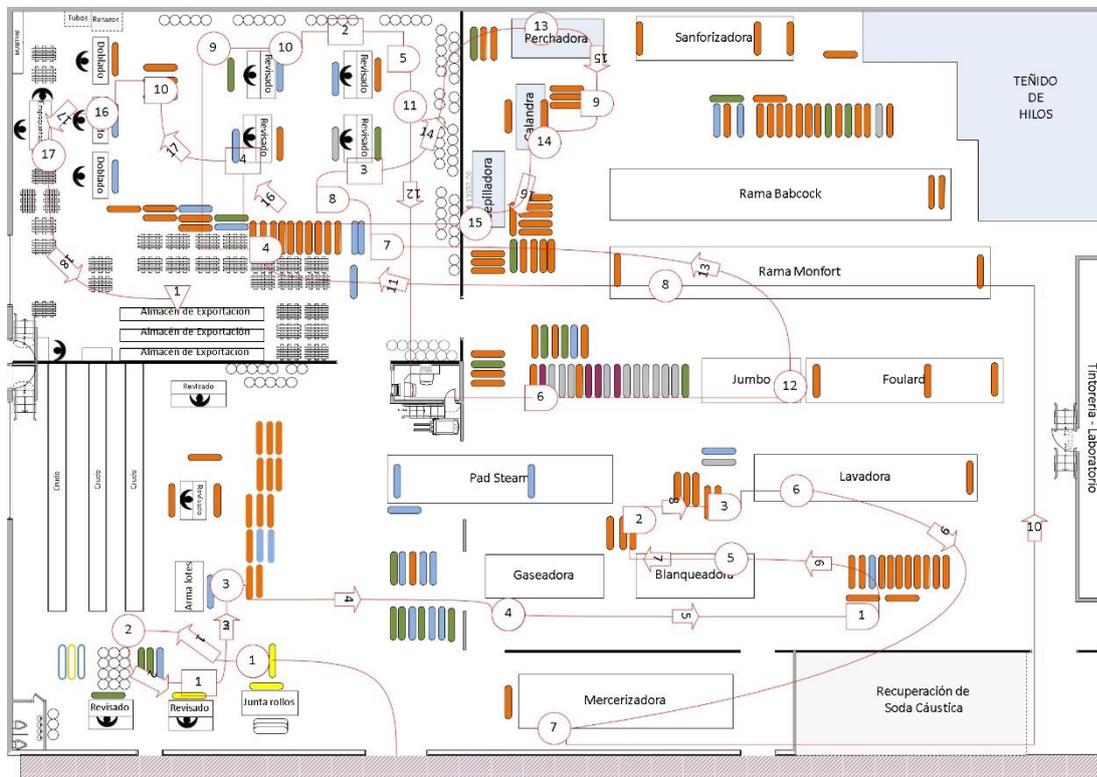
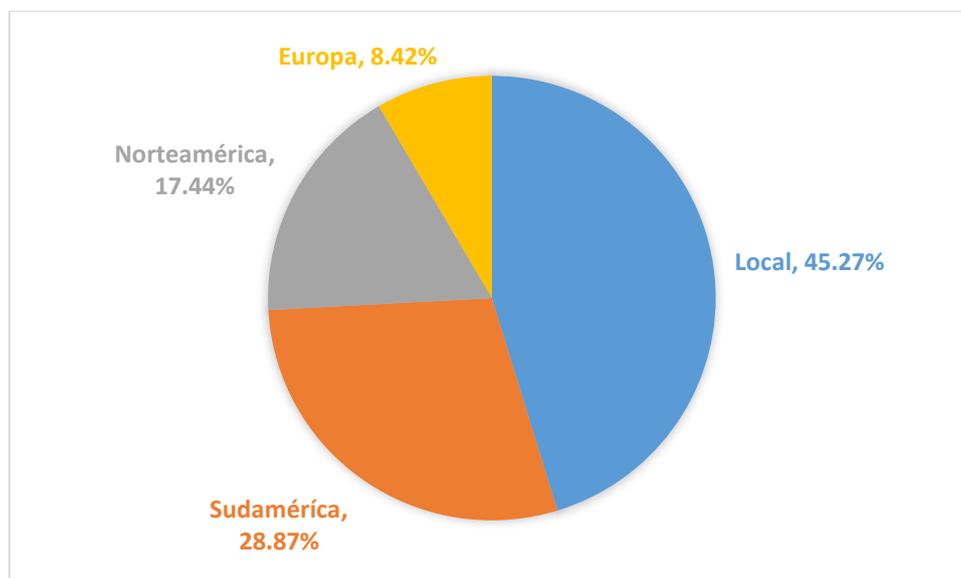


Figura 23 Diagrama de Recorrido de las actividades del área de Tintorería y Acabado Tomado de La Empresa, 2018.

A partir de la figura 23, que se elaboró, se puede apreciar que el flujo de valor del área de Tintorería y Acabado no es muy fluido, asimismo, se nota que existen muchos cruzamientos de flujos y existe una excesiva acumulación de actividades en el área de revisado de tela para acabar como de tela acabada.

2.2.3. Distribución de Clientes

La empresa en estudio a lo largo de los años ha ido creciendo pasando de orientarse a satisfacer el mercado nacional a posicionarse en el mercado internacional de Sudamérica, Norteamérica y Europa.



*Figura 24 Distribución de clientes en el mercado nacional e internacional
Tomado de La Empresa, 2018.*

A partir de la figura 24, que se elaboró, se puede observar que el 45.27% de las ventas de telas de la empresa es destinada para satisfacer la demanda de las empresas locales y el 54.73% de las ventas de tela de la empresa es destinada para satisfacer la demanda del extranjero.

Asimismo, las ventas al extranjero están distribuidas en tres partes, el 28.87% se distribuye al mercado Sudamericano, el 17.44% al mercado norteamericano y el 8.42% al mercado europeo.

2.2.4. Cadena de valor

La cadena de valor de la empresa en estudio dedicada a la producción y venta de hilos y tejidos tiene como actividades primarias la recepción de materias primas (fardos de algodón, poliéster, spandex e hilos), asimismo se almacena dichos productos luego de verificar el estado de las mismas para asegurar la calidad del tejido. Las actividades que pertenecen a operaciones que agregan valor al producto son Hilado, Tejido, Preparado, Teñido, Estampado y Acabado como se muestra en la figura 25, que se elaboró.

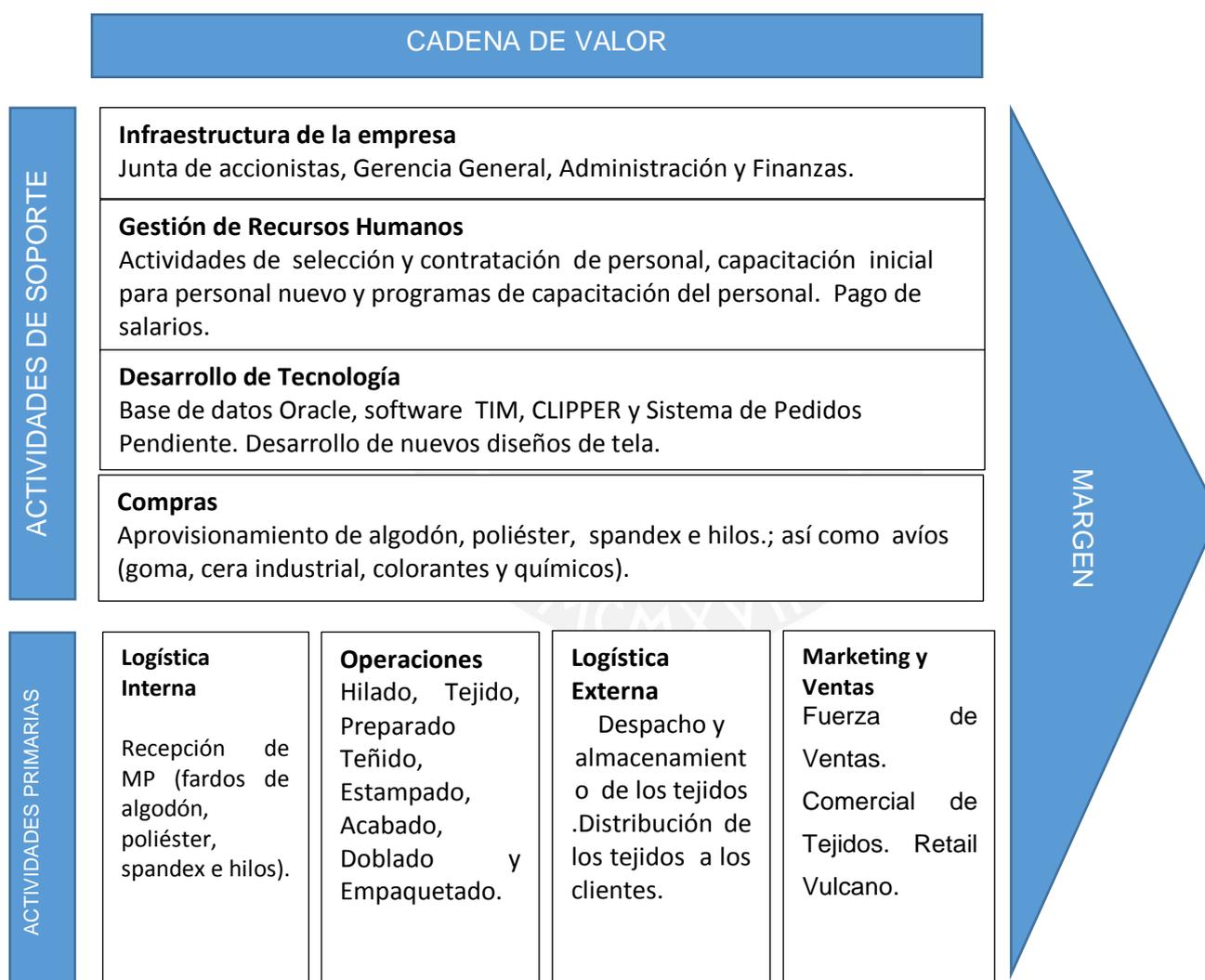


Figura 25 Cadena de Valor
Tomado de La Empresa, 2018.

Posteriormente, la logística externa se realiza al despachar, gestionar y almacenar los tejidos producidos y terminados. Así como, de distribuir los tejidos terminados a sus respectivos

clientes o caso contrario contactar a los clientes para que pasen a recoger sus pedidos de tejidos terminados. En Marketing y Ventas se realizan la búsqueda y acercamiento a nuevos clientes como mejorar la relación de los clientes antiguos con la finalidad de construir relaciones duraderas a largo plazo. Los conjuntos de actividades primarias con el trabajo en conjunto de las actividades de soporte generan que la empresa obtenga su margen de contribución, razón de ser de la organización, para mayor información véase el anexo G.

2.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

En este sub-capítulo se va a analizar el sistema de producción de la empresa de estudio, profundizando el análisis en el proceso productivo de ennoblecimiento de la tela denominado proceso de tintorería y acabado al cual está orientado el presente trabajo.

2.3.1. Clasificación y agrupación de productos

La empresa cuenta con una variedad de productos de tela que se diferencian en sus características, procesos y recorridos en la producción. Sin embargo, se puede realizar un agrupamiento de telas de acuerdo al tipo y procesos similares por los que pasa la tela para su ennoblecimiento.

Para corroborar esta clasificación se ha realizado un diagrama de Pareto en el que se distinguen los diferentes productos (tela) que se fabrica en la empresa resultado del proceso de ennoblecimiento de la Tela.

En la figura 26, se puede apreciar que el 80 % de los productos representativos corresponden solo a las telas de hilo color, teñidas, blancas y estampadas, con lo que se puede aplicar el criterio de familias de producto desarrollada anteriormente.

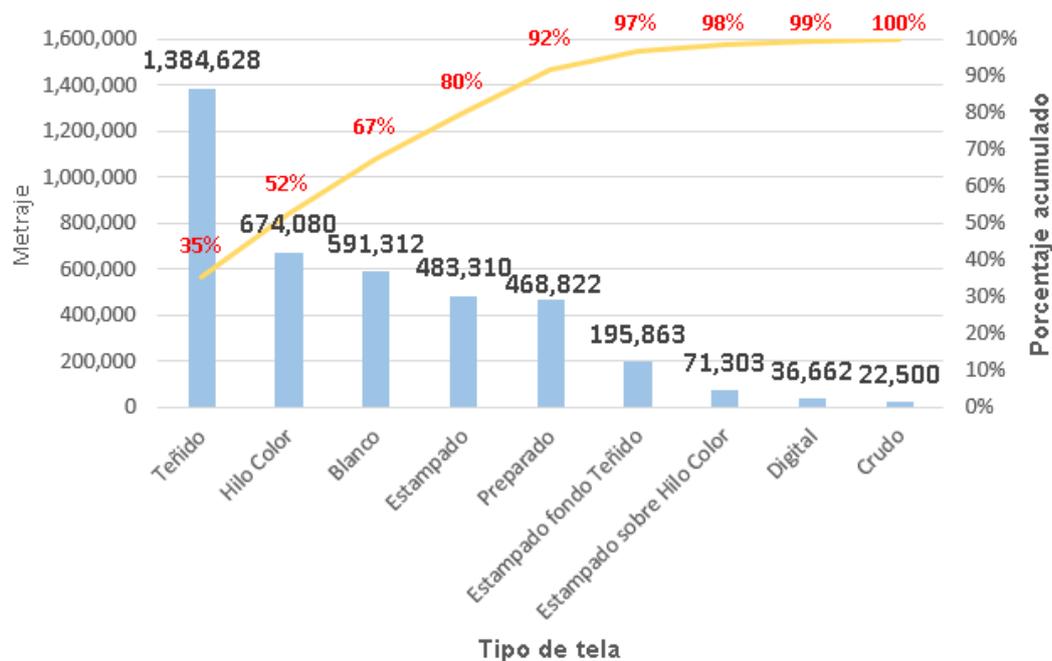


Figura 26 Participación por tipo de producto-Tela
Tomado de La Empresa, 2018.

En la Figura 2, que se elaboró, se visualiza que el 80% de los pedidos se descomponen entre Hilo Color, Teñido, Blanco y Estampado.

Tabla 3 Clasificación de telas

Tipo de tela	Denominación	Descripción
Hilo/color	HC	Tela tejida en base a hilos crudos e hilos previamente teñidos. Empleados para camisería, pantalones y pañuelos.
Blanca	B	Tela tejida en base a hilos crudos netamente. Empleadas para los forros de bolsillo, camisería y pantalones color blanco.
Teñida	T	Tela tejida en base a hilos crudos netamente. Empleadas para uniformes, camisas, pantalones y pijamas.
Estampada	E	Tela tejida en base a hilos crudos netamente empleadas generalmente para decoración

Tomado de La Empresa, 2018.

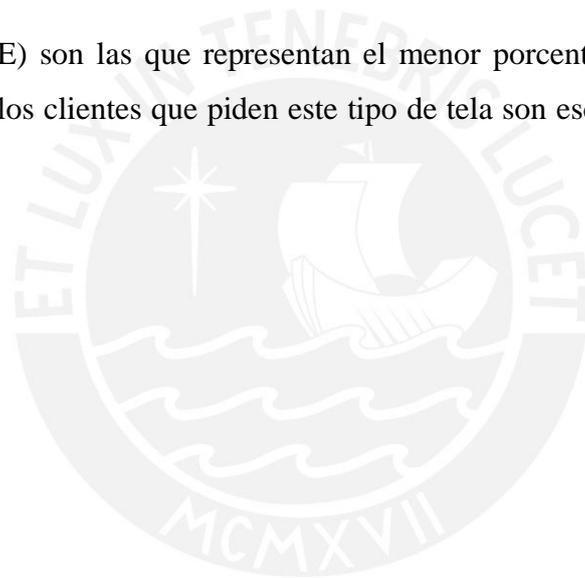
En la tabla 3, que se elaboró, se brinda una pequeña descripción de las familias de las telas fabricadas en la empresa.

Con respecto a las telas de hilo color (HC) se conoce que su paso por los procesos de acabado es relativamente más corto comparado con el resto de tipos de telas, esto se debe a que las telas HC presentan menos defectos y los procesos por los que pasa son relativamente más rápidos.

La tela teñida (T) posee un mayor tiempo de producción debido a que pasa por el proceso de teñido de los hilos, lo cual conlleva al incremento del porcentaje de defectos debido a disconformidades en el color especificado por el cliente.

La tela blanca (B) en cambio tiene un tiempo de producción más corto que la tela tipo teñido (T) y la tela tipo hilo color (HC).

Las telas estampadas (E) son las que representan el menor porcentaje de producción de la empresa, debido a que los clientes que piden este tipo de tela son escasos y de bajo volumen de compra.



2.3.2. Planeamiento de pedidos.

Para llevar a cabo la fabricación de dichos productos el área de comercial se contacta con los potenciales clientes para posteriormente cotizar un programa de pedidos. Comercial presenta la cotización al cliente para su análisis y espera la respuesta del mismo.

Cuando el cliente aprueba la cotización se inician las comunicaciones entre el área de Planeamiento y Control de Producción, conocido como el área de PCP, y el área Comercial a través de una consulta de producción enviada mediante un software denominado WorkFlow.

Una vez generada la consulta, se envía automáticamente una notificación al correo del asistente de planeamiento y al jefe de PCP sobre la incorporación de la nueva consulta. La consulta es revisada y analizada por el jefe de PCP y el asistente de planeamiento, los cuales cuentan con 1 día hábil para responder al área de Comercial. La consulta puede ser aceptada en la fecha de entrega propuesta, puede ser respondida con una fecha de entrega diferente a la requerida para su posterior análisis del cliente o rechazada de acuerdo a la disponibilidad de producción.

La consulta presenta en detalle los requerimientos del pedido del cliente. Estos pedidos se analizan de acuerdo a cuatro códigos de identificación del tejido, los cuales son: el código de artículo, código de diseño, el metraje y el código de color en el caso de tejidos teñidos, para una mejor explicación de estos códigos de identificación, véase el anexo F.

Con la identificación del tejido requerido por el cliente se procede a utilizar otro software denominado “Sistema de Pedidos Pendientes” en este se lleva el registro de todas las órdenes de producción que se han aceptado tanto las que están pendientes como las que han sido fabricadas y despachadas a los clientes. Dentro del sistema de pedidos pendientes se realiza la explosión de materiales requeridos para cumplir con los requerimientos. A través de este se logra obtener el título de hilo tanto de la urdimbre como el de la trama, el código de color del hilo y los kilos de hilos que se requieren para completar la consulta de producción del pedido del cliente.

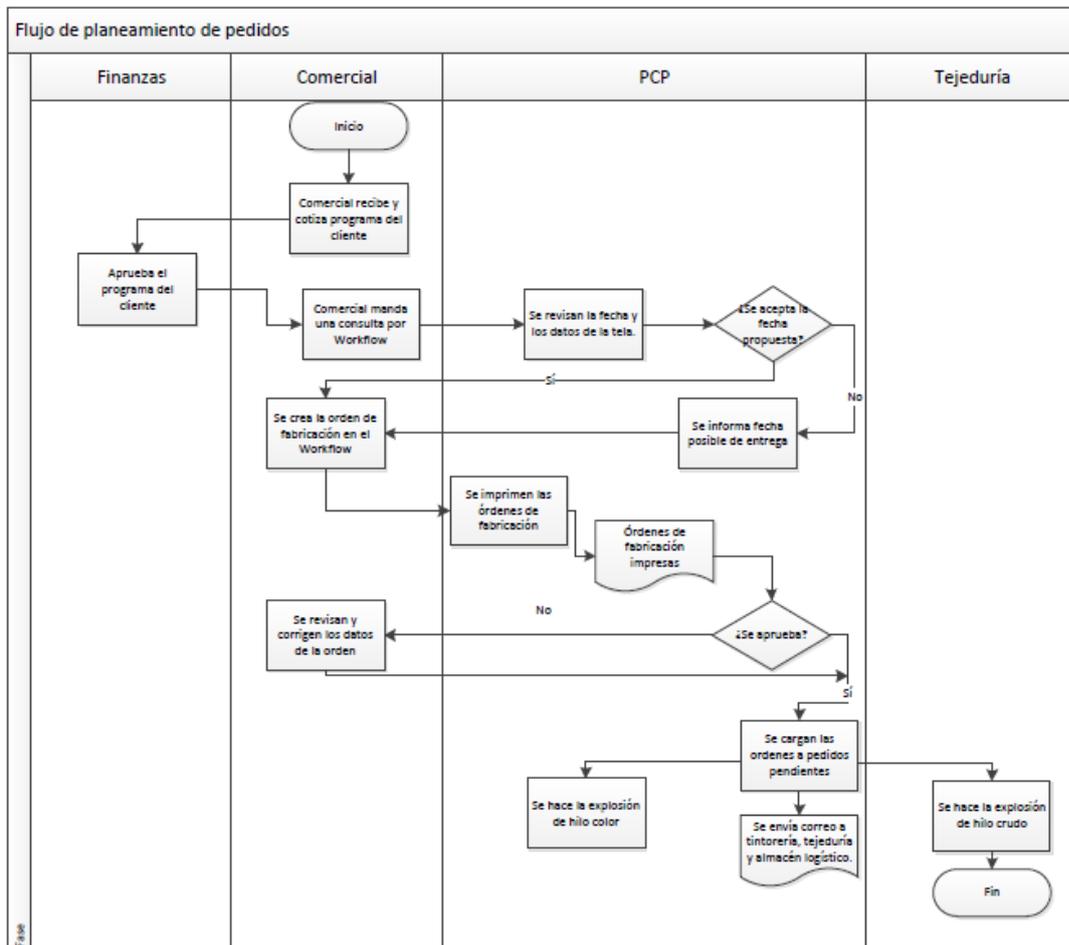


Figura 27 Flujo grama del planeamiento de pedidos

Tomado de La Empresa, 2018.

Una vez obtenidos los datos de materiales, como se observa en la figura 27 que se elaboró, se envía la información recabada por el área de planeamiento, sobre los subproductos necesarios para el tejido requerido por el cliente, al área de tejeduría e hilatura con la finalidad de que estos últimos respondan si cuentan o no con hilos y tela cruda en stock, caso contrario validen la disponibilidad de atención del requerimiento en los telares. Las áreas anteriores verifican la disponibilidad de atención del pedido y brindan una respuesta sobre la fecha de entrega de los subproductos mencionados anteriormente.

A partir de las respuestas sobre la disponibilidad de hilos y tela cruda y las fechas de entrega de las áreas de tejeduría e hilatura se procede a la planificación de la fecha de entrega del pedido.

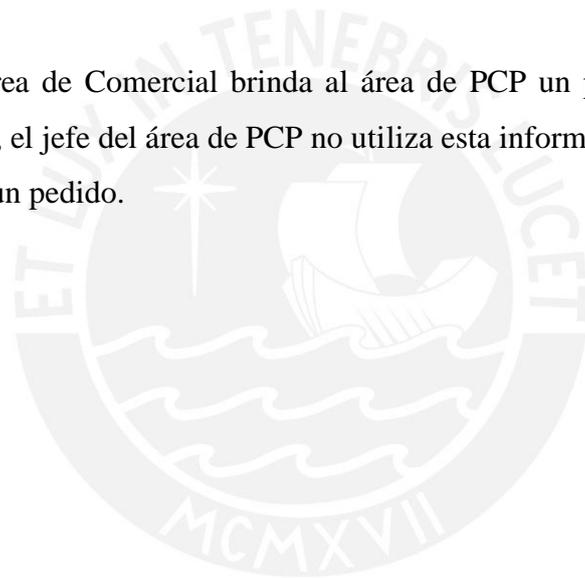
Una vez calculada la fecha de entrega por el área de planeamiento y control de producción se procede a notificar dicha fecha al área Comercial mediante correo. El área Comercial envía la

información recibida por el área de PCP al cliente. Posteriormente, El cliente tiene un plazo de 7 días, después de entregarle la información sobre la fecha de entrega de su pedido, de responder si acepta o no la propuesta de la empresa.

En el caso de que se apruebe el programa de pedidos por parte del cliente, el área de Comercial crea una nueva orden de producción y comunica al asistente de planeamiento y al auxiliar de producción que se ha insertado una nueva orden de producción mediante correo electrónico.

El auxiliar de producción imprime la orden de fabricación y carga dicha orden dentro del sistema de pedidos pendientes mientras que el asistente de planeamiento del área de PCP inserta la nueva orden dentro de la programación de los pedidos del área de producción para darle el seguimiento correspondiente, la programación se lleva a cabo a través de un archivo Excel.

Cabe resaltar que el área de Comercial brinda al área de PCP un pronóstico de las ventas mensuales, no obstante, el jefe del área de PCP no utiliza esta información y prefiere producir cuando el cliente hace un pedido.



2.3.3. Proceso productivo

La empresa en estudio desarrolla tres procesos productivos generales, los cuales se detallan a continuación.

Proceso de Hilado: Proceso en el cual se llevan a cabo las operaciones como apertura, cardado, manuar, enconado y se realiza las mezclas y torsión de las fibras para hacer los hilados, el flujo del proceso se muestra en la figura 28, que se elaboró.

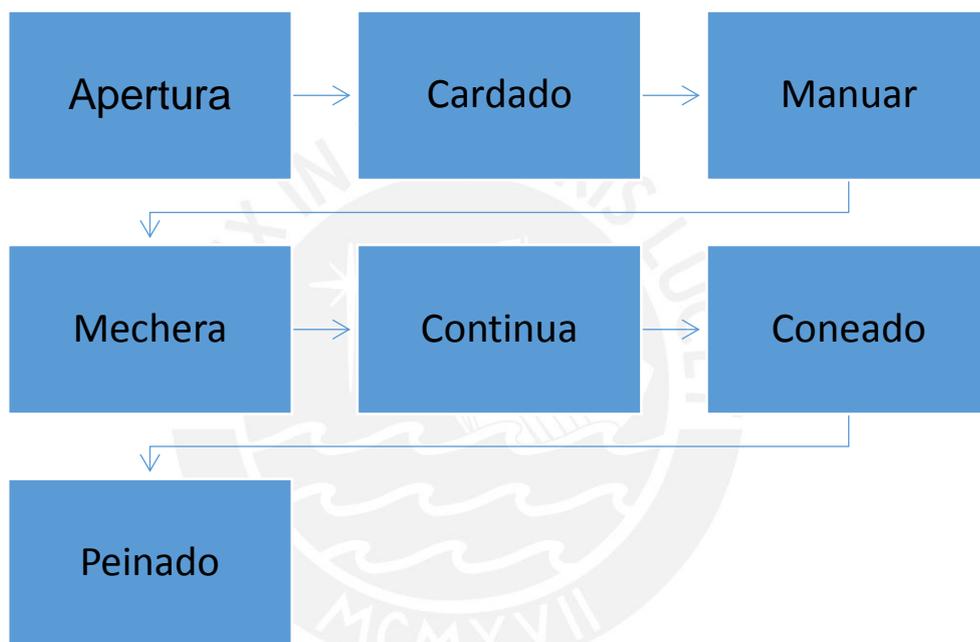


Figura 28 Diagrama de bloques del Proceso del hilado

Tomado de La Empresa, 2018.

El proceso de hilado inicia con la apertura por medio de los fardos de fibras de algodón, para su limpieza y adecuada mezcla. La limpieza que se realiza en esta primera instancia es de forma básica; para realizar la limpieza profunda la fibra ingresa a la máquina cardadora, la cual se encarga de separar y disgregar las fibras, mezclarlas, eliminar las impurezas, eliminar los Neps⁴ y formar el algodón en cintas para alimentar la siguiente operación.

⁴ Neps: Aglomeración de fibras enredadas.

Posteriormente se requiere de una operación de pre-peinado que permita que la materia esté lista para pasar por la máquina conocida como manuar, en una dimensión adecuada, para que se transformen las cintas en una napa⁵, estas están formadas por superposición de tal forma que resulta una única napa con mayor compacticidad.

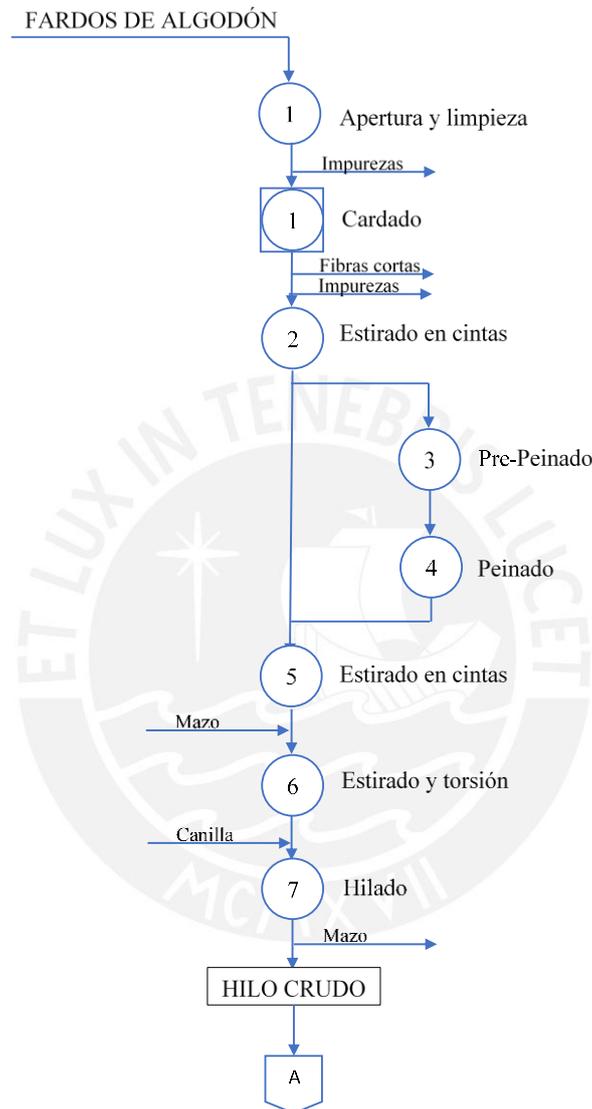


Figura 29 Diagrama de Operaciones del Hilado

Tomado de La Empresa, 2018.

La siguiente operación se realiza en la máquina mechera en donde se adelgaza la napa para obtener una mecha estirada y torcida, la cual alimentará a la máquina continua de hilar. La

⁵ Napa: Conjunto de fibras textiles que salen de una máquina cardadora con un espesor constante y un ancho uniforme.

torsión se debe de dar para que las fibras componentes de las mechas aguanten los esfuerzos a los que debe estar sometida en la continua de hilar.

En las máquinas continuas de hilar se procede a realizar la torsión al hilo para obtener los hilos de algodón, en esta operación se suele mezclar la fibra de algodón con fibras de spandex ⁶ o poliéster, en caso sea necesario. El hilo se tiene en canillas, los cuales se deben de pasar a la zona de enconado para la venta del hilo. En la figura 29 se aprecia el DOP del hilado.

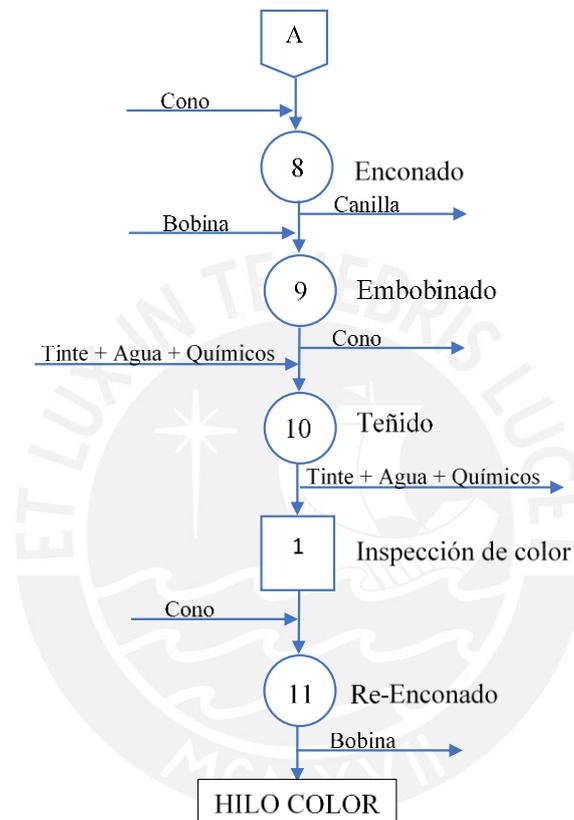


Figura 30 Diagrama de operaciones del hilo color

Tomado de La Empresa, 2018.

En la figura 30 se detalla el DOP que sigue el hilo si este es destinado para la realización de tejidos de hilo color, estas se tienen que embobinar, es decir pasar el hilo de cono a bobina para su respectivo teñido en las máquinas Thies (Solé 2012:22-37).

Luego se realiza la inspección de los hilos teñidos el cual consiste en la realización de un promedio, con ello se evalúa la consistencia del teñido.

⁶ Spandex: Fibra sintética de gran elasticidad y resistencia.

En las figuras 29 y 30 se pueden apreciar el flujo de operaciones del proceso de hilado que se llevan a cabo en la organización en estudio, para una mayor descripción de las operaciones que conforman el proceso de hilado, véase el anexo C.

Tabla 4 Cuadro resumen de actividades del DOP-Hilado

Resumen	
Actividad	Canitdad
Operación	11
Inspección	1
Mixta	1
Total	13

Tomado de La Empresa, 2018

A partir de la tabla 4, que se elaboró se puede observar que existen 11 operaciones, 1 inspección y una actividad mixta que comprenden el flujo de valor de la producción de hilos en la empresa.

Proceso de Tejido: El Proceso de tejido de hilados mediante la utilización de telares industriales para la fabricación de las telas crudas abarca las operaciones de urdido, engomado, anudado, montaje, tejido y enrollado. Cuando se ha recorrido todas estas operaciones el tejido es denominado “tela cruda” cuyas características de esta tela son el tipo de tejido, el color crema y la rigidez ante el tacto. En la figura 31, que se elaboró se presenta el flujo de proceso del tejido hasta convertirse en tela cruda.

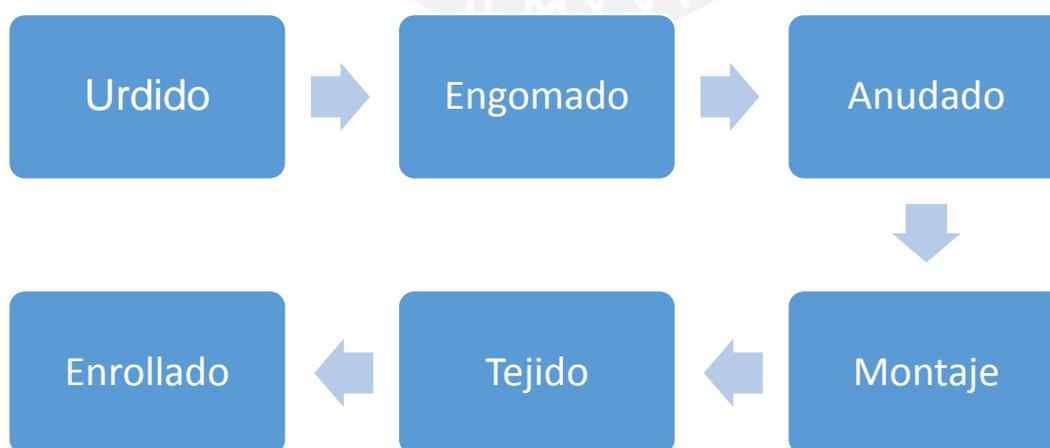


Figura 31 Diagrama de bloques del proceso del tejido

Tomado de La Empresa, 2018

El tipo de tejido que se realiza en la empresa es el tejido plano ⁷ por lo que a partir de la realización e inspección de los hilos se comienza con la operación de re-enconado del hilo, en el cual se pasan las bobinas a conos para la ejecución del urdido, el cual consiste en la formación de la urdimbre de un tejido.

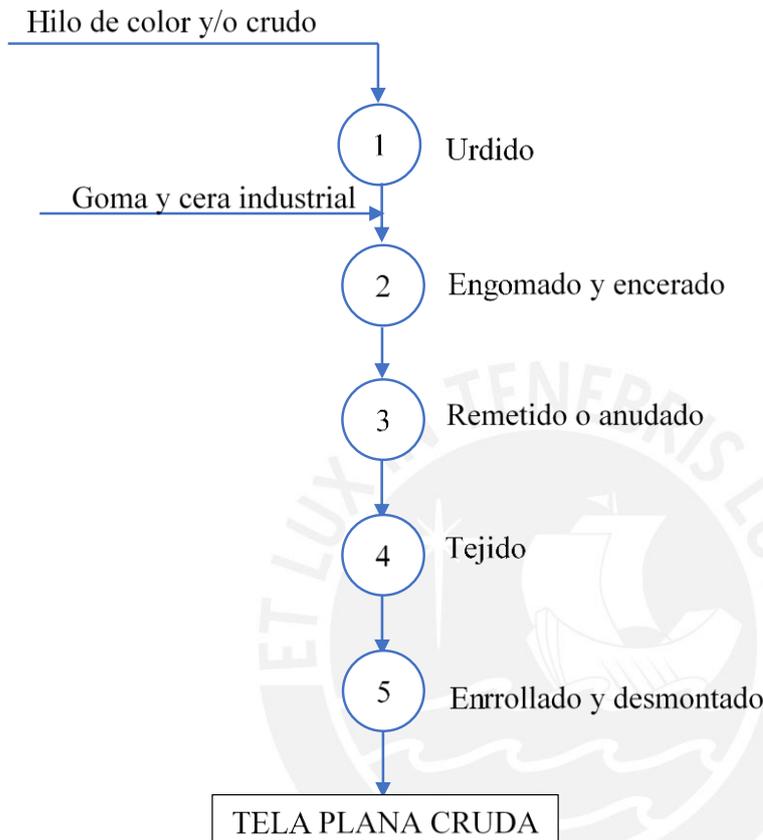


Figura 32 Diagrama de operaciones del Tejido

Tomado de La Empresa, 2018

Las operaciones de engomado y encerado se realizan para los hilos que se utilizarán en la trama. La operación de remetido consiste en pasar los hilos de la urdimbre a través de los ojales del telar, el anudado consiste en, propiamente, realizar nudos de los hilos en el telar cuando existe cambios de artículo.

Luego se procede con el tejido propio de las telas, al estar listo los rollos de tela se transportan en coche hacia el área de control de producción. En la figura 32, que se elaboró se puede apreciar el flujo de operaciones del proceso de tejido que se llevan a cabo en la organización

⁷ Tejido plano: Entrecruzamiento de 2 tipos de hilos. Uno longitudinal conocido como urdimbre y otro transversal conocido como trama.

en estudio, para una mayor descripción de las operaciones que conforman el proceso de hilado, véase los anexos D y E.

Tabla 5 Cuadro resumen de actividades del DOP-Hilado

Resumen	
Actividad	Canitdad
Operación	5
Inspección	-
Mixta	-
Total	5

Tomado de La Empresa, 2018

A partir de la tabla 5 que se elaboró, se puede observar que existen 5 operaciones, que comprenden el flujo de valor de la producción de tejido crudo en la empresa

Procesos de Tintorería y Acabado. Desde el inicio de la tela cruda en adelante todas las operaciones que se llevan a cabo sobre el tejido se conocen como operaciones de ennoblecimiento del tejido, en otras palabras, a partir de estas operaciones se añade valor agregado al tejido pues se le brinda las características de brillo, tensión, encogimiento entre otras, que son requeridas por cada uno de los clientes. Existen tres áreas bien diferenciadas en los procesos de tintorería y acabado los cuales se detallan a continuación:

- **Área de Preparado:** El proceso de preparado está conformado por procesos húmedos y procesos químicos entre los cuales se realiza las operaciones de desencolado de la tela, blanqueado de la tela, lavado, mercerizado y secado. Es la primera etapa de todo proceso inicial para el acabado de la tela.
- **Área de Semi-Proceso:** El proceso denominado semi-proceso está conformado por dos sub-procesos que brindan al tejido un valor agregado mayor a la tela. Los dos sub-procesos en mención son el estampado y el teñido. Un tejido puede pasar por solo uno de estos sub-procesos y no por ambos.
 - o **Estampado:** Proceso en el cual se realiza el estampado de dibujos en las telas mediante químicos o tintes por medio de rollos para estampar. El estampado se lleva a cabo en la estampadora rotativa cuya operación se denominado estampado de 7 colores.

- **Teñido:** Proceso de teñido de tejidos mediante la utilización de químicos y tintes industriales para darle color a las telas e hilos.

- **Área de Acabado:** Proceso en cual se realizan los procesos físicos-químicos finales de los tejidos por ejemplo el perchado que brinda un aspecto felposo y el sanforizado de las telas para evitar los encogimientos en el proceso de confección.

Cada uno de estos procesos posee un número diferente de operaciones diferenciadas por los cuales los tejidos pueden o no pasar todo depende del tipo de tela.

En la tabla 6 que se elaboró, se muestran los diferentes tipos de operaciones con una breve descripción de su función. Todo ello con la finalidad de indagar sobre qué operaciones comprende cada uno de estas tres áreas, del proceso de tintorería y acabado de la empresa, mencionados y presentados anteriormente.

Tabla 6 Operaciones correspondientes de los procesos de tintorería y acabado

Proceso	Operación	Descripción
PREPARADO	GASEADO	La tela cruda es tratada con llamas de gas para quemar las pelusas superficiales. Luego se somete a un baño de desencolado. Cada rollo de tela permanece rotando de 2 a 4 horas hasta que el baño al que ha sido sometida la tela cumple su función.
	BLANQUEADO	La tela pasa por una operación donde se blanquea con soda cáustica, agua oxigenada y otros productos químicos. Posterior a ello la tela reposa en rollos gigantes por 24 horas.
	LAVADORA	la tela se lava con detergentes industriales para eliminar residuos de blanqueo o colorantes según sea el caso.
	MERCERIZADO	Se somete la tela a un baño con soda cáustica concentrada que hincha la fibra de algodón permitiendo que la sección transversal de la fibra adquiera una sección circular que le dará al tejido una mejor absorción de colorantes y una mejor reflexión a la luz.
SEMI-PROCESO	SECADO	Esta operación permite secar la tela y darle algunos acabados solicitados por el cliente, como por ejemplo adicionar productos repelentes de la suciedad, blanqueadores ópticos, suavizantes o termo fijado.
	ABRASIÓN	Esta operación somete a la tela a una abrasión para darle un acabado tipo piel de durazno.
	SANFORIZADO	El sanforizado consiste en pre-encoger la tela con un procedimiento mecánico dentro de rangos aceptados por el cliente. Esto debido a que durante todo el proceso la tela ha sido sometida a estirajes, que harían que durante el uso final la tela se tuviera un encogimiento muy grande.
ACABADO	PERCHADO	Esta operación otorga un acabado afranelado Mediante cilindros con agujas muy finas .
	CALANDRADO	Esta operación brinda a la tela la brillosidad característica, mediante presión con cilindros.

Tomado de La Empresa, 2018

Proceso productivo de tintorería y acabado

El proceso de tintorería y acabado inicia con la revisión de la tela cruda que es traída del área de tejeduría cada día, posteriormente, según los requerimientos de la tela, se procede con proceso que se conoce como armado de lote que consta de la unión de rollos de tela que conformarán un determinado lote, que logrará ingresar al área de preparación.

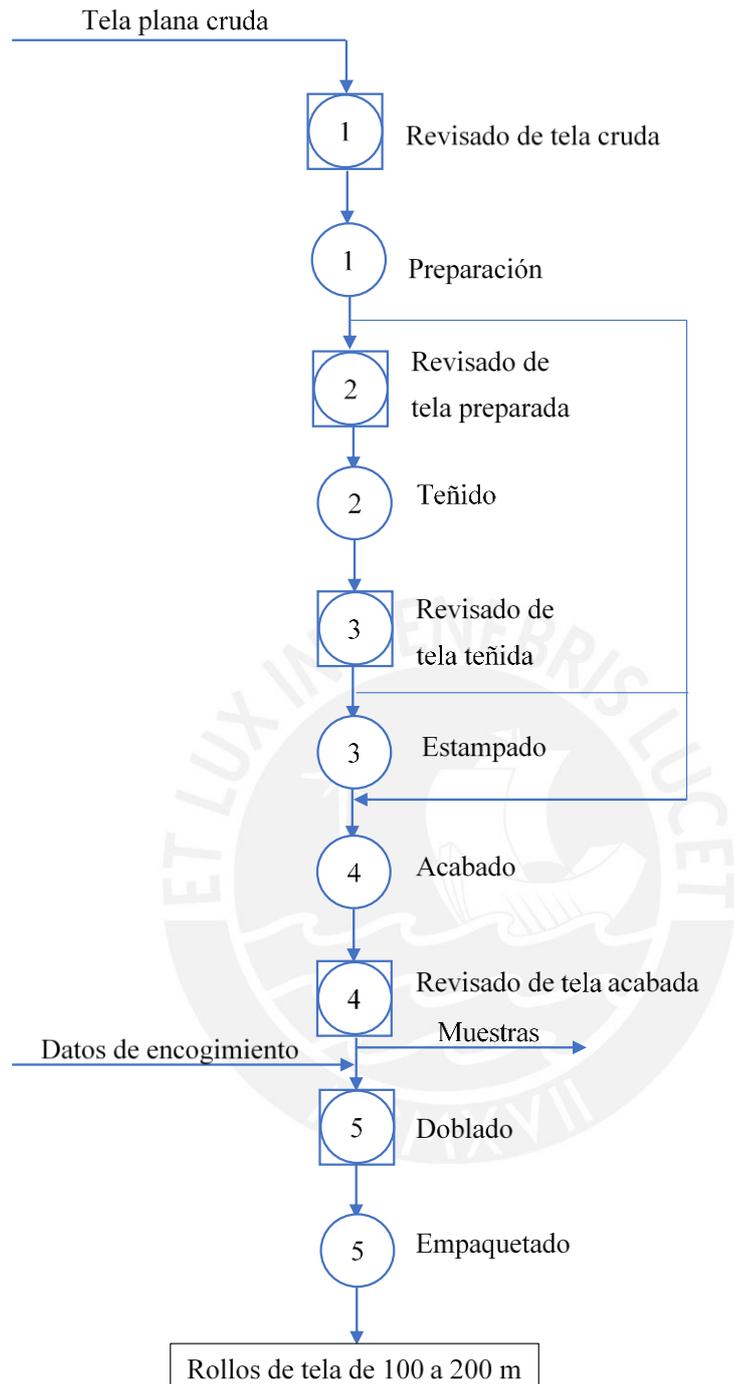
En el área de preparado el lote pasa por diferentes operaciones en las máquinas de preparado, por lo general el lote inicia el recorrido con la operación de gaseado que permite a la tela eliminar el engomado que se utilizó para realizar el tejido plano y que se encuentra presente en el tejido y el lote termina el recorrido por el área de preparado cuando pasa por la operación de secado a través de la máquina rama.

Posteriormente, dependiendo del diseño de la tela, se procede a realizar el teñido y/o estampado de la tela.

En el caso del teñido, el lote es llevado hacia la revisadora de tela del área de PCP en donde se llevará a cabo la revisión de la tela para la detección de defectos efectuados durante el semi-proceso, una vez terminado dicha operación y después de que el lote haya pasado con las aprobaciones respectivas de calidad se procede con el acabado de la tela.

Por otro lado si se trata del estampado, el lote es trasladado al área de Estampado en donde inicia su recorrido por la máquina estampadora en donde se va a estampar el dibujo requerido por el cliente, luego el lote pasa por la vaporizadora y finalmente es regresada al área de tintorería en donde el lote pasa por la operación de lavado y termina su recorrido por el área de semiproceso cuando pasa por la operación de secado realizado por la máquina rama.

Finalmente, para terminar con el proceso de ennoblecimiento de las telas el lote entra al área de acabado en donde se llevan a cabo los últimos procesos físico-químicos cabe recalcar que todas las telas pasan por el proceso de acabado, cuyo última operación es la sanforizadora en donde se regulariza las especificaciones técnicas del cliente sobre el encogimiento de la tela.



*Figura 33 Diagrama de Operaciones de Tintorería y Acabados
Tomado de La Empresa, 2018*

Como parte final del proceso se ingresa la tela acabada al área de control de producción, en el cual se realiza el proceso de revisión de la tela, en este proceso se retiran muestras de tela para las evaluaciones finales en el área de laboratorio, uno de los resultados esenciales para iniciar con el proceso de doblado es la prueba de encogimiento.

Tabla 7 Cuadro resumen de las actividades del DOP-Tintorería y Acabado

Resumen	
Actividad	Canitdad
Operación	5
Inspección	-
Mixta	5
Total	10

Tomado de La Empresa, 2018

Efectuada la aprobación por el área de tintorería (laboratorio) se procede con el doblado de los lotes de tela. En el doblado se obtienen los rollos, el metraje de los rollos se determina por el destino del cliente, estos pueden variar entre 100 y 200 metros. Con los cortes de los rollos se procede el empaquetado y su despacho al almacén logístico.



2.3.4. Value Stream Mapping

El mapa del flujo de valor permite determinar la eficiencia del flujo de un producto o de una familia de productos. En la Figura 34, se detalla el flujo de la empresa en estudio, teniendo en consideración que la familia de producto seleccionado es la tela teñida.

Es así como, según el análisis realizado en la empresa, la eficiencia del flujo, según el mapeo actual, es de 6.88%. Este dato indica que del total de días que lleva procesar una tela teñida (aproximadamente 35 días), solo 2.4049 días generan valor hacia el producto, por ende, al cliente.



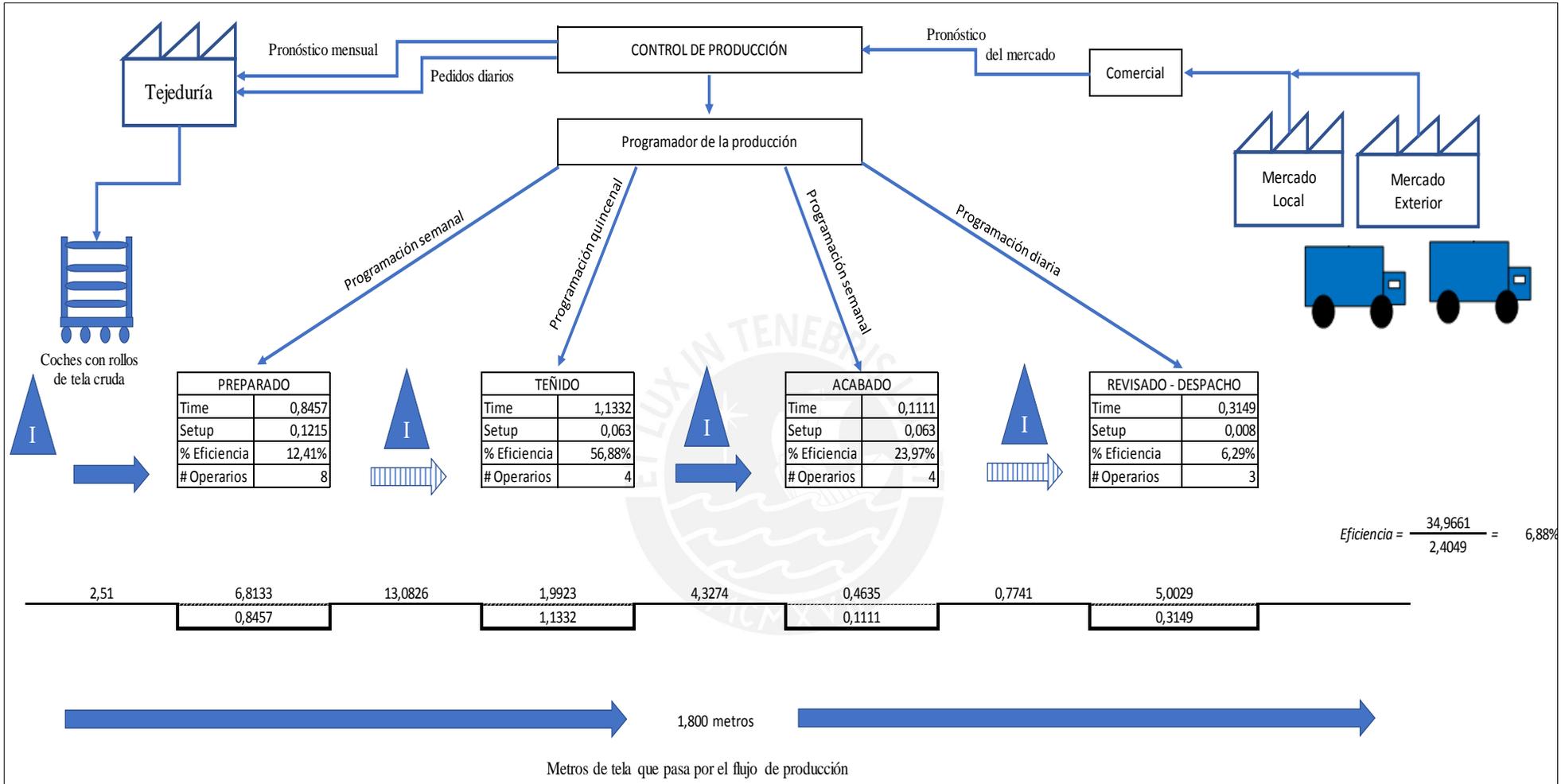


Figura 34 Mapa de Flujo de Valor de tela teñida

Tomado de La Empresa, 2018

2.3.5. Indicadores de producción

La empresa en estudio realiza un seguimiento de la producción a través de ciertos indicadores de producción que permiten analizar el comportamiento y evolución del proceso productivo de forma duradera.

- Porcentaje de cumplimiento del programa de despacho de telas

Este indicador muestra el porcentaje de cumplimiento de despacho de telas, es decir permite conocer la cantidad de pedidos, en unidades de metros, que se despachan en fecha respecto a la cantidad de pedidos totales, en unidades de metros. De acuerdo a los objetivos de la Gerencia se requiere que el cumplimiento de los pedidos sea como mínimo del 90 %. El cálculo del indicador se lleva a cabo a través de una razón simple que se muestra a continuación:

$$\% \text{ Cumplimiento de Pedidos} = \frac{\text{Cantidad de pedidos en fecha (m)}}{\text{Cantidad Total de Pedidos}} \times 100\%$$

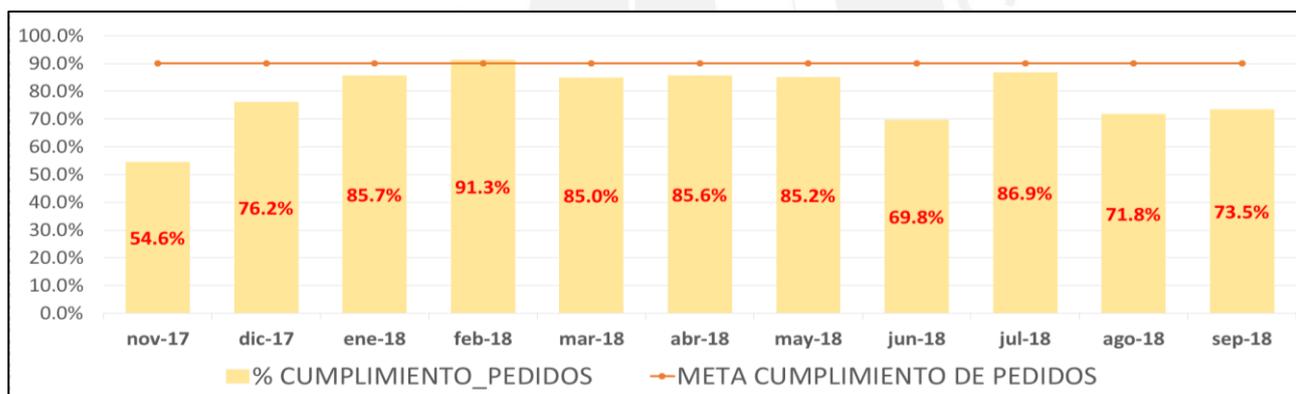


Figura 35 Porcentaje de cumplimiento de pedidos

Tomado de La Empresa, 2018

A partir de la figura 35 que se elaboró, se puede observar que solo en el mes de febrero del año 2018 se ha logrado superar el límite inferior propuesto por la Gerencia. Asimismo, se nota que existe mucha variabilidad del indicador a lo largo de los meses a través de los altibajos. Cabe recalcar que este indicador no toma en cuenta si se ha entregado todo el metraje acordado en el pedido, pues suele pasar que solo se despacha cierto porcentaje del pedido original.

- Pedido perfecto

Este indicador muestra el porcentaje de cumplimiento de los pedidos asegurando un despacho del 95% del pedido original y la fecha de entrega original, es decir permite conocer llevar una cuenta más exacta de la atención de los pedidos de los clientes y conocer la cantidad de pedidos que no se han completado, en unidades de metros. De acuerdo a los objetivos de la Gerencia se requiere que el pedido perfecto sea como mínimo del 95 %. El cálculo del indicador se lleva a cabo a través de una razón simple que se muestra a continuación:

$$\text{Pedido Perfecto} = \frac{\text{Cantidad de pedidos en fecha (m), con un despacho del 95 \%}}{\text{Cantidad Total de Pedidos}} \times 100\%$$

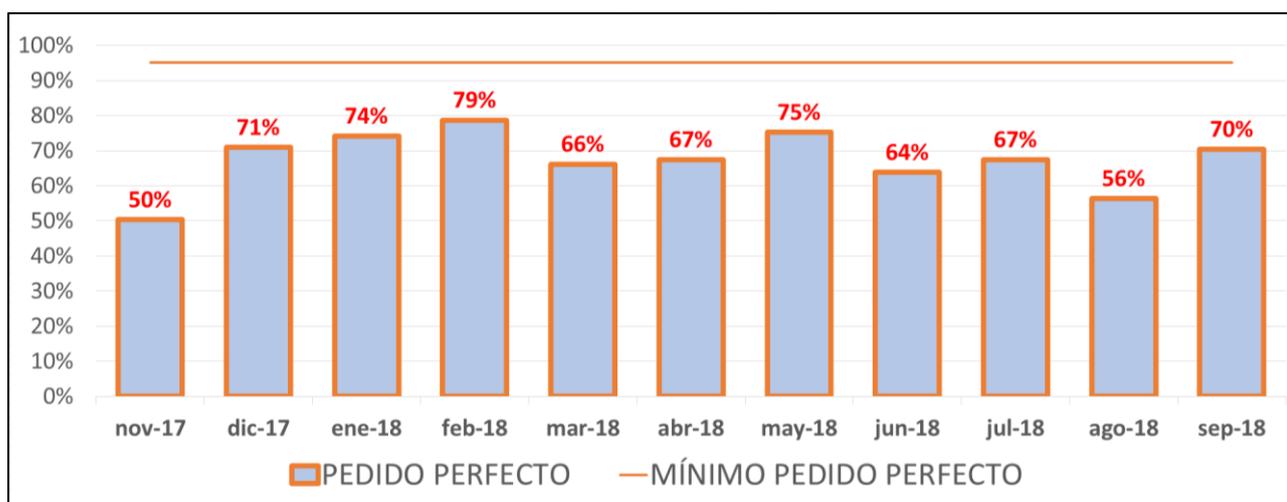


Figura 36 Pedido Perfecto

Tomado de La Empresa, 2018

A partir de la figura 36 que se elaboró, se puede observar que lo que va del año no se ha logrado llegar al mínimo valor requerido por la Gerencia sobre el indicador de pedido perfecto. Sin embargo, se puede observar que la variabilidad del indicador mes a mes no es muy amplia por lo que se puede suponer que el trabajo tiene un estándar solo que se debe de pulir aún más.

- Porcentaje de saldos de Tela de Exportación

Este indicador muestra el porcentaje de tela que se ha producido y que no se ha entregado al cliente debido a que el cliente no ha aceptado la tela por diversos motivos o a que se ha producido en exceso. De acuerdo a los objetivos de la Gerencia se requiere que el porcentaje de saldos de tela de exportación sea como máximo del 10 %. El cálculo del indicador se lleva a cabo a través de una razón simple que se muestra a continuación:

$$\% \text{ de Saldos} = \frac{\text{Excedentes de Producción o Producción no aceptada por el cliente}}{\text{Producción total de tela}} \times 100\%$$

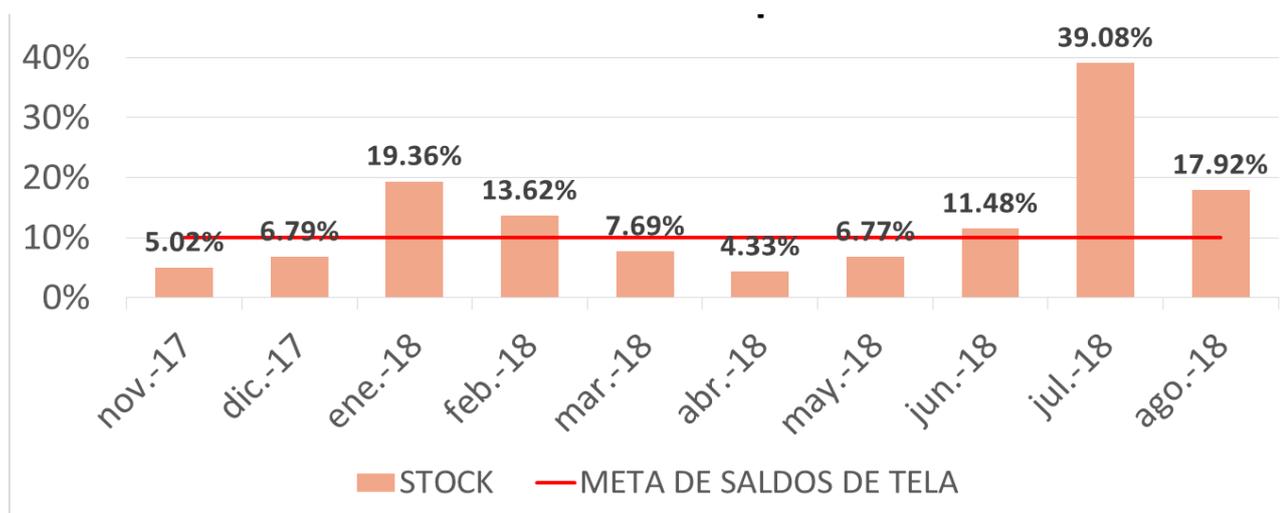


Figura 37 Porcentaje de Saldos de Tela de Exportación

Tomado de La Empresa, 2018

A partir de la figura 37 que se elaboró, se puede observar que lo que va del año se ha logrado mantener el indicador por debajo del valor requerido por la Gerencia desde marzo hasta abril del presente año. No obstante, se puede observar que existen telas que no se han logrado rematar dando como resultado un exceso en el indicador de saldos de tela de exportación.

- Porcentaje de tela no exportable

Este indicador muestra la cantidad de tela que no se puede exportar debido a causas de calidad de la tela que no se pueden rectificar para alcanzar las especificaciones técnicas de los clientes del mercado exterior. De acuerdo a los objetivos de la Gerencia se requiere que el porcentaje de No Exportable sea como máximo el 5 %. El cálculo del indicador se lleva a cabo a través de una razón simple que se muestra a continuación:

$$\% NE = \frac{\text{Cantidad Tela no Exportable (m)}}{\text{Cantidad Tela Producida (m)}} \times 100\%$$

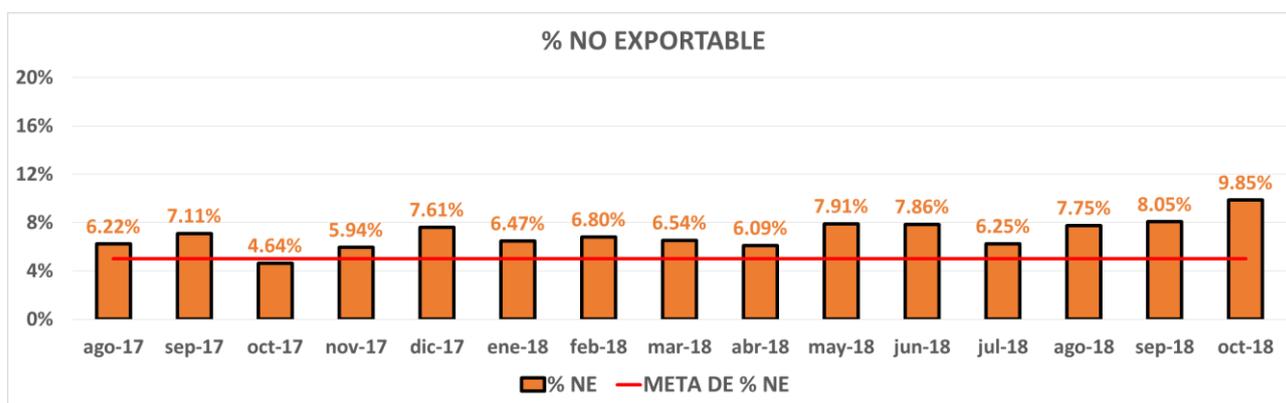


Figura 38 Porcentaje de No Exportable

Tomado de La Empresa, 2018

A partir de la figura 38, se puede observar que lo que va del año no se ha logrado mantener el indicador por debajo del valor requerido por la Gerencia. En el mes de octubre llega a un nivel de casi dos veces el valor propuesto por Gerencia.

- Porcentaje de reproceso

Este indicador muestra el porcentaje de re-procesos en el área de tintorería, debido a que no se ha alcanzado las especificaciones técnicas del cliente. De acuerdo a los objetivos de la Gerencia se requiere que el porcentaje de Reproceso sea como máximo el 15%. El cálculo del indicador se lleva a cabo a través de una razón simple que se muestra a continuación:

$$\% \text{ Reproceso} = \frac{\text{Cantidad Tela Reprocesada (m)}}{\text{Cantidad Tela Sanforizada (m)}} \times 100\%$$

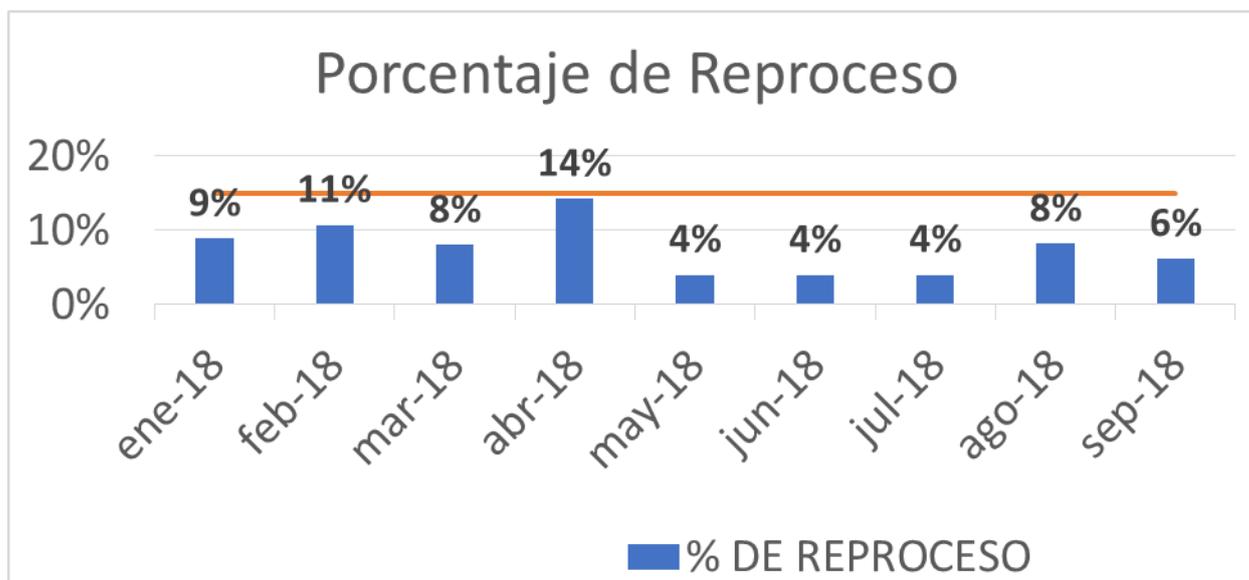


Figura 39 Porcentaje de Tela Reprocesada
Tomado de La Empresa, 2018

A partir de la figura 39 que se elaboró, se puede observar que lo que va del año se ha logrado mantener el indicador por debajo del valor requerido por la Gerencia. En el mes de abril llega a un nivel cercano a los 15%.

2.3.6. Participación en el mercado

La empresa en cuestión se encuentra ubicada en el puesto veinte con respecto a las exportaciones FOB de enero a febrero del 2018.

Ord.	Exportador	FOB U\$\$	Peso neto Kg.	Participación U\$\$ Fob 2017	FOB U\$\$	Peso neto Kg.	Participación U\$\$ Fob 2018	Crecimiento en valor 2018-2017
1	MICHELL Y CIA S.A	11,728,527	674,640	6.5%	15,267,933	686,521	7.3%	30.2%
2	DEVANLAY PERU S.A.C.	11,908,332	208,897	6.6%	10,544,221	201,882	5.0%	-11.5%
3	TOPY TOP S.A.	5,941,999	164,134	3.3%	9,419,280	289,490	4.5%	58.5%
4	INCA TOPS S.A.	4,359,220	255,064	2.4%	8,609,588	438,620	4.1%	97.5%
5	TEXTILE SOURCING COMPANY S.A.C.	5,194,998	160,758	2.9%	7,355,561	228,347	350.0%	41.6%
6	INDUSTRIAL NETTALCO S.A.	10,208,536	246,623	5.6%	7,145,886	156,208	3.4%	-30.0%
7	HILANDERÍA DE ALGODÓN PERUANO S.A.	4,432,447	110,436	2.4%	6,922,621	155,568	3.3%	56.2%
8	TEXTILES CAMONES S.A.	4,998,434	286,289	2.8%	6,889,915	390,794	3.3%	37.8%
9	SOUTHERN TEXTILE NETWORK S.A.C.	7,191,035	193,805	4.0%	6,616,450	158,699	3.1%	-8.0%
10	CONFECCIONES TEXTIMAX S.A.	7,172,852	169,817	3.9%	6,267,664	148,348	3.0%	-12.6%
11	SUDAMERICANA DE FIBRAS S.A.	4,203,919	1,979,134	2.3%	5,547,463	2,403,212	2.6%	32.0%
12	INDUSTRIA TEXTIL DEL PACÍFICO S.A.	4,399,573	152,107	2.4%	5,335,767	197,343	2.5%	21.3%
13	GARMENT INDUSTRIES S.A.C.	3,465,249	32,234	1.9%	5,268,819	52,265	2.5%	52.0%
14	COTTON KNIT S.A.C.	3,883,407	83,377	2.1%	4,756,887	104,673	2.3%	22.5%
15	TEXTIL DEL VALLE	4,763,933	56,559	2.6%	4,508,016	52,501	2.1%	-5.4%
16	No Disponible - Ley 29733	-	-	0.0%	3,685,895	894,280	1.8%	Nuevo
17	PERU FASHIONS S.A.C.	3,677,845	72,142	2.0%	3,676,440	62,041	1.8%	0.0%
18	FITESA PERU S.A.C.	2,590,866	993,989	1.4%	2,766,368	1,045,692	1.3%	6.8%
19	PRECOTEX S.A.C.	751,412	86,785	0.4%	2,531,476	139,319	1.2%	236.9%
20	LA EMPRESA	2,932,311	1,666,344	1.6%	2,480,655	83,785	1.2%	-15.4%
21	CIA. INDUSTRIAL NUEVO MUNDO	2,838,838	478,333	1.6%	2,182,241	342,790	1.0%	-23.1%

Figura 40 Ranking de empresas de exportación del 2018

Tomado de *Industria Peruana en Cifras 2018* por Sociedad Nacional de Industrias (Perú), 2018.

A partir de la figura 40, se puede observar que la empresa en estudio presentó una disminución del 15.4 % en las exportaciones con respecto al año 2017.

2.3.7. Análisis de la facturación

Se ha realizado un análisis con la data histórica de la empresa en estudio, la cual se muestra en la figura 41.

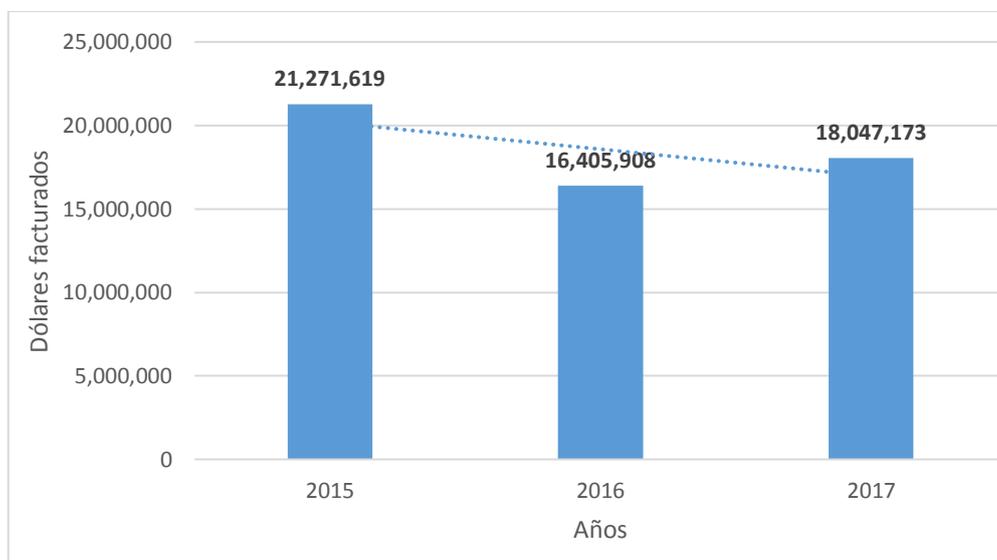


Figura 41 Dólares facturados desde el 2015 al 2017

Tomado de La Empresa, 2018

A partir de la figura 41 que se elaboró, se puede observar que la empresa en estudio presentó una disminución en las ventas facturadas desde el año 2015. No obstante, hubo un crecimiento en el año 2017 de 10 % con respecto al año 2016.

2.3.8. Penalización por atraso de pedidos.

El incumplimiento de despacho de los pedidos se transforma en insatisfacción del cliente y esto conlleva a que la empresa incurra en costos de flete aéreo, descuento del precio de venta entre 1% y 6 % y remate de sus productos.

En la Figura 42 se muestra las pérdidas totales en el año 2017, considerando una penalización del 6% de las ventas totales, el cual oscila en 290,135.26 dólares americanos

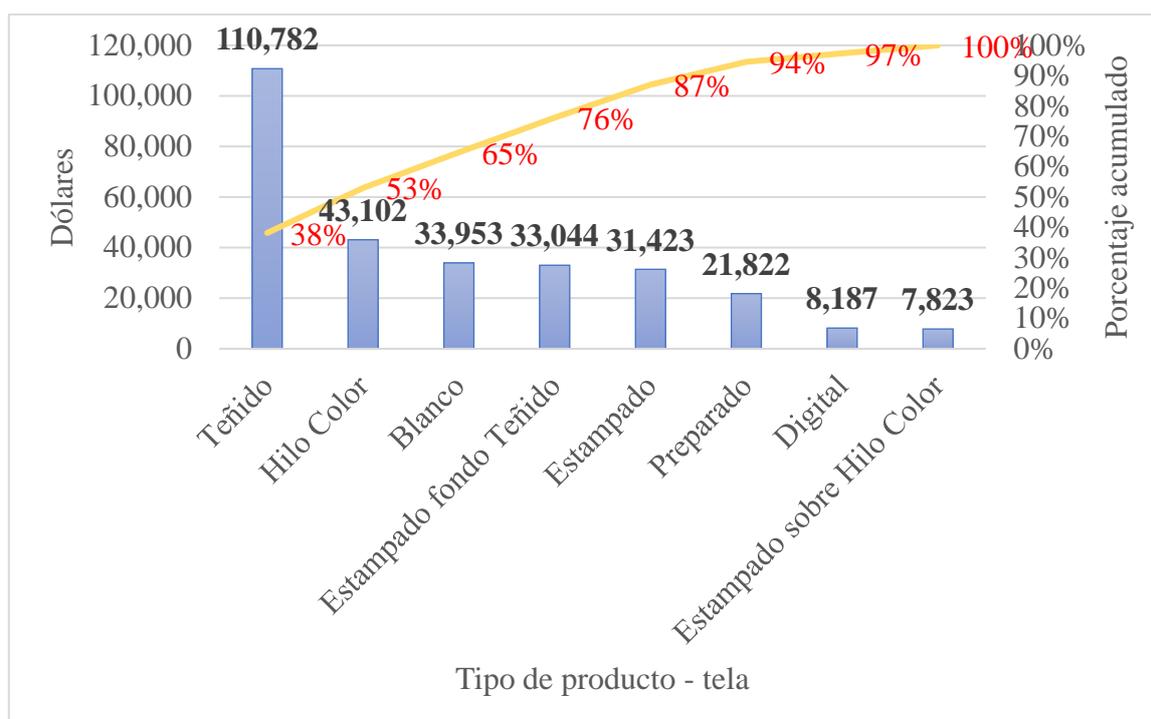


Figura 42 Dólares perdidos, por atrasos en los pedidos en el 2017.

Tomado de La Empresa, 2018

El incumplimiento de los pedidos, ligado a las pérdidas de las ventas, llega a costarle a la empresa un estimado de 5 059 469 millones de dólares americanos.

2.4. DIAGNÓSTICO

La empresa muestra diversas deficiencias en su sistema de producción, siendo este un punto fundamental en la organización. El % de cumplimiento del programa de despachos, en lo que va del año, está en promedio 78.69 % muy por debajo del objetivo establecido por Gerencia, de lo cual se deduce que la empresa no realiza un adecuado planeamiento de la producción puesto que solo espera la respuesta de disponibilidad del área de tejeduría para aceptar o rechazar un programa de pedidos.

El exceso de producción es otro problema con el que cuenta la empresa en estudio, ello se evidencia en los porcentajes de saldos de exportación que se aproximan en promedio a los 13.23%, en lo que va del año, superando el 3 % del límite máximo propuesto por la Gerencia.

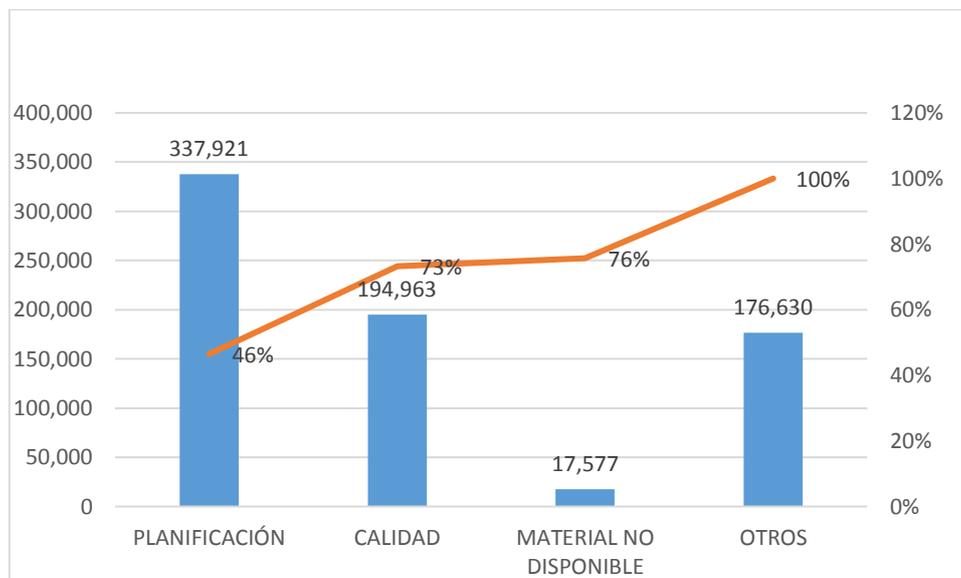
Además, existe un marcado incumplimiento de pedidos, puesto que se ofrece una fecha de entrega de los pedidos a los clientes, pero en gran parte de los casos no se logran cumplir las fechas programadas, lo cual se evidencia en el indicador de pedido perfecto que en lo que va del año alcanza un valor promedio de 67.18%,

A partir de la data histórica del año 2017 se ha logrado analizar y graficar el porcentaje de participación en el incumplimiento de pedidos en las fechas programadas por proceso.



*Figura 43 Porcentaje de incumplimiento por proceso
Tomado de La Empresa, 2018*

A partir de la figura 43 que se elaboró, se puede observar que el mayor porcentaje de incumplimientos de los pedidos en fecha del año 2017 se debió a los procesos de tintorería y acabado.



*Figura 44 Porcentaje de incumplimiento motivo
Tomado de La Empresa, 2018*

De lo observado en la figura 44 que se elaboró, se puede deducir que el mayor porcentaje de incumplimientos por tipo de motivo se debe a la planificación y programación de los pedidos.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se puede inferir que la empresa necesita empezar a planificar su producción y no solo programar sus pedidos en función de solo un área como es el área de tejeduría. Para esto, es necesario primero determinar el sistema de producción más adecuado para la empresa y que se adapte fácilmente a los pedidos de los clientes.

2.4.1. Análisis de las causas

Para identificar las causas con respecto al incumplimiento de los pedidos, que se viene presentando en la empresa, se procedió a utilizar la herramienta diagrama de Ishikawa mejor conocido como diagrama de pescado del incumplimiento de los pedidos, el cual se elaboró y se muestra a continuación

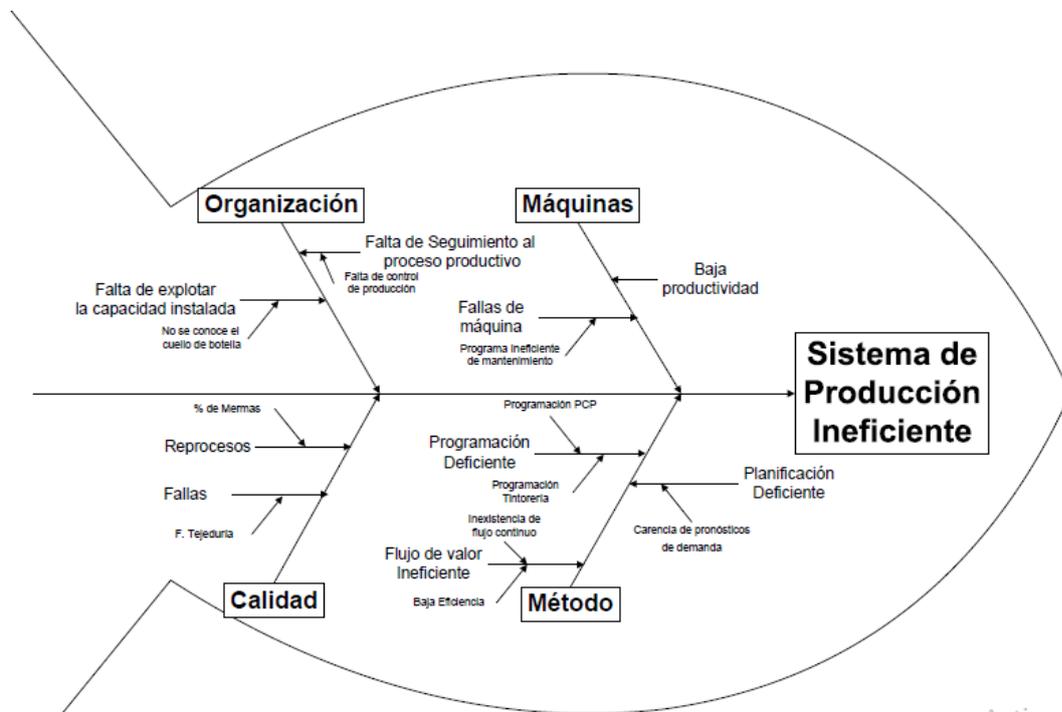


Figura 45 Diagrama de causa y efecto del sistema de producción
Tomado de La Empresa, 2018

El diagrama de causa y efecto, figura 45, identifica y señala las causas de un sistema de producción ineficiente. Al desglosar a fondo en el tema se puede visualizar que las causas del ineficaz sistema productivo se deben a un desconocimiento del ritmo de producción, del flujo de valor y una planificación y programación desfasada de lo que el cliente realmente espera de la empresa en estudio, lo cual la imposibilita de trabajar a su máxima capacidad para mejorar su productividad. Por lo que un sistema de producción híbrido que trabaje con gran variedad de productos, el conocimiento de su ritmo de producción y una alta flexibilidad viene a ser la mejor opción para el caso de estudio.

3. PROPUESTA DE MEJORA DEL CASO DE ESTUDIO

En el presente capítulo, se desarrollará el sistema de producción híbrido mencionado en el diagnóstico anterior, como propuesta de mejora del sistema de producción de la empresa bajo estudio, con el objetivo de optimizar los procesos y evaluar las ventajas que éste traerá frente al sistema actual.

Para el desarrollo del sistema de producción propuesto, se utilizará la metodología de la teoría de restricciones y el uso de conceptos y herramientas tanto de los sistemas de producción MRP y JIT. Por lo que el primer paso que se efectuó fue identificar las restricciones del sistema de producción, es decir el cuello de botella, para determinar el ritmo de producción.

Con la determinación y conocimiento del ritmo de producción se procede, como segundo paso, a levantar las restricciones y establecer prioridades de los productos en función al Troughput y volumen de producción semanal de la empresa.

Para levantar las restricciones, se realizó una evaluación de los pronósticos del año 2018 de la propia empresa y se comparó con el pronóstico propuesto, el cual fue realizado a través de datos históricos mediante el método de Krajewski debido al comportamiento estacional de la demanda y a las políticas de la empresa.

Una vez levantadas las restricciones se subordina el proceso de producción a la restricción y pronósticos propuestos, tercer paso de la teoría de restricciones, por lo que se realizó el plan agregado de producción para el próximo año a través de la estrategia mixta que tiene como base el ritmo de producción.

Finalmente, se observa la ejecución del sistema híbrido de producción, por medio del cambio de uso de herramientas MRP a herramientas JIT. A través de ejecutar la implementación de una herramienta Kanban, cuarto y quinto paso de la metodología de la teoría de restricciones, en función de las bobinas del área de Tintorería y Acabado que permita que el flujo de valor de la producción sea controlada y jalada por la demanda del cliente.

3.1.1. Ritmo de Producción

Como primer paso para la aplicación de la metodología de teoría de restricciones, se debe de conocer y calcular el ritmo de producción del área de Tintorería y Acabado. Por tal motivo, en primera instancia se decidió que el recurso crítico a analizar es el tiempo disponible de trabajo de la empresa en estudio.

La empresa, como se muestra en la tabla 8 que se elaboró, trabaja 8 horas al día, 3 turnos por día y 6 días a la semana.

Tabla 8 Tiempo Total de trabajo disponible

Tiempo Disponible	
Horas/semana	135
Minutos/Semana	8,100

Para facilitar el trabajo también se ha colocado una codificación a cada uno de los recursos-máquinas que forman parte del proceso productivo de los tejidos acabados de la empresa en estudio, los cuales se pueden observar en la tabla 9 que se elaboró y se muestra enseguida:

Tabla 9 Codificación de las máquina-recursos del área de tintorería y acabado

Máquina	Cod
Gaseadora	Maq.1
Blanqueadora	Maq.2
Lavadora	Maq.3
Mercerizadora	Maq.4
Rama	Maq.5
Estampadora	Maq.6
Sanforizadora	Maq.7
Calandra	Maq.8
Perchadora	Maq.9
Foulard	Maq.10
Jumbo	Maq.11
Flash Ager	Maq.12
Cepilladora	Maq.13
Vaporizadora	Maq.14

Para mayor detalle de las maquinarias y los procesos véase los anexos A y B.

A continuación, como se muestra en la figura 46 que se elaboró, se determinó las velocidades de trabajo de cada uno de los recursos-máquinas que conforman parte del proceso de ennoblecimiento de los tejidos teñidos con el objetivo de determinar el tiempo de uso total por recurso-máquina. Para más información de las velocidades de los recursos-máquinas del proceso de ennoblecimiento de los otros tejidos véase el anexo I.

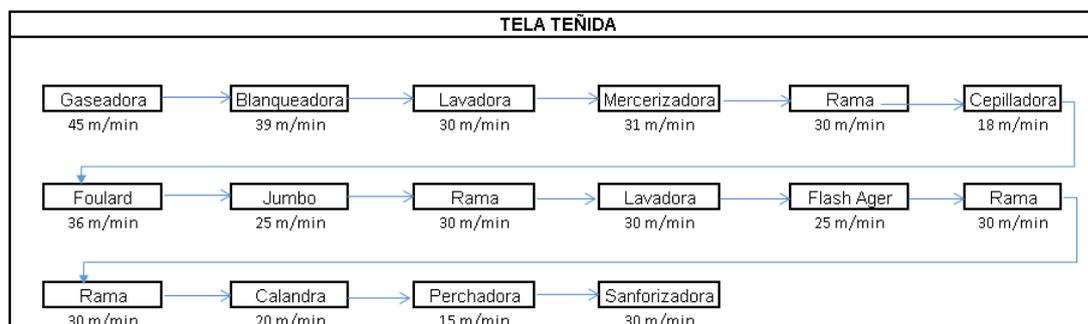


Figura 46 Flujo de procesos y velocidades la tela teñida

En lo que respecta al estudio, se determinó hacer el análisis en un horizonte de una semana de trabajo por tal motivo se analizó la producción media semanal de tejidos de la empresa del año 2017. En donde cada máquina tiene disponible 8,100 minutos por semana.

Tabla 10 Cálculo de la restricción del área de Tintorería y Acabado

Demanda (m/semana)	producto	TIEMPO (min)													
		Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.4	Maq.5	Maq.6	Maq.7	Maq.8	Maq.9	Maq.10	Maq.11	Maq.12	Maq.13	Maq.14
21,639	Teñido	481	555	721	698	2,164		721	1,082	1,443	601	866	866	1,202	
60,384	Hilo Color	1,342	1,548		1,948	6,038		2,013	3,019	4,026				3,355	
18,693	Estampado	415	479		603	1,246	181	623		1,246					415
3,919	Blanco	87	100		126	261		131							
TOTAL		2,325	2,683	721	3,375	9,710	181	3,488	4,101	6,714	601	866	866	4,557	415
DISPONIBILIDAD		8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100
HOLGURA		5,775	5,417	7,379	4,725	-1,610	7,919	4,612	3,999	1,386	7,499	7,234	7,234	3,543	7,685

De la tabla 10 que se elaboró, se puede observar cuanto se utiliza del tiempo disponible por máquina en la producción de los diferentes tipos de tejidos. Asimismo, se nota que existe una holgura negativa para el recurso-máquina 5 correspondiente a la Rama, esto muestra que el año 2017 se ha programado una producción media semanal que era imposible alcanzar. Ello se refleja y comprueba en la caída del porcentaje de cumplimiento de pedidos y pedido perfecto del mismo año.

De tal forma, es coherente deducir que la Rama es la restricción del proceso de producción, por ende, el cuello de botella.

Asimismo, mediante el seguimiento de la metodología de la teoría de restricciones es conveniente analizar cuál de todos los productos que se procesan en el área de tintorería y acabado es el que brinda el mayor Troughput.

$$\text{Troughput} = \text{PrecioUnitario} - \text{CVunitario}$$

Por ello, como se muestra en la tabla 11 que se elaboró, se ha analizado el Troughput de cada uno de los productos del área en estudio, a través del cual se ha llegado a notar que el producto que brinda más ganancias a la empresa es tela teñida.

Tabla 11 Análisis de Troughput de los tipos de tejidos

Producto	Precio unitario US\$/m	CV unitario US\$/m	Troughput US\$/m
Teñido	5.31	0.4903	4.8197
Hilo color	4.69	0.4383	4.2517
Estampado	4.95	0.3415	4.6085
Blanco	4.61	0.1530	4.4570

De tal forma se vuelve a corroborar, que es fundamental mejorar los procesos correspondientes al flujo de valor de la tela teñida, para así mejorar la programación de los pedidos, a través del ritmo de producción determinado por la máquina Rama y un adecuado pronóstico de la demanda.

3.1.2. Pronósticos de demanda

Una vez determinado la restricción del área de Tintorería y Acabado se debe de calcular los pronósticos de la demanda futura de la empresa en estudio. Debido a que anticiparse a los futuros acontecimientos mediante una adecuada programación de pedidos resulta beneficiosa cuando se tiene buenos pronósticos.

En la empresa, los pronósticos son realizados por el área de Comercial; sin embargo, estos no son utilizados por el área de PCP, puesto que la gerencia prefiere producir según los pedidos realizados por los clientes a pesar que ello implique mayor lead time de producción.

Los pronósticos del área de Comercial no son lo suficientemente buenos para ser tomados como referencia para la producción, debido a que estos en su mayoría son realizados en base a la experiencia de sus vendedores; no obstante, utilizando métodos cuantitativos, es posible que estos se aproximen más a la demanda real.

Al analizar la demanda histórica mensual desde los años 2015 al 2017, como se muestra en la figura 47 que se elaboró, se ha tratado de explicar que existe una tendencia lineal entre el comportamiento de ventas con respecto al tiempo.

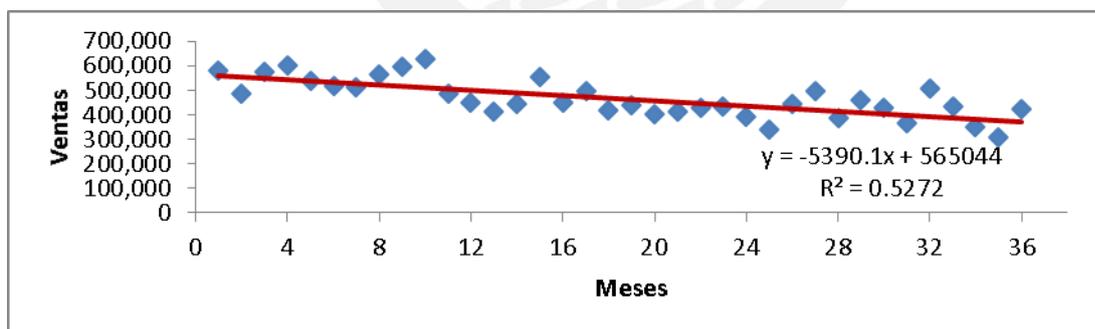


Figura 47 Diagrama de dispersión

En principio se analizó el comportamiento entre la demanda (ventas) y el tiempo para determinar el comportamiento causal que se puede apreciar en la figura 47. Por ello se realizó un análisis de regresión lineal cuyo cuadro resumen se muestra a continuación:

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.726053369
Coefficiente de determinación R ²	0.527153494
R ² ajustado	0.513246244
Error típico	54569.22572
Observaciones	36

Figura. 48 Análisis de regresión lineal (Ventas-tiempo)

Del resumen de análisis de regresión, que se muestra en la figura 48 que se elaboró, se puede observar que si bien en el diagrama de dispersión existe un aparentemente comportamiento causal entre la demanda y el tiempo este realmente no es así. Puesto que el coeficiente de correlación es de 75 %. Para mayor información acerca del análisis de regresión véase el anexo J.

Posteriormente, al ser descartado el comportamiento causal se analizó la estacionalidad de la demanda a través del método de Krajewski. Como primer paso se ha identificado las estaciones durante el periodo 2015 al 2017, como se aprecia en la figura 49 que se elaboró.

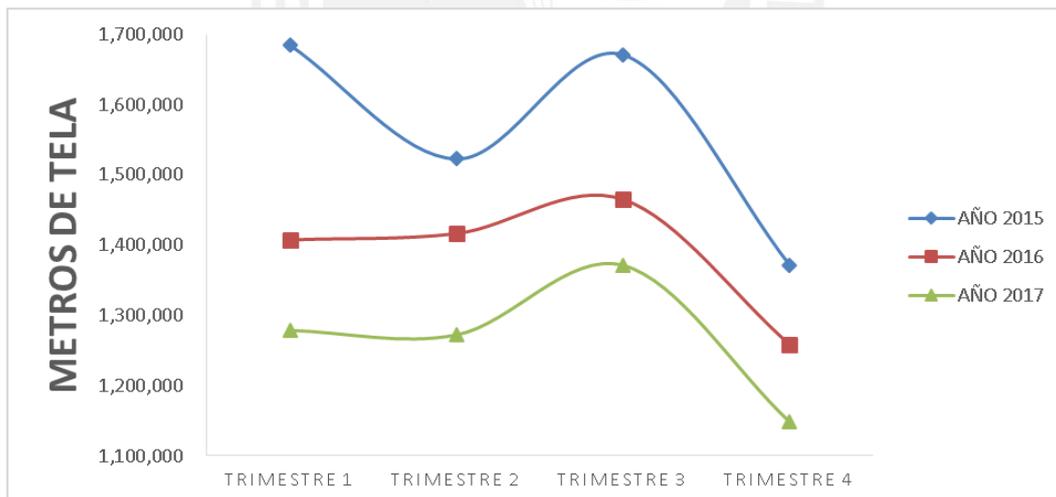


Figura 49 Estacionalidad de la demanda

De esta manera, se pudo apreciar que el comportamiento de la demanda es estacional en periodos trimestrales. Por lo que el método más conveniente para pronosticar la demanda del año 2018 elegido fue el método de Krajewski.

Para empezar, se determinó los índices estacionales a través de la demanda histórica trimestral entre los años 2015 al 2017, como se observa en la figura 50 que se elaboró.

Trimestre	2015	2016	2017
1	1,684,729	1,407,549	1,278,795
2	1,522,699	1,416,631	1,272,368
3	1,670,906	1,465,057	1,371,270
4	1,371,621	1,258,426	1,148,040

Figura 50 Demanda histórica (metros) por trimestres

Luego se estableció la demanda promedio de los clientes por estación., los cuáles se muestran en la figura

Año 2015	Año 2016	Año 2017
1,562,489	1,386,915	1,267,618

Figura 51 Demanda promedio (metros) por estación

Seguido a ello se ha realizado el cálculo de los índices estacionales de cada año en función de la demanda histórica y la demanda promedio por estación, cuyos resultados se muestran en la figura 52 que se elaboró.

Trimestre	2015	2016	2017
1	1.0782343	1.0148772	1.0088173
2	0.9745344	1.0214255	1.0037471
3	1.0693877	1.0563417	1.0817689
4	0.8778437	0.9073557	0.9056668

Figura. 52 Índices estacionales por trimestrales del 2015 al 2017

De los índices estacionales mostrados en la figura 52 que se elaboró, se ha obtenido mediante un promedio ponderado los índices estacionales por trimestre del año 2018 como se muestra en la figura 53.

Trimestre	2018
1	1.0339762
2	0.9999023
3	1.0691661
4	0.8969554

Figura. 53 Índices estacionales trimestrales del 2018

A partir del análisis de los índices estacionales trimestrales y la demanda promedio estimada se ha determinado el pronóstico trimestral de demanda para el año 2018, que se muestra en la figura 54 que se elaboró.

Trimestre	2018
1	1,223,777
2	1,183,448
3	1,265,426
4	1,061,604

Figura 54 Pronóstico de demanda (metros) trimestral del 2018.

Para determinar la validez del pronóstico propuesto se debe de comparar la desviación media absoluta del error con la desviación media absoluta del pronóstico realizado por el área de Comercial.

Tabla 12 Cálculo del error del pronóstico propuesto

Trimestre	DEMANDA	PRONOSTICO PROPUESTO	Error	Cuadrado Error	Error absoluto
1	1,236,345	1,223,777	12,568	157,954,624	12,568
2	1,157,942	1,183,448	-25,506	650,563,935	25,506
3	1,270,906	1,265,426	5,480	30,033,975	5,480
4	1,062,141	1,061,604	537	288,515	537
				TOTAL	44,092

MAD	11,023
-----	--------

En la tabla 12 que se elaboró, se muestra el cálculo del error del pronóstico propuesto del cual se obtiene una desviación media absoluta del error de 11,023.

El mismo procedimiento se ha realizado al pronóstico de demanda realizado por el área de Comercial de la empresa en estudio, el cual se aprecia en la tabla 13 que se elaboró y se presenta a continuación:

Tabla 13 Cálculo del error del pronóstico del área de Comercial

Trimestre	DEMANDA	PRONOSTICO EMPRESA	Error	Cuadrado Error	Error absoluto
1	1,236,345	1,662,953	-426,608	181,994,627,934	426,608
2	1,157,942	1,797,563	-639,621	409,115,177,150	639,621
3	1,270,906	1,793,751	-522,845	273,366,423,465	522,845
4	1,062,141	1,765,410	-703,269	494,587,356,688	703,269
TOTAL					2,292,343
MAD					573,086

De la tabla 13, se puede entender el por qué la gerencia no confía en los pronósticos de ventas, puesto estos últimos difieren en demasía con respecto a la demanda real y además presentan un error mayor que el pronóstico propuesto.

A partir de las tablas 12 y 13, se puede declarar que el pronóstico que tiene menor desviación media absoluta del error (MAD) es el pronóstico propuesto.

Por ende, para determinar el plan agregado de producción se va a trabajar con el pronóstico propuesto con la finalidad de acercarnos lo más posible a la realidad de los pedidos que se espera que realicen los clientes en el próximo año.

3.1.3. Planeamiento Agregado

En continuación a la metodología de teoría de restricciones se debe de subordinar la producción a la restricción del área de tintorería y acabado, tercer paso de la metodología de la teoría de restricciones.

Para llevar a cabo ello se va a trabajar con el ritmo de producción y los pronósticos de la demanda obtenidos anteriormente. Estos nos ayudarán a calcular el plan agregado adecuado y coherente que nos ayude a acercarnos a lo que realmente quiere el cliente-

El plan agregado se va a llevar a cabo para un horizonte de tiempo de 1 año, cuyo periodo de análisis será mensual por lo que se debe de considerar solo los días productivos.

Con la demanda estimada mediante el pronóstico propuesto, se procede a elaborar el plan agregado de producción. Para esto se consideraron los siguientes datos:

- Por lo general, se trabaja en la planta de la empresa en 3 turnos de 8 horas diarias.
- Las horas extras son permitidas en los meses en donde los clientes hacen pedidos en plazos muy cortos.
- El costo de la hora hombre normal es de 6.25 soles/hr.
- El costo de la hora extra es de 20% más que el costo de horas hombre normal que se aproxima a 7.5 soles/hora.
- La empresa tiene como política que se trabaje como máximo 45% de horas extras respecto a las horas trabajadas normales por mes.
- Solo el 35 % de los operarios están dispuestos a realizar horas extras.
- Por política de la empresa se prioriza emplear horas extras para alcanzar la demanda del cliente antes que subcontractar.
- El costo por hora de la mano de obra improductiva para fines prácticos se estima igual que el costo de la hora hombre normal.
- El costo de contratación es de aproximadamente 1350 soles/mes*operario. Esto incluye 1 semana de inducción y otros costos de documentación y contrato.
- El costo de despido se estima que es de aproximadamente 1950 soles/mes*operario. Esto incluye costos de documentación.
- El costo de posesión de inventario es de 0.158 soles/m.
- El costo por no entregar una unidad a tiempo es de aproximadamente 0.160 soles/m.

- El costo de subcontratar un metro de tela es de 0.3 soles/m.

De esta manera con los datos descritos, se procede a evaluar el método más conveniente para planificar la producción de la empresa en estudio.

Los métodos a analizar son la estrategia de persecución de la demanda, la estrategia de nivelación y la estrategia mixta que toma en cuenta la restricción de la máquina Rama.

A continuación, en la tabla 14 que se elaboró se presenta el resumen de los costos de las tres estrategias utilizadas para determinar el mejor plan agregado de producción que se adapte a la empresa en estudio.

Tabla 14 Resumen del análisis del plan Agregado

Resultados del plan agregado	
Estrategia	Costo Total
Persecución	S/. 552,370
Nivelación	S/. 1,166,038
Mixta	S/. 373,541

A partir de realizar los diferentes análisis de las estrategias de planeamiento agregado se ha determinado, como se muestra en la tabla 14, que la mejor estrategia de planeación agregada es la estrategia mixta propuesta.

Esto debido a que la planeación se lleva a cabo de acuerdo al ritmo de producción de la máquina restrictiva del proceso de ennoblecimiento de tejidos, como se aprecia en la figura 55. Esto se evidencia en una utilización más eficiente de los recursos-máquina del área de Tintorería y Acabado.

De esta manera, la planeación agregada del área de Tintorería y Acabado se subordina a la restricción de la máquina Rama, cumpliéndose así el tercer paso planteado en la metodología de teorías de restricciones, permitiendo que la planeación se acerque cada vez más a lo que realmente quiere el cliente.

Para mayor información sobre el análisis de las estrategias de persecución y de nivelación, véanse los anexos K, L y M, respectivamente.

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
Demanda (m)	78,461	458,779	534,451	386,634	365,931	309,289	254,141	476,417	314,686	516,385	239,427	205,032	4,139,632
Producción Regular (m)	78,461	466,560	466,560	466,560	466,560	466,560	466,560	466,560	466,560	466,560	466,560	466,560	5,210,621
Producción por Horas extra (m)	0	0	67,891	0	0	0	0	9,857	0	0	0	0	77,748
Producción MO Contratada (m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49,825	0	0	49,825
Cantidad Subcontratada (m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inventarios (m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Días productivos	26	24	27	23	26	26	23	25	26	26	24	24	300
Cantidad de MO (personas)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	288
Cantidad de MO extra	0	0	3	0	0	0	0	1	0	3	0	0	7.34
Horas MO normal	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	2304
Horas MO extra	0	0	9.54	0	0	0	0	2.86	0	8.57	0	0	20.97142857
Horas MO improductivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contrataciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Despidos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Costo MO (S/.)	31,200	28,800	32,400	27,600	31,200	31,200	27,600	30,000	31,200	31,200	28,800	28,800	360,000
Costo MO Extra (S/.)	0	0	5,411	0	0	0	0	1,500	0	4,680	0	0	11,591
Costo de contratos y despidos (S/.)	1,950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,950
Costo de inventarios (S/.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de subcontratar (S/.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
													S/. 373,541

Figura 55 Estrategia Mixta –Restricción de la máquina Rama

3.1.4. Sistema Kanban para Bobinas

Una vez que se ha determinado la planificación agregada de producción se debe de fiscalizar la producción y cumplimiento de la misma.

Con el objetivo de levantar las limitaciones del ritmo de producción, cuarto paso de la metodología de la teoría de restricciones, se requiere implementar una herramienta que ayude a mantener controlado el consumo de la producción planificada.

Hasta este punto, el sistema de producción híbrido se ha basado en el uso de herramientas del sistema MRP. A través del cual se ha logrado fijar y calcular los pronósticos y la planificación agregada de producción que refleje mejor la realidad estimada.

A partir de ahora el sistema de producción híbrido va a cambiar el enfoque Push por el enfoque Pull. Este último se va a basar en una variante del sistema de producción JIT que utilizará la herramienta Kanban para dar soporte y control a la planificación de la producción.

Para la implementación del sistema mencionado, se asume que el proceso de ennoblecimiento de los tejidos se agrupará en 3 sub-procesos conocidos como: Preparado, Teñido y Acabado presentados con anterioridad en el Value Stream Mapping inicial.

El desarrollo del Kanban consta de implementar un supermercado de productos de salida (outputs) en cada uno de los subprocesos descritos anteriormente.

Todo esto con el objetivo de permitir al cliente, ya sea interno o externo, un suministro continuo del producto y prevenir desacoples entre su demanda y el aprovisionamiento por parte de los proveedores

Cada uno de estos supermercados va a funcionar con tarjetas Kanban que desempeñarán un rol de orden de fabricación. Por tal, se hace necesario determinar el número y el tamaño del Kanban para cada uno de los supermercados presentes en los 3 sub-procesos.

A continuación, se presentará el procedimiento piloto propuesto para el cálculo del número y el tamaño de Kanban dentro del subproceso de Acabado.

CÁLCULO DE PARÁMETROS DEL SUPERMERCADO KANBAN

El stock que cada uno de los supermercados intenta mantener para reaccionar de forma rápida a las diversas fluctuaciones de la demanda del cliente se puede determinar mediante parámetros.

En esta oportunidad se va a utilizar variables del bucle de control y el comportamiento de los pedidos de los clientes. Por ello se propone una fórmula compuesta de cuatro variables para realizar el cálculo del Kanban:

$$K = RE + LO + WI + SA$$

Donde:

- RE: Replenishment time coverage-Lead time de reposición.
- LO: Lote Size – Tamaño del lote.
- WI: Withdrawal peak coverage – Pedidos planificados por cliente.
- SA: Safety time coverage – Tiempo de cobertura de seguridad

A continuación, se procede a presentar y detallar cada una de las variables que permitirán calcular el número y tamaño del Kanban en el subproceso de Acabado.

Variable RE: Cubre el Lead time de reposición

Es el Kanban que permitirá cubrir la demanda del cliente durante el tiempo que tarda un lote en volver al supermercado desde que es recogido de este; es decir, permite cubrir el lead time de reposición. Este se calcula a través de la siguiente ratio:

$$RE = \frac{RT_{\text{Bucle}}}{TT_{\text{Part no.}} * NMK}$$

Donde:

- RT_{Bucle} : Tiempo de reposición del Kanban el cual a su vez está conformado por 5 variables.

$$RT_{\text{Bucle}} = RT1 + RT2 + RT3 + RT4 + RT5$$

- RT1: Tiempo entre la recogida en el supermercado y la llegada del Kanban al tablero FIFO.
- RT2: Tiempo de espera en el tablero FIFO de producción
- RT3: Tiempo de preparación de los materiales necesarios para la fabricación

- RT4: Tiempo necesario para producir la cantidad para un Kanban
- RT5: tiempo de transporte hasta el supermercado
- TT_{Partno} : Takt Time del cliente
- NMK: Número de metros por Kanban

Tamaño del Lote Kanban (LO)

Este cubre la extensión del lead time de reposición (ΔRT_{Bucle}) debido al tiempo de espera para la formación de lote si el cliente hace alguna petición de acuerdo con el Takt Time. Los pedidos del cliente dentro del Takt Time significan pedidos uniformes y continuos. Este ratio se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$LO = \frac{LS}{NMK} - 1$$

Donde:

- LS: Tamaño del lote

Pedidos planificados por cliente (WI)

Muestra el número adicional de Kanban que son necesarias para cubrir las peticiones planificadas del cliente en el caso de que el cliente no haga estas peticiones dentro de su Takt Time establecido. Este ratio se calcula de la siguiente manera:

$$WI = \frac{WA}{NMK} - RE - LO$$

Donde:

- WA: Acumulado de pedidos dentro del lead time de reposición.

Tiempo de cobertura de seguridad

Es la cantidad de Kanban que se requiere como seguridad para cubrir fallos y retrasos debido a procesos internos, así como las desviaciones de la demanda del cliente. Este se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$SA = SA1 + SA2$$

- SA1: Factor de seguridad por problemas de producción
- SA2: Factor de seguridad por variaciones desconocidas del cliente.

Presentado cada uno de las variables que conforman la fórmula del Kanban propuesto y cómo calcularlos se procede a iniciar, como patrón, el cálculo del Kanban en el subproceso de acabado.

Para iniciar, se debe de calcular el ritmo de producción requerido por el cliente conocido como Takt Time.

Para ello se ha utilizado el tiempo de trabajo disponible y la producción media en un horizonte de un mes, como se muestra en la tabla 15 que se elaboró.

Tabla 15 Cálculo del Takt Time del cliente

Producción por mes	732,573	(metros)	Takt Time = 2.14 seg/metro
Días de trabajo	20	(días)	
Horas por Turno	7.25	(horas)	
T. prod. disponible	1,566,000	(seg)	
Necesidad de un cliente	39,150	(metros/día)	
Tiempo por paradas imprevistas (hr/mes)	8	(horas)	

Calculado el Takt Time, se debe proceder a calcular los parámetros para determinar el número de Kanban y el tamaño de cada uno de las variables que conforman la fórmula del Kanban propuesto.

Cabe resaltar, que el cálculo de estos Kanban debe de modificarse de forma periódica debido a que es una herramienta flexible a los cambios que pueda presentar el cliente.

Se ha establecido que se va analizar el periodo de tiempo de un mes que consta de 20 días, 3 turnos por día y 7.75 horas por turno.

Tabla 16 Cálculo del lead time de reposición

Rtbucle = Rt1+Rt2+Rt3+Rt4+Rt5+Rt6		TEÑIDO	
Rt1	Tiempo entre que la caja está con todas las tarjetas en el SM y se lleva al FIFO	Rt1	60
Rt2	Tiempo de espera en el FIFO de producción	Rt2	213.7671
Rt3	Tiempo de preparación de material	Rt3	0
Rt4	Tiempo de producción y prueba para una tarjeta KANBAN	Rt4	116.67
Rt5	Tiempo de Transporte hasta el SM	Rt5	12
		Rtbucle	402 (min)
			6.7 (horas)

El primer valor a calcular es el número y tamaño del Kanban para cubrir el RE-Tiempo de Reposición.

A partir de la tabla 16, se puede observar que el RT_{Bucle} para el subproceso de acabado es de 402 min, es decir, aproximadamente unas 6.7 horas que se demora un lote en reponerse al supermercado del subproceso de acabado.

Por decisión propia se ha establecido que para empezar el número de metros por tarjeta Kanban (NMK) será de un total de 3,000 metros.

Es importante mencionar que este parámetro puede ser modificado de acuerdo a las necesidades de producción y a las fluctuaciones de la demanda interna y externa de los clientes.

Posteriormente, con los datos recabados se procede a calcular los parámetros necesarios para el cálculo del RE-Tiempo de Reposición, como se expresa en la tabla 17.

Tabla 17 Cálculo de los parámetros del RE del subproceso de Acabado

NMK (metros): Número de metros por tarjeta KANBAN	3,000	múltiplos de 100
POT (Período de Tiempo): Tiempo Planificado de Producción por día	78,300	(seg/día)
TTsnr (Tiempo/metro): Tiempo de ciclo del cliente	2.907	(seg/metros)
PR (Metros/Período): Necesidad de metros	26,933	(metros/día)

$$RE = \frac{(Rt_{bucle} \times PR)}{(POT \times NPK)} = \frac{3}{9,000} \quad RE: \text{Tiempo de reposición necesario para completar 1 tarjeta KANBAN de pedido de cliente}$$

Con los datos obtenidos en la tabla 17, se procede a calcular el número de Tarjetas Kanban que se requieren para cubrir el RE-Tiempo de reposición de un lote dentro del subproceso de Acabado. A partir de ello se obtiene que se necesita 3 tarjetas Kanban para el RE.

En segunda instancia, se procede a calcular el Kanban que se requiere para cubrir el tiempo que se demora formar LO-Tamaño del Lote. Con anterioridad se ha establecido que el número de tarjetas de Kanban inicial es de 1.

Por lo tanto, como se muestra en la tabla 18 que se elaboró, el número de Kanban que se requiere para cubrir el tiempo de formación del LO-Tamaño del Lote es de cero.

Tabla 18 Cálculo del tamaño del Lote para el subproceso de Acabado

Cantidad de metros en un lote	3,000	(metros)
LS: Tamaño de lote (Número de tarjetas KANBAN para iniciar MF)	1	(unidad)

$$LO = \frac{(LS / NPK)}{0} = 0 \quad LO: \text{Tamaño del lote}$$

En tercera instancia, se procede a calcular el número y tamaño del Kanban para la variable WI-Pedidos planificados por el cliente. Para ello se requiere establecer la WA- máxima cantidad posible de metros solicitados por el cliente dentro del periodo de reposición.

Tabla 19 Determinación del WA para el subproceso de Acabado

WA: Máxima cantidad posible de metros solicitados por el cliente dentro del período de reposición (Rt_{bucle})	
$WA = \text{Necesidad del cliente} \times Rt_{bucle}$	31,829 (metros)

La determinación del WA, se llevó a cabo tras analizar la cantidad y tamaño de pedidos dentro de un periodo de reposición del lote, logrando establecer una cantidad promedio de 31,829 metros por periodo de reposición, como se expresa en la tabla 19 que se elaboró.

En cuarta y última instancia, se procede a calcular el número de Kanban que se necesita para hacer frente a los potenciales fallos y retrasos debido a procesos internos o a las desviaciones de la demanda del cliente que pueden influir negativamente en la producción de los tejidos teñidos dentro del sub-proceso de Acabado.

Con anterioridad se ha establecido que existen dos potenciales problemas de los que la empresa en estudio se debe de proteger los cuales son los problemas de producción y las variaciones desconocidas de la demanda del cliente, cuyas formas de calcularlas se describen en la tabla 20 que se elaboró.

Tabla 20 Determinación Kanban de cobertura de seguridad

SA1: Factor de seguridad por problemas de producción	
$SA1 = [(WA_{ext} - WA) / NMK]$	2 (unidades)
$WA_{ext} = (\text{Necesidad del cliente} / 24h) \times (RT_{bucle})$	23,991 (metros)
SA2: Factor de seguridad por variaciones no conocidas en el cliente (Ejemplo: Pedidos extras no previstos)	
$SA2 = (WA / NMK) * \text{Desviación } \%100$	1 (unidades)

SA	}	<u>SA1</u> 2 6,000 SA1: Desviaciones por problemas de producción
		<u>SA2</u> 1 3,000 SA2: Desviaciones de clientes desconocidas

De la tabla 20 que se elaboró, se puede observar que se requiere un total de 3 tarjetas Kanban para cubrir los potenciales peligros que pueden afectar la producción en el sub-proceso de Acabado.

A partir de la figura 56 que se elaboró, se puede observar un resumen general de la cantidad de Kanban que se requiere utilizar dentro del sub-proceso de Acabado de la empresa en estudio. Cuando se considera que una tarjeta Kanban es una bobina que puede contener y transportar 3,000 metros de tela teñida.

	KANBAN	Cantidad
$RE = (Rt_{bucle} \times PR) / (POT \times NPK)$	3	9,000
$LO = (LS / NPK)$	0	0
$WI = (WA / NPK) - RE - LO$	8	24,000
SA	SA1	6,000
	SA2	3,000
$K=RE+LO+WI+SA$	14	42,000

Figura 56 Resumen del número y tamaño del Kanban del subproceso de Acabado

A partir de la figura 57 que se elaboró, se logra observar de forma más amigable que para que exista un flujo continuo de producción dentro del subproceso del área de acabado se requiere una cantidad de 14 tarjetas Kanban, los cuáles acumulan una producción de 42,000 metros por mes.



Figura 57 Número y tamaño de tarjeta Kanban dentro del sub-proceso de Acabado

De igual forma, se procedió a realizar el cálculo del número y tamaño del Kanban para cada uno de los supermercados de los sub-procesos de Teñido y Preparado respectivamente.

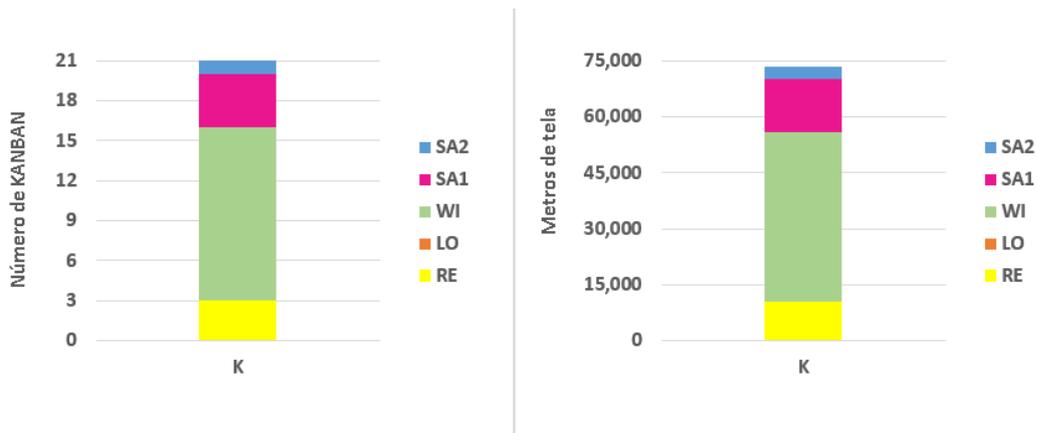


Figura 58 Número y tamaño de tarjeta Kanban dentro del sub-proceso de Teñido

A partir de la figura 58 que se elaboró, se puede observar que el supermercado para el sub-proceso de Teñido requiere, para mantener una producción continua y controlada, de 21 tarjetas Kanban, los cuales acumulan un total de producción de 73,500 m.

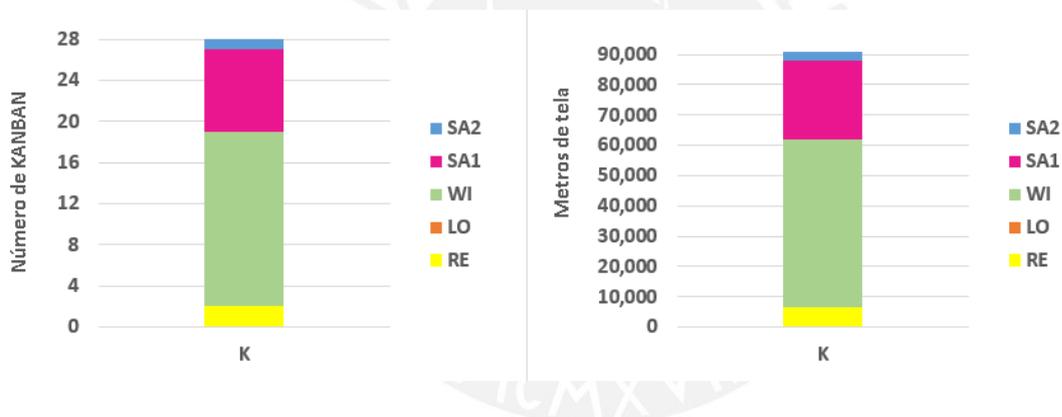


Figura 59 Número y tamaño de tarjeta Kanban dentro del sub-proceso de Preparado

De igual forma en la figura 59 que se elaboró, se puede observar que el supermercado para el sub-proceso de Preparado requiere, para mantener una producción continua y controlada, de 28 tarjetas Kanban, los cuales acumulan un total de producción de 91,000 m.

Para mayor información acerca del cálculo del número y tamaño de Kanban de los sub-procesos de Teñido y Preparado, véase los anexos 14 y 15 respectivamente.

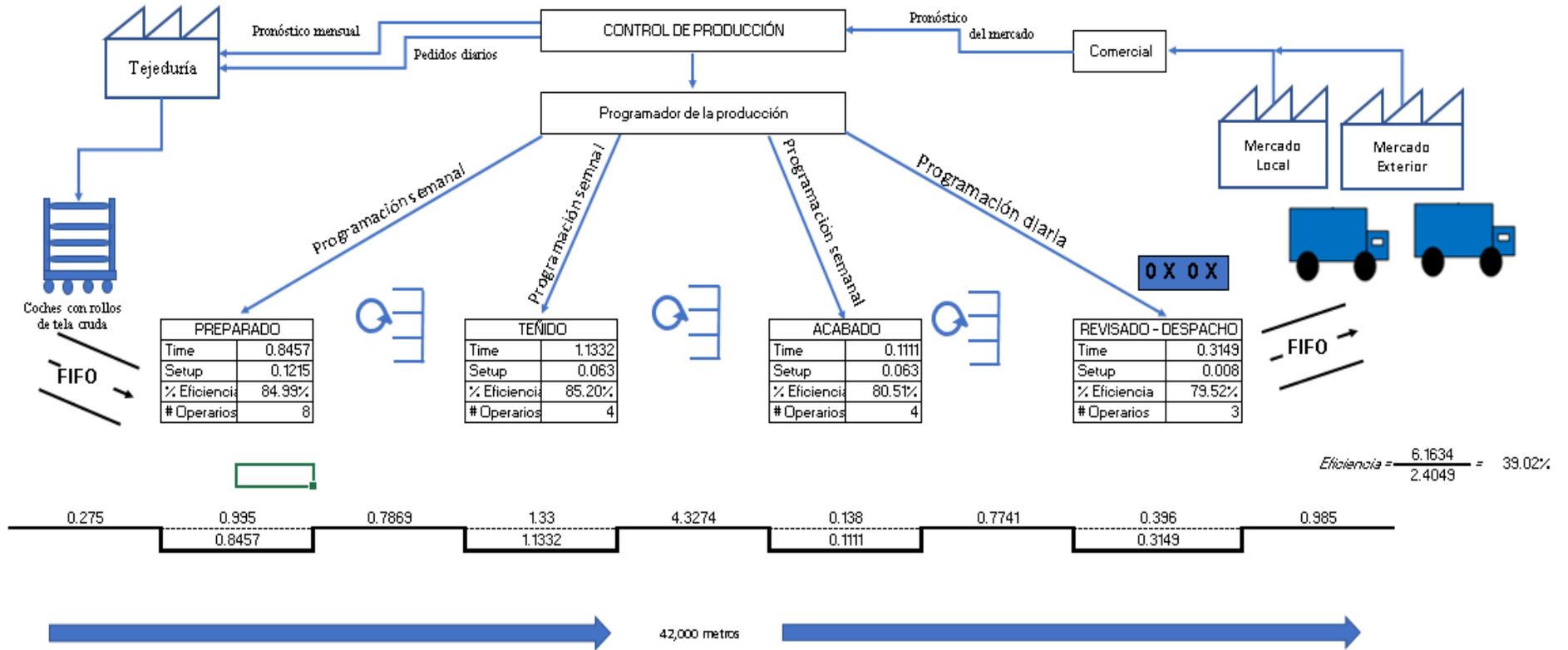


Figura 60 Value Stream Mapping Mejorado – Área de Tintorería y Acabado

La lógica del funcionamiento de las tarjetas Kanban inicia en la zona de Revisado y Despacho en donde de acuerdo a los pedidos del cliente se va a establecer el número de tarjetas Kanban en un buzón situado cerca de la zona de embalaje.

El operario de embalaje periódicamente revisará este buzón para ver si hay nuevas requisiciones en forma de tarjeta Kanban. En caso afirmativo, inmediatamente se trasladará al supermercado del sub-proceso de Acabado y cogerá las bobinas que hagan falta.

Cada vez que se extraiga una bobina del supermercado se va a dejar una tarjeta Kanban que desempeñará un papel de orden de producción. Con lo que se genera que la producción sea jalada por la demanda del cliente, en otras palabras, se logra iniciar una cadena de arrastre hasta los subprocesos de Teñido y Preparado.

Los metros de tela teñida que se encuentran en las bobinas se colocan en rollos de cartón de una capacidad de hasta 4,500 metros de tela. Una vez en los rollos estos se empaquetan y se colocan en la zona de despacho para su recojo.

Si la entrega tiene un alto retraso y es muy urgente estos rollos se envían directamente al camión de despacho para su entrega inmediata.

Ahora, para asegurar el funcionamiento adecuado del supermercado se contará con el plan agregado de producción proporcionado, con lo que se puede decir que primero tira el cliente haciendo el pedido, seguido del empaquetado, seguido del supermercado de Acabado, seguido del supermercado de Teñido y en definitiva el supermercado de Preparado.

Finalmente, como se aprecia en la figura 60 que se elaboró, el flujo de valor del proceso de ennoblecimiento de tejidos teñidos ha mejorado considerablemente pasando de un valor inicial de eficiencia de 6.88% a un valor seis veces mayor de 39.02%.

Esto significa que el sistema de producción híbrido planteado permitirá ajustar la producción a la demanda de los clientes, a su vez que reaccione a las fluctuaciones del mercado de manera rápida y eficaz.

4. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CASO DE ESTUDIO

En el presente capítulo se va a desarrollar el análisis Costo – Beneficio del trabajo realizado.

4.1. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Este estudio de costos se limitará a analizar el costo de personal implicado en la implementación, estudio y análisis, y personal logístico para el correcto funcionamiento del sistema de producción híbrido propuesto. El periodo estimado de la implementación del sistema es de 9 meses.

4.1.1. Costos de implementación

El mayor esfuerzo que supone este proyecto es la inversión en la recopilación de información a través de las múltiples áreas, así como la realización de estudios para hallar las áreas de mejora y determinar las herramientas para mejorar el flujo de valor del caso de estudio.

Se asume que cada análisis y estudio realizado sobre la determinación del ritmo de producción, pronósticos y plan agregado de producción implican un costo, el cual es ponderado.

Se va a incurrir en capacitaciones al personal sobre las herramientas de Kanban. Asimismo, se debe tener en cuenta que el costo de no producir para la empresa es de 13.56 S/hora.

A partir de la tabla 21 que se elaboró, se puede apreciar los costos estimados que se incurrirán para la implementación del sistema de producción híbrido propuesto.

Tabla 21 Costos de implementación del sistema de producción Híbrido

Recurso	Costo	Periodo de incurrencia
Análisis y estudio del ritmo de producción	S/. 5,000	mes 1
Análisis y estudio de los pronósticos	S/. 8,000	mes 2
Análisis y estudio de los pronósticos	S/. 6,500	mes 3
Capacitación personal en el Kanban	S/. 15,000	mes 4
Personal de implementación de los supermercados	S/. 27,000	mes 7-9
Costos por dejar de producir	S/. 41,225	mes 4 -5
Gastos necesarios de implementación	S/. 30,000	mes1
	S/. 132,725	

A partir de la tabla 21 que se elaboró, se puede observar que se estima que la implementación del sistema de producción híbrido implicará un costo total de S/. 132,725.

4.1.2. Ahorros Estimados

En lo que respecta a la economía se ha estimado que la implementación del sistema de producción híbrido va a permitir reducir la penalización por atrasos de pedidos del tejido teñido pasando de un 38% a un 20% lo que equivale a un ahorro de USD\$ 58,027 anuales que prorrateado sería un aproximado de USD\$ 4,836 mensuales.

Asimismo, se estima que la implementación del sistema híbrido propuesto permitirá mejorar las ratios de los indicadores de producción mencionados anteriormente. Las mejoras se estimaron en porcentajes y se pueden apreciar en la tabla 22 que se elaboró y se muestra a continuación.

Tabla 22 Beneficios obtenidos por la implementación del sistema híbrido

Descripción	Estado Inicial	Beneficio de implementación
Lotes de tejido almacenados	100%	15%
Rotura de Stock en el siguiente proceso	40%	10%
Tiempo perdido por operario	35%	10%
Promedio de metros producidos por mes de tejido teñido	37,578	42,000
Penalización por atrasos de pedidos	38%	20%
Porcentaje de cumplimiento del programa de despacho de tejido teñido	79%	92%
Pedido Perfecto	67%	90%
Porcentaje de saldos de Tela de Exportación	13%	8%
Porcentaje de tela no exportable	7%	5%
Porcentaje de Reproceso	8%	6%
Beneficio reportado (anual)	-	\$ 58,027

4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

A continuación, se realiza la evaluación de viabilidad de las propuestas de mejora, analizando los ratios Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN).

4.2.1. Tasa Interna de retorno y Valor Actual Neto

Para conocer si la implementación del sistema de producción híbrido es una mejora que presenta mayores beneficios que costos incurridos, se hallará el valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR) a partir de los costos de implementación y los ahorros estimados.

Para ello se hace uso de un diagrama de flujo de caja estimado del proyecto, como se aprecia en la figura 61.

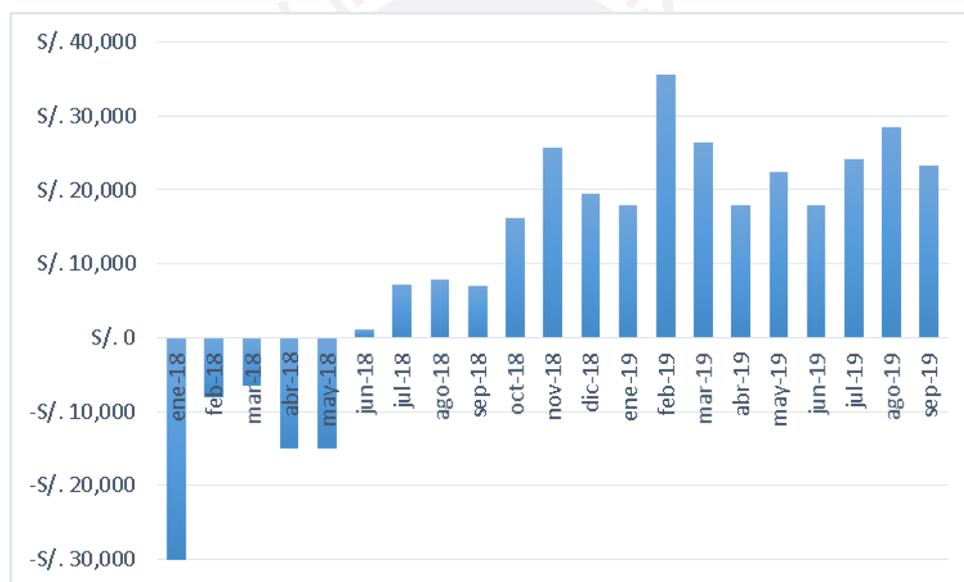


Figura 61 Flujo de inversión del sistema de producción Híbrido

A partir del flujo de inversión del sistema de producción híbrido esperado se obtiene una TIR anual de 12.70%, la cual es mayor al costo de oportunidad esperado de capital de 10.65%. Asimismo, al realizar el cálculo del VAN se ha obtenido el valor de S/.44192 cuyo valor es mayor que cero. Por lo que se puede corroborar tanto con el TIR y el VAN que la mejora propuesta es factible económicamente en teoría.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se va a llevar a cabo las conclusiones y las recomendaciones del presente trabajo realizado.

Conclusiones

Durante la elaboración de este proyecto se ha descrito y explicado las ventajas, factores y aspectos relevantes acerca de un sistema de producción híbrido que mediante su implementación busca la mejora continua en los procesos del área de Tintorería y acabado.

En primer lugar, el proyecto en sí ha utilizado la metodología propuesta de la teoría de restricciones que propone 5 pasos fundamentales para mejorar la productividad y el rendimiento económico de la organización. Con ayuda de esta metodología se ha logrado analizar y determinar que el ritmo de producción del área de estudio corresponde al recurso-máquina Rama que cuenta con una capacidad de producción de 42,000 metros por mes.

En segundo lugar, se ha realizado el ajuste de las expectativas de la demanda futura de los clientes a través del uso de pronósticos y plan agregado de producción. A partir del pronóstico propuesto se ha determinado que el cliente requerirá de aproximadamente 1.18 millones de metros por trimestre.

En cuarto lugar, la reducción de inventario dentro de la empresa se ha logrado reducir en un 30% a través de la de la herramienta KANBAN propuesta. A través de ella se ha logrado establecer que la producción de tejidos sea de 1 metro cada 2.14 segundos que es el Takt Time del cliente.

A partir de ello se ha establecido que para el área de Tintorería y Acabado se va a requerir de un total de 63 tarjetas Kanban las cuales se van a repartir dentro de los supermercados propuestos de Acabado, Teñido y Preparado respectivamente.

Cabe resaltar que el stock de cada uno de los supermercados no es un parámetro rígido, sino que debe de vincularse a la producción requerida y modificado cuando se requiera.

Finalmente se concluye que, con la implantación de este proyecto, se ha aumentado en aproximadamente un 86% los ratios de cumplimiento de pedidos y pedido perfecto principales

motivos por el cual se llevó a cabo este proyecto. Esto genera una ventaja competitiva sobre las demás empresas del mismo rubro, ya que se logra fabricar y entregar productos a tiempo y en la cantidad que se requiere, con la calidad que el cliente espera, y a un mejor precio.

Recomendaciones

La principal recomendación que se plantea es que la empresa debe de realizar una fuerte campaña a favor de la implementación del sistema de producción híbrido antes de llevar a cabo el proyecto, cuya campaña debe de ser liderada por el gerente general de la empresa en estudio. Todo ello con la finalidad de que los trabajadores sientan que los cambios están respaldados por la empresa de tal manera que se incrementa la confianza en el proyecto y se reduce la resistencia al cambio de los trabajadores.

Por otro lado, se recomienda que se implemente un programa de capacitaciones durante todo el año, para que los trabajadores pueden asimilar y entender la metodología propuesta de tal forma que la interioricen y ello se convierta en una forma de vida más que en una política de trabajo de la empresa.

A su vez es necesario y recomendable que se realice una re-planificación periódica de las herramientas utilizadas en el sistema de producción híbrido propuesto, como son los pronósticos y el plan agregado, para que estos se ajusten a escenarios reales que permitan a la empresa conseguir el deseado sistema de producción dinámico.

El comportamiento del bucle de control Kanban debe ser observado continuamente. Esto debido a que se puede dar el caso que las variables utilizadas para calcularlo cambien por diferentes situaciones de la empresa.

Por lo que si se detecta algún cambio en el número de tarjetas durante una re-planificación periódica del bucle de control, el Kanban debe ser introducido o eliminado del bucle de control de una forma definida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APICS (2018) *Principles and Practices of Material Requirements Planning*. Consulta: 03 de mayo de 2018. Recuperado de: <http://www.apics.org/credentials-education/education-programs/principles-workshops/mrp>

BLACK, J. Temple. (2003) *Lean Manufacturing Systems and Cell Design*. Michigan: Society of Manufacturing Engineers.

CARRO, Roberto (2014) *Administración de Operaciones*. Buenos Aires: Nueva Librería.

CHASE, R. B. (2009) *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros*. México: McGraw-Hill.

DIARIO FORTUNA (2018) *Sigue Cayendo la Industria Textil*. Recuperado de: <https://fortuna.perfil.com/2018-04-17-194799-sigue-cayendo-la-industria-textil/>

DIARIO GESTIÓN (2018) *ADEX: Estos factores afectaron a las exportaciones del sector textil en los últimos años*. Recuperado de: <https://gestion.pe/economia/adex-factores-afectaron-exportaciones-sector-textil-ultimos-anos-233896>

DIARIO SEMANA (2017) *El Drama Textil*. Recuperado de: <https://www.semana.com/economia/articulo/cierre-temporal-de-fabricato/537670>

- DOMÍNGUEZ, José (1995) *DIRECCIÓN DE OPERACIONES: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Primera Edición. España: McGraw-Hill / Interamericana de España.
- HEIZER, J., & RENDER, B. (1997) *Dirección de producción: Decisiones tácticas*. Cuarta Edición Madrid: Prentice-Hall.
- HIRANO, Hiroyuki (199) *Manual para la implementación del JIT*. Primera Edición. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción S.A.
- GONZALEZ, M. (2017) *Sistemas Lean/ Sistema de Producción Toyota*. Separata de clase de Sistemas integrados de producción.
- GRADOS, A. (2004) *Modelo DBR en procesos productivos – Aplicando la teoría de restricciones*. Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.
- GRADY, Peter (1992) *JUST-IN-TIME: Una estrategia fundamental para los jefes de producción*. Primera Edición. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana.
- GREENE, James (1987) *Production and Inventory Control Handbook*. Segunda Edición. New York: McGraw- Hill.
- IPALMARES (2017) *Un espacio para el taller de carpintería*. Recuperado de: <http://infopalmares.com/espacio-taller-carpinteria/>
- KRAJEWSKI, LEE J. (2008) *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*. Octava Edición (México), 2008.
- KEWALKUMAR, V. (2011) *Toyota Production System*. Report Presented to the Faculty of the Graduate School of the University of Texas at Austin in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Engineering the University of Texas at Austin.
- KRONES. (2018) *Autenticidad, sabiduría, sostenibilidad y hospitalidad personifican los valores de los monjes trapenses en el monasterio Koningshoeven, cerca de la ciudad holandesa de Tilburg*. Recuperado de: <https://www.krones.com/es/productos/referencias/cerveceria-monasterio-de-koningshoeven-linea-de-llenado.php>

- LOGISTICS WORLD (2010) *Toyota Production System*. Consulta 10 de mayo 2018. Recuperado de: <https://txemainlogisticsworld.wordpress.com/2010/05/06/toyota-production-system-tps/>
- MALDONADO, G. (2008) *Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en Sistemas de Producción y Calidad*. Monografía presentada al Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de La universidad Autónoma del Estado De Hidalgo para obtener el título de Ingeniero Industrial.
- MARRIS CONSULTING (2000) *The Theory of Constraints: to accelerate your Lean program and generate growth* Recuperado de: <https://www.marris-consulting.com/en/points-of-view/using-theory-of-constraints-to-boost-lean-programs>
- MINTZBERG, H. (1991) *Mintzberg y la organización*. Madrid: Díaz de Santos. Consulta: 08 de mayo del 2018
- MOHAMMAD, E., MOHAMMAD, A., & MORTEZA, K. (2009) *The Relationship between Lean and TPM. Theoretical Thesis, School of engineering. University of Borås*.
- MONDEN, Yasuhiro (1990) *El sistema de producción de Toyota*. Primera Edición. Buenos Aires: Ediciones Macchi.
- MORENO, DAVID (2014) *Implementación de un supermercado Kanban para nivelar la producción y consumo de componentes de automoción*. Proyecto de fin de carrera de la Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior.
- MORGAN, J., & LIKER, J. (2006) *The Toyota Product Development System*.
- MUÑOZ, William. (2006) *Perú: Tradición Textil y competitividad internacional*. Recuperado de: <https://www.ucss.edu.pe/images/fondo-editorial/publicaciones-descargables/peru-tradicion-textil-y-competitividad-internacional.pdf>
- RAJADELL, M., & SÁNCHEZ, J. (2010) *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Fernández Ciudad, S.L
- RENDER, Barry (2007) *Administración de la Producción*. Primera Edición. México: Pearson Educación.
- RIGGS, James (1999) *SISTEMAS DE PRODUCCIÓN: Planeación, análisis y control*. Tercera Edición. México: Limusa.

- RIVERA, Francisco; DURÁN, A. (2003) *Tipología de sistemas combinados MRP-JIT*. Paper presentado en el V Congreso de Ingeniería de Organización Valladolid Burgos.
- SCHROEDER, Roger (2005) *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES: Concepto y casos contemporáneos*. Primera Edición. México: McGraw-Hill / Interamericana.
- SILLINCE, J.A.A.; SYKES, G.M.H. (1993) “*Integrating MRP II and JIT: A Management rather than a Technical Challenge*”, *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 13, no. 4, pp. 18-31.
- SLIDESHARE (2013) *Manufacturing -management*. Recuperado de:
<https://www.slideshare.net/ishanparekh/group-layout-manufacturing-management>
- SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIAS (2018) *Industria Peruana en Cifras 2018*. Recuperado de: <http://www.sni.org.pe/industria-peruana-cifras/>
- SOLÉ, Antonio. (2012) *Hilatura del Algodón: Fibras textiles. Hilatura del algodón. Parámetros de los hilos*. (Consulta 08 de agosto 2018)
 Recuperado:<https://asolengin.files.wordpress.com/2013/12/hilatura-de-fibras-cortas.pdf>).
- SUZUKI (2015) *Suzuki Motor de Colombia invirtiendo en innovación y tecnología*. Recuperado de:
<https://www.suzuki.com.co/noticias/suzuki-motor-de-colombia-invirtiendo-en-innovacion-y-tecnologia-17202>
- TAYLOR, Frederick (1965) *Principios de administración científica*. Cuarta Edición. México: Herrero hermanos.
- UNIVERSITY OF CAMBRIDGE (2014) *Dial B para Boeing*. Recuperado de:
<https://www.cam.ac.uk/research/features/dial-b-for-boeing>
- WHEELWRIGHT, S.C. (1984) “*Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link*”. *Strategic Management Journal*.
- WOMACK, J., & JONES, D. (2005) *Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. Barcelona: Gestión 2000.

ANEXOS

ANEXO A OPERACIONES Y MAQUINARIA DEL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADO

Tabla A1: Operaciones y maquinaria del área de tintorería y acabado

Máquina	Descripción Operación	Máquina	Descripción Operación	Máquina	Descripción Operación	
Gaseadora	Desencolado	Cepilladora	Cepillado Cara	Foulard	Aprestado	
	Chamusc/Desencolado		Cepillado Revés		Impregnado	
	Impreg. Oxalico	Jigger	Impregnado		Teñido Frio	
	Chamuscado		Desmontado		Teñido Thermosol	
	Chamus. Oxalico		Lavado		Teñido/Impregnado/Secado	
	Lavado varsol		Reducción/Oxidación		Teñido Termofijado	
	Escobillado		Jabonado		Teñido Thermosol Catiónico	
Blanqueadora	Blanq. Químico		Lavado Reductivo		Teñido Thermosol Tina	
	Lavado Blanqueo		Lavado Oxálico		Impregnado Tina	
	Lavado Desencolado		Teñido Ebullición		Mercerizadora	Caustificado
	Lavado Semiblanco		Blanqueo y Lavado			Lavado
Lavado Desencolado	Descrudado		Mercerizado			
Lavado Teñido	Fijación/Oxidación	Lavado Impregnado				
Lavado Semiblanco	Desarrollo	Desencolado				
Lavadora II	Lavado Estampado	Thermosol	Polymerizado	Jabonado		
	Jabonado		Termofijado	Sanforizado	Sanforizado	
	Lavado Reductivo		Curado Thermex		Pre-Humectado	
	Fijación-Oxidación		Impregnado Tina		Palmer/Sanforizado	
					Perchadora	Pase Cara
			Pase Revés			
Máquina	Descripción Operación	Máquina	Descripción Operación			
Rama Monforts	Aprestado	Rama Babcock	Aprestado			
	Replanchado		Impregnado			
	Polymerizado		Replanchado			
	Secado		Polymerizado			
	Anchado		Secado			
	Secado/Neutralizado		Anchado			
	Impregnado Húmedo		Secado/Neutralizado			
	Impregnado Suavizado		Impregnado Húmedo			
	Impregnado Dicofix		Impregnado Suavizado			
	Impregnado Tinofix		Impregnado Dicofix			
	Termofijado		Impregnado Tinofix			
	Impregnado c/Fijador		Termofijado			
	Impregnado Hostalu		Impregnado c/Fijador			
	Curado		Impregnado Hostalu			
Calandra	Calandrado		Curado			

ANEXO B MATRIZ DEL ÁREA DEL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADO

Tabla B1: Matriz del área del área de tintorería y acabado

TIPO_RUTA	ÁREA	DESCRIPCIÓN_MÁQUINA	PROCESO	PROGRESO A REGISTRAR (BLT)	COMENTARIOS
A: Acabado	PCP	Enroli/ Doblada	Doblado/Enroli	POR DESPACHAR DOBLANDO	A lvisualizar terminado el proceso de doblado se pone POR DESPACHAR.
		Revisadora	Rev. Tela Acab.	POR DOBLAR REVISANDO	A lvisualizar terminado el proceso de revisión se pone POR DOBLAR.
	TINTORERÍA	Sanforizadora	Sanforizado	POR REVISAR	A lvisualizar terminado el proceso de sanforizado se pone POR REVISAR.
		Rama Montforts	Impreg. Suaviz.	POR SANFORIZAR	A lvisualizar terminado el proceso impregnado se pone Por Sanforizar
		Rama Montforts	Anchado	EN ACABADO	Se considera en acabado desde que en Tipo_Ruta se muestra la letra A.
		Perchadora	Pase Cama		
		Perchadora	Pase Reves		
		Perchadora	Pase Cama		
		Perchadora	Pase Reves		
Rama Beboock	Impreg. Suaviz.				
PCP: Las telas preparadas, destinas a blanco y ya tejidas se revisan, y cuando ya estén probadas por calidad, se procede con su acabado.					
Tipo 2 S: Semi Proceso	TINTORERÍA	Rama Beboock	Secado 2	TEÑIDO	Se considera teñido cuando ha pasado por la máquina Fouland K 1200. Tiene renuencia que si se registra más de un teñido y sigue siendo el mismo lote es probable que se haya procesado.
Lanadora		Reduccion/jeb			
Rama Montforts		Refrmosolead			
Fouland K 1200		Teñi.The r.1.Pas			
Tipo 1 S: Semi Proceso	TINTORERÍA	Rama Beboock	Secado 2	ESTAMPADO	Los procesos posteriores, van en dependencia del tipo de estampado. Se considera estampado cuando la tela ya se registre en el dato excel. Verificar que haya pasado por la máquina de Estampado.
		Lanadora	la v. Estam.2		
		Lanadora	la v. Estam.1		
	ESTAMPADO	Vaporiza. Estam	Fija Col. Reac.		
		Estamp. 46 col	Est. Reactivo		
PCP: las telas que sean destinadas a teñido se realiza una revisión cuando la tela ya se encuentre preparada, si la tela está probada se procede a teñir.					
P: Preparado	TINTORERÍA	Rama Beboock	Secado 1	PREPARADO	Se considera preparado cuando ha terminado con los procesos de mercurizado y secado
		Mercuriz/Secad	Mercuriz/colie nt	EN PREPARACIÓN	Se considera en preparación desde que el lote pedido se encuentra ubicado en el programa Data Excel.
		Lanadora	la v. Desencol.		
		Gasador/Desencho	Chemusol/Desenc.		

ANEXO C OPERACIONES DEL PROCESO DE HILADO

El proceso de hilado se caracteriza por estar compuesto de 7 operaciones, cada una de las cuales se describen a continuación:

1. Operación de apertura

Se abre los fardos de algodón para separar la fibra y poder limpiarla. Se extrae la tierra, hojas, ramas, piedras y cualquier otro desperdicio con la finalidad de obtener fibras de algodón puro para alimentar las cardas.

2. Operación de cardado

En este proceso se paraleliza la fibra, se hace una limpieza más fina, se retira la fibra corta (menos de 5 mm), se eliminan los Neps (bolitas de fibra inmadura). De la operación de cardado se logra obtener cintas de algodón.

3. Operación de Manuares

Las cintas de algodón pasan por los manuares, donde se estiran y se reúnen con otras cintas para asegurar la uniformidad del material. A través de la operación del manual se logra reunir ocho cintas en una sola. En esta operación que se puede mezclar el algodón con otras materias primas como el polyester (Pima 65 % / 35 % y Tangüis 50 % / 50 %) y el spandex.

4. Operación de Mechera

La cinta (agrupación de o cintas) pasa por la máquina mechera donde se la estira nuevamente y se la da torsión. La mecha se acumula en mazos.

5. Operación de Continuas

El mazo con mecha se carga en las máquinas continuas, al pasar entre unos rodillos logrando que se estiren nuevamente y se tuerzan formando el hilado en las canillas. En esta operación se da origen al hilado.

6. Operación de Coneras

En esta operación se recibe el hilado en canillas para ser purgado mediante unos dispositivos ópticos comandados por una computadora. Este proceso de purgado permite eliminar el hilado fuera de norma (partes gruesas o delgadas, así como otras imperfecciones). Aquí se forma el cono con el producto terminado. Puede ser utilizado como materia prima para el tejido plano o de punto, y también puede ser

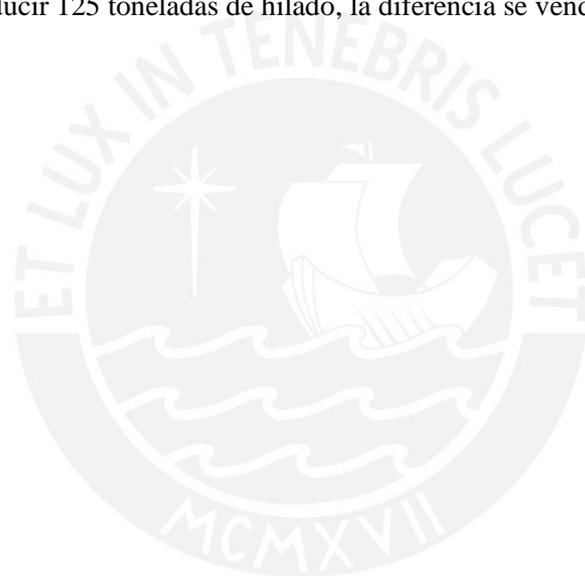
enviado a la tintorería para ser teñido, en cuyo caso se utilizan bobinas de plástico en vez de conos de cartón.

7. Operación de Peinado

La operación de peinado se caracteriza por ser un tipo de hilado más fino que pasa del cardado (3) a un proceso adicional de peinado. En esta etapa se extrae una cantidad adicional de fibra corta (aprox. 16 %). Las cintas de algodón peinado regresan a manuales y continúan con todo el proceso. Permite hacer hilado muy fino de hasta título 132.

Datos importantes

- El algodón Pima Peruano tiene una longitud promedio de 38 mm.
- El área de hilandería de la empresa en estudio consume 170 toneladas mensuales de algodón en fibra para producir 125 toneladas de hilado, la diferencia se vende como subproductos.



ANEXO D OPERACIONES DEL PROCESO DE TEJIDO

El proceso de tejido se caracteriza por estar compuesto de 4 operaciones, cada una de las cuales se describen a continuación:

1. Urdido

Se prepara los conos de hilado en las filetas, y se forma un rollo en el cono de la urdidora. De esta forma se asegura que los hilos estén en paralelos y tengan la longitud adecuada para el tejido que se espere obtener. Del cono se pasa el hilado al rollo de urdimbre o plegador (cada plegador permite tejer de 2,000 a 4,000 metros de tela dependiendo del artículo).

2. Engomado

Consiste en aplicar una película de goma que proteja al hilado para permitir que sea tejido. El hilado de algodón es muy sensible y se rompería en el proceso sin esta protección. Creditex utiliza celulosa, también se puede utilizar almidones. Se avanza a 50 metros por minuto en promedio.

3. Pasado y anudado

Los hilos del plegador son pasados a través de unas mallas o lizos de metal sujetadas en marcos.

4. Tejido

Se monta el plegador y los marcos en el telar. La tela se forma con la urdimbre y la trama, la que es insertada mediante pinzas, proyectiles o chorros de aire.

ANEXO E OPERACIONES DEL PROCESO DE TINTORERÍA Y ACABO

El proceso de tejido se caracteriza por estar compuesto de 9 operaciones, cada una de las cuales se describen a continuación:

1. Gaseadora

La tela cruda es tratada con llamas de gas para quemar las pelusas superficiales. Luego se somete a un baño de desencolado. Cada rollo de tela permanece rotando de 2 a 4 horas hasta que el baño al que ha sido sometida la tela cumple su función.

2. Blanqueadora

Se blanquea la tela con soda cáustica, agua oxigenada y otros productos químicos. Reposa en rollos gigantes por 24 horas.

3. Lavadora

Se lava la tela con detergentes industriales para eliminar residuos de blanqueo o colorantes según sea el caso.

4. Mercerizadora

Se somete a la tela a un baño con soda cáustica concentrada que hincha la fibra de algodón permitiendo que la sección transversal de la fibra adquiera una sección circular que le dará al tejido una mejor absorción de colorantes y una mejor reflexión a la luz.

5. Rama

Permite secar la tela y darle algunos acabados solicitados por el cliente, como por ejemplo adicionar productos repelentes de la suciedad, blanqueadores ópticos, suavizantes o termo fijado.

6. Lijadora

Se somete a la tela a una abrasión para darle un acabado tipo piel de durazno.

7. Sanforizadora

Durante todo el proceso la tela ha sido sometida a estirajes, que harían que durante el uso final la tela tuviera un encogimiento muy grande. El sanforizado consiste en pre-encoger la tela con un procedimiento mecánico dentro de rangos aceptados por el cliente.

8. Perchadora

Mediante cilindros con agujas muy finas otorga un acabado afranelado a la tela

9. Calandra

Le da brillo a la tela mediante presión con cilindros.

ANEXO F CODIFICACIÓN PARA IDENTIFICACIÓN DE TELAS

El código del artículo está compuesto por ocho dígitos los dos primeros corresponden al material de la trama, los dos siguientes corresponden al material de la urdimbre y los demás son números correlativos.

CODIFICACIÓN DEL ARTICULO	
ARTICULO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
XX XXXXXX	Material de la trama
10	Giza Egipcio
20	Cerro
22	Cerro (65%)/ Polyester (35%)
30	Boliviano
38	Boliviano Open End
40	Hibrido
41	Hibrido Orgánico / Ecológico
50	Upland
53	Upland - Lycra
58	Upland Open End
60	Tanguis
61	Tanguis Orgánico / Ecológico
62	Tanguis (50%) / Polyester (50%)
63	Tanguis - Lycra
64	Tanguis (65%) / Polyester (35%)
68	Tanguis Open End
70	Pima
71	Pima Ecológico
72	Pima (65%) / Polyester (35%)
73	Pima - Lycra
74	Pima - Lyocell
75	Pima - Lyocell - Lycra
78	Pima Open End
01	Nylon
02	Polyester
03	Lycra
04	Lyocell
05	Viscosa
06	Modal
07	Modal - Lyocell
99	Otros / Pruebas
XX XXXXXX	Material de la Urdimbre
10	Giza Egipcio
20	Cerro
22	Cerro (65%)/ Polyester (35%)
30	Boliviano
38	Boliviano Open End
40	Hibrido
41	Hibrido Orgánico / Ecológico
50	Upland
53	Upland - Lycra
58	Upland Open End
60	Tanguis

61	Tanguis Orgánico / Ecológico
62	Tanguis (50%) / Polyester (50%)
63	Tanguis - Lycra
64	Tanguis (65%) / Polyester (35%)
68	Tanguis Open End
70	Pima
71	Pima Ecológico
72	Pima (65%) / Polyester (35%)
73	Pima - Lycra
74	Pima - Lyocell
75	Pima - Lyocell - Lycra
78	Pima Open End
01	Nylon
02	Polyester
03	Lycra
04	Lyocell
05	Viscosa
06	Modal
07	Modal - Lyocell
99	Otros / Pruebas

El código de diseño está compuesto de 6 dígitos, el primer dígito corresponde al tipo de tela, los dos siguientes corresponden al año y los demás son números correlativos.

DISEÑO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
<u>X</u> XXXXXX	Tipo diseño tela
2	Estampado
3	Hilo color
4	Hilo color / estampado
5	Estampado doble cara
6	Hilo color
XX <u>X</u> XXXX	Año
XXX <u>XXX</u>	Correlativo

El código de color está compuesto de 6 dígitos, el primer dígito corresponde al material, el siguiente corresponde al colorante, el tercer dígito describe la luminosidad del teñido y los demás son números correlativos.

COLOR	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
<u>X</u> XXXXXX	Material (algodón)
0,4	Tela
1,5,7	Hilado
2	Tejido punto
3	Prenda
	Material (lana)
F	Fibra

P	Top
M	Madeja
H	Hilado
T	Tela (pieza)
G	Prenda
K	Tejido punto
XXXXXX	Colorante
A	Ácidos
Z	Azoicos
C	Básicos (catiónicos)
L	Desarrollo
D	Directos
S	Dispersos
F	Fluorescentes
K	Comestibles
G	Ingrain
T	Cromatables
N	Naturales
X	Oxidantes
P	Pigmento
R	Reactivos
J	Agentes reductores
I	Solventes
U	Sulfuros (azufre)
V	Tinas (Indhantren)
B	Blanco
M	Metalizados
E	Específicos
Q	Reactivo/disperso
Y	Indhantren/disperso
W	Azufre/disperso
O	Otros
H	Dispersos/específicos
XXXXXX	Luminosidad (matiz)
1	Blanco
2	Claros
3	Medios
4	Oscuros
5	Especiales
6	Negro
XXXXXX	Correlativo

ANEXO G PRINCIPIOS ORGANIZACIONALES

En el presente anexo se describirá los principios organizacionales que rigen a la empresa en estudio.

Política de Calidad

La empresa en cuestión tiene una política de calidad que se basa en interpretar las necesidades y requerimientos de sus clientes, estableciendo especificaciones y parámetros de procesos que permitan proveerlos de productos que satisfagan e incluso excedan sus expectativas. Esto se logra gracias a un personal altamente calificado, al uso de materia prima y accesorios selectos, a la innovación de productos y procesos, al empleo de tecnología de punta, que permiten adaptarse rápidamente a las nuevas necesidades del mercado, respetando el medio ambiente y siendo socialmente responsables.

Filosofía y cultura empresarial

La empresa en estudio tiene arraigado en su interior una filosofía y cultura empresarial basada en tres principios, expuestos a continuación:

- **Valorar** la identificación del personal con la empresa, esto a través del comportamiento ético y responsable.
- **Practicar** una cultura de orden, disciplina, puntualidad y limpieza.
- **Promover** una actitud de cambio e innovación, a través de orientar el accionar a las necesidades del mercado, manteniendo una organización ágil, flexible y de permanente optimización tecnológica.

Responsabilidad Social

La empresa en estudio es consciente de la importancia del compromiso con la sociedad. Este compromiso ha llevado a efectuar un análisis interno de sus procesos a fin de alinear sus políticas de respeto a las personas, la sociedad y el entorno jurídico normativo. El código de conducta de la empresa cuenta con el Certificado de Gestión Empresarial por la Worldwide Responsible Accredited Production (WRAP), organización internacional independiente sin fines de lucro, dedicada a la certificación de las condiciones de trabajo legales, humanas y éticas en el mundo. Además de su Sistema de Gestión de la Calidad (ISO 9001:2008) cuenta con la certificación Business Alliance for Secure Commerce (BASC), la alianza empresarial internacional que promueve el comercio seguro en cooperación con gobiernos y organismos internacionales cuya misión es facilitar y agilizar el comercio internacional mediante el establecimiento y administración de estándares y procedimientos globales de seguridad aplicados a la cadena logística del comercio internacional.

Gestión Ambiental

La empresa trata a los residuos sólidos bajo los estándares permitidos por las entidades gubernamentales, los cuales cumplen con las exigencias de la normativa nacional en aspectos ambientales. Para el tratamiento de sus efluentes ha dado un paso adicional en la recuperación y reciclado de productos químicos, y la recuperación de agua de los efluentes, con su planta de recuperación de Soda, lo cual genera un menor impacto ambiental. Para la generación de vapor y procesos de combustión consume gas natural, genera así mínimas emisiones de carbono, lo que contribuye al menor impacto ambiental. Asimismo, cabe destacar que sus procesos productivos implementan e incorporan el uso de tecnologías limpias

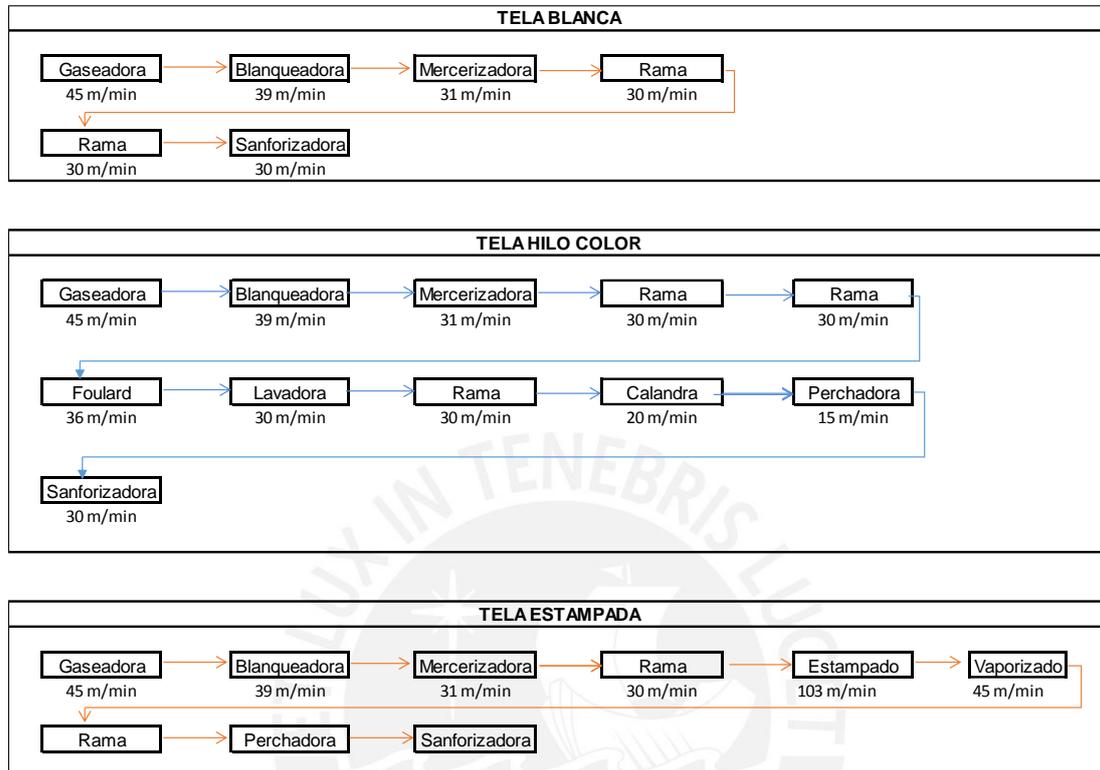


ANEXO H DAP DEL PROCESO DE TINTORERÍA Y ACABADO

DIAGRAMA ANALITICO DE PROCESO									
PROCESO: _____						<input type="checkbox"/> Operación: _____			
METODO:		<input checked="" type="checkbox"/> Actual		<input type="checkbox"/> Propuesto		<input type="checkbox"/> Material: _____		<input type="checkbox"/> Hombre: _____	
DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Distancia en metros	Tiempo en minutos	OBSERVACIONES	
Juntar Rollos	●	→	□	D	▽				
Hacia almacén de tela cruda	○	→	□	D	▽				
Coger rollo de tela	●	→	□	D	▽				
Hacia revisadora	○	→	□	D	▽				
Revisar Tela	○	→	■	D	▽				
Hacia área de armado de lote	○	→	□	D	▽				
Armar lote	●	→	□	D	▽				
Hacia cola de preparado	○	→	□	D	▽			HR de preparado	
Gaseado de Tela	●	→	□	D	▽				
Hacia zona de reposo	○	→	□	D	▽				
Zona de reposo	○		□	●	▽				
Hacia cola de Blanqueo	○	→	□	D	▽				
Blanqueo de Tela	●	→	□	D	▽				
Hacia zona de reposo	○	→	□	D	▽				
Zona de reposo	●	→	□	D	▽			Activar Win In a Configuraci	
Hacia cola de lavado	○	→	□	D	▽				
Cola de Lavado	○	→	□	●	▽				
Lavado de Tela	●	→	□	D	▽				
Hacia área de mercerizado	○	→	□	D	▽				
Mercerizado de Tela	●	→	□	D	▽				
Hacia cola de secado	○	→	□	D	▽				
Zona de secado	○	→	□	●	▽				
Secado de Tela	●	→	□	D	▽				
Hacia zona de revisado	●	→	□	D	▽				
Zona de revisado	○	→	□	D	▽				

Revisado de tela	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Retiro de muestra	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Envío de muestra	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Espera de decisión de reproceso	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Emisión de receta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hacia cola de teñido	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Teñido de Tela	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hacia zona de revisado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Zona de revisado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Espera de aprobación de color y tela	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Revisado de tela teñida por acabar	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hacia cola de perchado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Perchado	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hacia cola de calandra	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Cola de Calandra	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Calandrado de Tela	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hacia cepilladora	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Cepillado de Tela	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hacia zona de revisado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Zona de Revisado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hacia revisadora	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Revisado de tela acabada	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hacia área de tela por doblar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Área de tela por doblar	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Doblado de tela	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hacia zona de empaquetado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Empaquetado	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hacia almacén de tela	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Almacenaje de tela	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESUMEN	Cantidad	19	20	4	9	1	Diagramado por: _____		
	Tiempo						Fecha: ___/___/___	Hoja: ___ de: ___ hojas	

ANEXO I PROCESOS Y VELOCIDADES DE PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADOS.



ANEXO J ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.726053369
Coefficiente de determinación R ²	0.527153494
R ² ajustado	0.513246244
Error típico	54569.22572
Observaciones	36

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	1.12873E+11	1.12873E+11	37.90494	5.39551E-07
Residuos	34	1.01245E+11	2977800396		
Total	35	2.14119E+11			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>	
Intercepción	565043.96	18575.43	30.42	3.036E-26	5.273E+05	6.028E+05	5.273E+05	6.03E+05
Variable X 1	-5390.142	875.49	-6.16	5.396E-07	-7.169E+03	-3.611E+03	-7.169E+03	-3.61E+03

ANEXO K DEMANDA MENSUAL DE PRODUCCIÓN

MES(X)	DEMANDA(Y)
ene-15	579,703
feb-15	485,348
mar-15	575,749
abr-15	601,615
may-15	539,734
jun-15	516,593
jul-15	514,506
ago-15	562,501
sep-15	593,900
oct-15	624,832
nov-15	486,080
dic-15	451,229
ene-16	412,109
feb-16	442,155
mar-16	553,284
abr-16	450,365
may-16	495,540
jun-16	416,991
jul-16	440,152
ago-16	399,788
sep-16	414,131
oct-16	430,017
nov-16	434,296
dic-16	394,113
ene-17	337,290
feb-17	443,114
mar-17	498,391
abr-17	385,124
may-17	459,312
jun-17	427,932
jul-17	366,944
ago-17	505,450
sep-17	432,449
oct-17	348,096
nov-17	310,245
dic-17	422,671

ANEXO L ESTRATEGIA DE PERSECUCIÓN DE LA DEMANDA – PLAN AGREGADO

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
Demanda (m)	78,461	458,779	534,451	386,634	365,931	309,289	254,141	476,417	314,686	516,385	239,427	205,032	4,139,632
Producción Regular (m)	78,461	79,200	490,050	386,634	365,931	309,289	254,141	288,750	314,686	328,900	239,427	205,032	3,340,500
Producción por Horas extra (m)	0	26,400	44,550	0	0	0	0	96,250	0	114,400	0	0	281,600
Producción MO Contratada (m)	0	353,179	0	0	0	0	0	91,417	0	73,085	0	0	517,681
Cantidad Subcontratada (m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inventarios (m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Días productivos	26	24	27	23	26	26	23	25	26	26	24	23	299
Cantidad de MO (personas)	26	6	33	33	31	26	22	21	28	23	29	19	297
Cantidad de MO extra	0	2	3	0	0	0	0	7	0	8	0	0	20
Horas MO normal	208	48	264	264	248	208	176	168	224	184	232	152	2376
Horas MO extra	0	7.56	14	0	0	0	0	26.46	0	28.98	0	0	77
Horas MO improductivas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Contrataciones	0	27	0	0	0	0	0	7	0	6	0	0	40
Despidos	20	0	0	2	5	4	1		5		10	2	49
Costo MO (S./)	33,800	7,200	44,550	37,950	40,300	33,800	25,300	26,250	36,400	29,900	34,800	21,850	372,100
Costo MO Extra (S./)	0	2,880	4,860	0	0	0	0	10,500	0	12,480	0	0	30,720
Costo de contratos y despidos (S./)	39,000	36,450	0	3,900	9,750	7,800	1,950	9,450	9,750	8,100	19,500	3,900	149,550
Costo de inventarios (S./)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de subcontratar (S./)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
													S/. 552,370

ANEXO M ESTRATEGIA DE NIVELACIÓN – PLAN AGREGADO

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
Demanda (m)	78,461	458,779	534,451	386,634	365,931	309,289	254,141	476,417	314,686	516,385	239,427	205,032	4,139,632
Producción Regular (m)	346,500	346,500	346,500	346,500	346,500	346,500	346,500	346,500	346,500	346,500	346,500	346,500	4,158,000
Producción por Horas extra (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Producción MO Contratada (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Cantidad Subcontratada (m)	0	0	32,191	40,134	19,431	0	0	346	0	138,071	0	0	230,173
Inventarios (m)	268,039	155,760	0	0	0	37,211	129,570	0	31,814	0	107,073	248,541	978,009
Días productivos	26	24	27	23	26	26	23	25	26	26	24	23	299
Cantidad de MO (personas)	26	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	257
Cantidad de MO extra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas MO normal	208	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	2056
Horas MO extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horas MO improductivas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Contrataciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Despidos	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Costo MO (S/.)	33,800	25,200	28,350	24,150	27,300	27,300	24,150	26,250	27,300	27,300	25,200	24,150	320,450
Costo MO Extra (S/.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de contratos y despidos (S/.)	9,750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,750
Costo de inventarios (S/.)	42,350	24,610	0	0	0	5,879	20,472	0	5,027	0	16,918	39,270	154,525
Costo de subcontratar (S/.)	0	0	95,285	118,796	57,515	0	0	1,025	0	408,691	0	0	681,313
													S/. 1,166,038

ANEXO 14 CÁLCULO DEL KANBAN –SUBPROCESO TEÑIDO

PARÁMETROS

Cálculo del Takt Time

Producción por mes	732,573	(metros)
Días de trabajo	20	(días)
Horas por Turno	7.25	(horas)
T. prod. disponible	1,566,000	(seg)

Takt Time = 2.14 seg/metro

Necesidad de un cliente	50,895	(metros/día)
-------------------------	--------	--------------

Tiempo por paradas imprevistas (hr/mes)	8	(horas)
---	---	---------

WA: Máxima cantidad posible de metros solicitados por el cliente dentro del periodo de reposición (Rt _{bucle})	
WA = Necesidad del cliente X Rt _{bucle}	45,589 (metros)

NMK (metros): Número de metros por tarjeta KANBAN	3,500	múltiplos de 100
POT (Período de Tiempo): Tiempo Planificado de Producción por día	78,300	(seg/día)
TTsnr (Tiempo/metro): Tiempo de ciclo del cliente	3,728	(seg/metros)
PR (Metros/Período): Necesidad de metros	21,003	(metros/día)

Cantidad de metros en un lote	3,500	(metros)
LS: Tamaño de lote (Número de tarjetas KANBAN para iniciar MF)	1	(unidad)

SA1: Factor de seguridad por problemas de producción	
SA1 = [(WAext-WA)/NMK]	3
WAext = (Necesidad del cliente/24h) X (Rt _{bucle})	32,636 (metros)

SA2: Factor de seguridad por variaciones no conocidas en el cliente (Ejemplo: Pedidos extras no previstos)	
SA2=(WA / NMK) *Desviación %100	0.65127231

Rt _{bucle} = Rt1+Rt2+Rt3+Rt4+Rt5+Rt6	
Rt1	Tiempo entre que la caja está con todas las tarjetas en el SM y se lleva al FIFO
Rt2	Tiempo de espera en el FIFO de producción
Rt3	Tiempo de preparación de material
Rt4	Tiempo de producción y prueba para una tarjeta KANBAN
Rt5	Tiempo de Transporte hasta el SM

TEÑIDO	
Rt1	40
Rt2	249.39
Rt3	24
Rt4	120
Rt5	10
Rt _{bucle}	443 (min)
	7.4 (horas)

	KANBAN	Cantidad	
RE = (Rt _{bucle} x PR) / (POT x NPK)	3	10,500	RE: Tiempo de reposición necesario para completar 1 tarjeta KANBAN de pedido de cliente
LO = (LS / NPK)	0	0	LO: Tamaño del lote
WI = (WA / NPK) - RE - LO	11	38,500	WI: Desviaciones de cliente conocidas
SA	SA1	3	10,500 SA1: Desviaciones por problemas de producción
	SA2	1	3,500 SA2: Desviaciones de clientes desconocidas
K=RE+LO+WI+SA	18	63,000	

ANEXO 15 CÁLCULO DEL KANBAN-SUBPROCESO PREPARADO

PARÁMETROS

Cálculo del Takt Time

Producción por mes	732,573	(metros)	Takt Time = 2.14 seg/metro
Días de trabajo	20	(días)	
Horas por Turno	7.25	(horas)	
T. prod.disponible	1,566,000	(seg)	

Necesidad de un cliente	61,074	(metros/día)
-------------------------	--------	--------------

Tiempo por paradas imprevistas (hr/mes)	4	(horas)
---	---	---------

WA: Máxima cantidad posible de metros solicitados por el cliente dentro del periodo de reposición (Rt _{bucle})	
WA = Necesidad del cliente X Rt _{bucle}	63,869 (metros)

NMK (metros): Número de metros por tarjeta KANBAN	4,500	múltiplos de 100
POT (Período de Tiempo): Tiempo Planificado de Producción por día	78,300	(seg/día)
TTsnr (Tiempo/metro): Tiempo de ciclo del cliente	3,568	(seg/metros)
PR (Metros/Período): Necesidad de metros	21,945	(metros/día)

Cantidad de metros en un lote	4,500	(metros)
LS: Tamaño de lote (Número de tarjetas KANBAN para iniciar MF)	1	(unidad)

SA1: Factor de seguridad por problemas de producción	
SA1 = [(WAext-WA)/NMK]	7
WAext = (Necesidad del cliente/24h) X (Rt _{bucle})	32,134 (metros)

SA2: Factor de seguridad por variaciones no conocidas en el cliente (Ejemplo: Pedidos extras no previstos)	
SA2=(WA / NMK) * Desviación %100	0.70965197

Rt _{bucle} = Rt1+Rt2+Rt3+Rt4+Rt5+Rt6	
Rt1	Tiempo entre que la caja está con todas las tarjetas en el SM y se lleva al FIFO
Rt2	Tiempo de espera en el FIFO de producción
Rt3	Tiempo de preparación de material
Rt4	Tiempo de producción y prueba para una tarjeta KANBAN
Rt5	Tiempo de Transporte hasta el SM

TEÑIDO	
Rt1	45
Rt2	320.65
Rt3	24
Rt4	120
Rt5	8
Rt _{bucle}	518 (min)
	8.6 (horas)

	KANBAN	Cantidad	
RE = (Rt _{bucle} x PR) / (POT x NPK)	2	9,000	RE: Tiempo de reposición necesario para completar 1 tarjeta KANBAN de pedido de cliente
LO = (LS / NPK)	0	0	LO: Tamaño del lote
WI = (WA / NPK) - RE - LO	13	58,500	WI: Desviaciones de cliente conocidas
SA	SA1	7	31,500 SA1: Desviaciones por problemas de producción
	SA2	1	4,500 SA2: Desviaciones de clientes desconocidas
K=RE+LO+WI+SA	23	103,500	