

Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Ingeniería Industrial



Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Ingeniería Industrial

Aplicación de principios de manufactura esbelta para la planeación de la producción de tabacos torcidos en la UEB Castillo de Jagua

Autora: Ing. Daisy María López Calaña

Tutor: Dr.C Michael Feitó Cespón

Cienfuegos, Cuba
2017

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Declaro ser la única autora de esta tesis, realizando como parte de la culminación de los estudios para la obtención del grado científico de máster en Ingeniería Industrial, por lo cual autorizo a la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” a hacer uso del mismo con la finalidad que estime pertinente

Ing. Daisy María López Calaña

Dedicatoria y Agradecimientos

Le dedico este logro a mis padres, en especial
a mi madre por su preocupación ante mis estudios
A mi hermano, a quien quiero con la vida y a mi tío, que hoy sé
que me mira con una sonrisa.

Le agradezco especialmente a mi tutor Michel, por sus enseñanzas, apoyo y disposición,
gracias por hacer que todo parezca más sencillo. Estaré eternamente agradecida.

Muchas gracias a ti, amor de mi vida, por comprender mis enojos y aún seguir a mi lado,
regalándome buenos momentos.

A esa parte de mi familia que me tuvo paciencia y que se preocupó por cómo iba todo con
la tesis.

A Ali, por su preocupación y apoyo, principalmente esto últimos días que fueron los
más difíciles, gracias de corazón.

Muchísimas gracias a Ilde, Dania, Manu y Geysa por ser compañeros ejemplares, porque
después de tanto esfuerzo lo lográbamos y sí, pasamos momentos de aprieto, pero también
nos reímos un montón.

Gracias a Soler, por su aparición oportuna, su preocupación por todos. En verdad me
sorprendió, resultó ser una excelente persona.

A todas la personas de la Empresa que nos apoyaron, nos dieron fuerzas para seguir,
especialmente al departamento de recursos humanos, que siempre estuvieron al tanto y
Odalys que se sumó en la recta final.

A las personas de la fábrica del Castillo por ser serviciales, a Martica en especial.

A los profes de la maestría por compartir sus conocimientos y grupo al en general por
los buenos momentos.

Muchas gracias a todos...

Resumen

RESUMEN

La presente investigación está encaminada al diseño de un método para planear la producción, acorde con los principios de manufactura esbelta, donde se garantice el máximo aprovechamiento de los recursos. Se utiliza como objeto de estudio a la UEB Castillo de Jagua, perteneciente a la Empresa de Acopio, Beneficio y Torcido de Tabaco Cienfuegos. Se provee de métodos y herramientas sustentadas en la filosofía lean que posibilita la toma de decisiones en los niveles tácticos y operativos de planeación de la producción.

En el trabajo se desarrolla un diagnóstico sostenido por técnicas de trabajo en grupo, análisis estadístico, así como el análisis de redes sociales. Se identifican de manera oportuna las causas que fundamentan la aplicación de una planeación jerárquica, que posibilite una organización de la producción superior. Como resultados principales se propone un modelo matemático para la planeación agregada que muestra resultados óptimos en la satisfacción de la demanda. Se provee de un montaje final nivelado en el taller de torcido, así como un método heurístico para la asignación de trabajo basado en indicadores de eficiencia, calidad y productividad. La aplicación de los resultados en la UEB mejora sus costos por la influencia que poseen en el cumplimiento de la disciplina tecnológica y reducción de los desperdicios generados por la administración de operaciones.

Palabras claves: Administración de operaciones, planeación jerárquica de la producción, manufactura esbelta.

Abstract

ABSTRACT

This investigation aims to the design of a method to plan the production, following the principles of lean manufacturing, where the maximum resource utilization efficiency is guaranteed. UEB Castillo de Jagua is used as study target, which belongs to Empresa de Acopio, Beneficio y Torcido de Tabaco Cienfuegos. Methods and tools based on lean philosophy are provided, allowing decision making in the tactical and operative levels of production planning.

A diagnosis sustained by workgroup techniques is presented in this work, as well as statistical analysis and social network analysis. The causes that justify a hierarchical planning, which allows an enhanced production organization, are identified opportunely. As main results, a mathematical model for aggregated planning is proposed; it evidences optimal results in demand fulfillment. A leveled production setting is provided for the twist workshop, as well as a heuristic method for the work assignment based on efficiency, quality and productivity indicators. The application of the results in the UEB improves its costs due to the influence they have on the fulfillment of the technological discipline and reduction of wastes generated by operation management.

Passwords: Operation management, hierarchic production planning, lean manufacturing.

Índice

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	7
1.1 Antecedentes que motivaron el desarrollo de la administración de operaciones ..	7
1.2 Administración de operaciones. Aspectos conceptuales	9
1.3 Estructura jerárquica de la planeación de la producción.....	11
1.4 La planeación agregada.....	12
1.4.1 Costos en la Planeación Agregada	15
1.4.2. Métodos de la Planeación Agregada.....	15
1.5 Programa maestro de producción y programación de los materiales	17
1.5.1 Programación de materiales	18
1.6 Sistemas de planeación de la producción	19
1.6.1 Sistemas clásicos.....	19
1.6.2 Sistemas modernos	21
1.7 Manufactura esbelta.....	21
1.7.1 Definición y objetivos	21
1.7.2 Principios de la manufactura esbelta.....	23
1.7.3 Herramientas de la manufactura esbelta.....	24
1.8 Industria tabacalera en el mundo	25
1.8.1 Industria tabacalera en Cuba	26
1.9 Conclusiones parciales	29
CAPITULO 2: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EABTT CIENFUEGOS.....	31
2.1 Caracterización de la EABTT de Cienfuegos	31
2.2.2 Caracterización del proceso tabaco torcido	32
2.1.1 Caracterización de la Unidad Empresarial de Base de Tabaco Torcido Castillo de Jagua	33
2.2.3 Problemas detectados en la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua	36
2.2.4 Selección de los expertos.....	42
2.2.5 Reducción de las causas a través del análisis de redes sociales	45
2.3 Caracterización del sistema de planeación de la producción en la Empresa Acopio, Beneficio y Torcido de Tabaco Cienfuegos.....	48
2.3.1 Planeación a largo plazo	48
2.3.2 Planeación anual.....	49

2.3.3 Plan maestro de producción	49
2.3.4 Asignación de trabajo	50
2.4 Principios de manufactura esbelta enfocados en la solución de los problemas.....	50
2.5 Conclusiones parciales	51
CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DE LA ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	54
3.1 Plan agregado de producción.....	54
3.1.1 Formulación del modelo para la planeación agregada de la producción en la UEB de Tabaco Torcido Castillo de Jagua	54
3.1.2 Determinación de los datos para la planeación agregada en la UEB de Tabaco Torcido Castillo de Jagua	57
3.1.3 Aplicación del modelo matemático para la planeación de la producción en la UEB de Tabaco Torcido Castillo de Jagua	63
3.2 Programa maestro de producción	66
3.2.1 Realización del programa maestro de producción nivelado en el taller de torcido	69
3.2.2 Programa de montaje final nivelado para el taller de torcido.....	70
3.3 Asignación de trabajo.....	71
3.3.1 Asignación de producción a los obreros del taller de torcido	72
3.3.2 Conclusiones parciales.....	77
CONCLUSIONES GENERALES	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	1

Introducción

INTRODUCCION

En el mundo empresarial es indispensable establecer procesos de mejora continua para tener una posición ventajosa en el mercado. Es importante para toda empresa el conocimiento de sus procesos, y las exigencias de sus principales clientes, por lo que se deben adoptar herramientas, técnicas de diseño y metodologías que permitan a las organizaciones configurar sus sistemas de gestión de la producción de manera que combinen eficacia y eficiencia, es decir, que sean capaces de fabricar lo que demanda el mercado.

La planeación y programación de la producción es una tarea muy común en todo tipo de empresas y sectores, especialmente en empresas del sector industrial. En algunas empresas se resuelven por separado ambos problemas (planeación y programación) y en muchos casos inadecuadamente. Esto se debe a la complejidad y variedad inherente a estos problemas que están vinculados a la filosofía y manera de trabajar de las distintas empresas (Meléndez y Ramírez, 2015).

La competitividad existente en el mercado destaca dos factores fundamentales para la permanencia en el mismo, estos son productividad y calidad. A lo largo de los años se han formulado numerosas técnicas y metodologías para mantener estos parámetros por sobre el promedio necesario, donde la filosofía de manufactura esbelta constituye una estrategia de producción, compuesta por varias herramientas administrativas (Jaramillo, 2015). El objetivo de la manufactura esbelta es desarrollar una filosofía de mejora continua que le permita a las compañías eliminar los desperdicios en todas sus áreas, reducir sus costos, mejorar los procesos, aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidades.

En el caso de las empresas cubanas se encuentran en un proceso de perfeccionamiento empresarial, esto crea un compromiso en la dirección enfocado a la máxima eficiencia. Para ello se trazan caminos y se optan por las mejores estrategias para la gestión de operaciones, que garanticen la satisfacción de la demanda en cantidad y calidad, haciendo uso de los recursos indispensables. En el mundo empresarial es importante establecer procesos de mejora continua para sobrevivir y luchar por la supremacía en el mercado, cuyo principal objetivo es ayudar a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto y a los procesos.

Introducción

El sector tabacalero no se encuentra exento de estas continuas transformaciones, destacando que uno de los principales productos que comercializa es el tabaco y que este constituye uno de los principales rubros de exportación del país. ¡El tabaco cubano sigue siendo el mejor y más famoso tabaco del mundo! Afirmación convertida en realidad con el paso de los años. Su exclusividad competitiva asegura demandas en ascenso a precios muy favorables, garantizando ingresos netos seguros.

La excelencia del tabaco cubano depende de la materia prima esencial para su fabricación, las hojas de tabaco que son producto de una labor delicada y minuciosa, que sólo ofrece resultados favorables si se acomete en suelos especiales y en áreas cuidadosamente laboradas por hombres muy apegados a ellas. Por este motivo es necesario ser riguroso en el proceso de la industria y aprovechar hasta el punto máximo el privilegio de poseer las mejores hojas de tabaco del mundo y convertirlas en los distinguidos habanos que se tuercen por artistas. Es por ello la importancia de dedicar estudios específicos que contribuyan a optimizar estos recursos en los diferentes niveles de la cadena productiva.

Dentro de las empresas que tienen confiada la misión de producir y comercializar de forma mayorista tabaco torcido a mano se encuentra la Empresa de Acopio, Beneficio y Torcido de Tabaco Cienfuegos (EABTT). El problema central de la investigación radica en la deficiente planeación de la producción. Esto se evidencia en una serie de hechos tales como:

- Llegada tardía de las materias primas y materiales necesarios para la elaboración del producto.
- Paradas en el flujo productivo por la carencia de los recursos, lo cual trae consigo tiempos muertos.
- Uso ineficiente de la capacidad productiva (recursos humanos) lo cual provoca cuellos de botellas.
- Incumplimiento de la disciplina tecnológica producto a los altos ritmos de trabajo.
- Altos índices de producto no conforme que influyen en la pérdida de recursos.

Todo lo anterior se traduce en la insatisfacción del cliente.

Los problemas anteriores traen consigo resultados perjudiciales para la organización, reflejados en los últimos años, estos se muestran a continuación:

Introducción

- En las diferentes etapas del proceso productivo se ha generado más del 5 % de la producción como defectuosa.
- En las inspecciones realizadas por el cliente Habanos S.A. el 5,9 % (6 315 175 unidades) de las producciones son certificadas como no conformes.
- Más del 60 % de los productos declarados no conformes por Habanos S.A. fueron por presencia de plaga y moho.
- Los índices de rechazos han ascendido en los últimos años lo cual influye en el incremento de los costos por reproceso.

La situación problemática anterior motiva la realización de la presente investigación encaminada a la disminución de estos indicadores los cuales representan desperdicios que no le agregan valor al producto final y no satisfacen al cliente. Por este motivo se plantea como problema:

¿Cómo aplicar principios de la manufactura esbelta en la planeación de la producción en la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua para garantizar el máximo aprovechamiento de los recursos?

Objetivo general:

Diseñar un método para planear la producción acorde con los principios de manufactura esbelta para garantizar el máximo aprovechamiento de los recursos.

Objetivos específicos:

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual de la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua
2. Aplicar los principios de manufactura esbelta para elaborar métodos para la planeación jerárquica de la producción.
3. Planear la producción en la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua en los niveles tácticos y operativos.

Luego de hacer una revisión y análisis de la literatura especializada y teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, así como la consulta de otras fuentes, se conduce a formular la **hipótesis de investigación** siguiente: Si se aplican los principios de la manufactura esbelta dentro de la estructura jerárquica de planeación de la producción de habanos en la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua se logrará una mejor organización de la producción que posibilite el máximo aprovechamiento de los recursos.

Introducción

Las variables independientes de la investigación están constituidas por los diferentes métodos para la planeación de la producción en sus niveles tácticos y operativos, y los principios de la manufactura esbelta que se utilizan para guiar estos métodos.

Planeación jerárquica de la producción: Constituye la planeación coherente de los diferentes niveles de toma de decisiones en la producción, esto es la planeación estratégica de las operaciones, la planeación agregada y la programación maestra en los niveles tácticos, con diferentes alcances temporales, y la asignación de trabajos y secuenciación de la producción en el nivel operativo.

Principios de la manufactura esbelta: Están conformados por reglas generales que permiten guiar la filosofía de gestión de la producción basadas en la herencia del Just in Time, generalmente se enfocan a la gestión sin desperdicios ni inventarios, la nivelación del trabajo y los sistemas de producción halados por el cliente, los autores consultados refieren diferentes principios aunque estos mencionados se encuentran en todas las bibliografías revisadas.

La variable dependiente está referida a la organización de la producción, entendida por la armonización de los elementos que intervienen en la transformación de los insumos en producción terminada con un valor agregado, están constituidos fundamentalmente por los objetos, los medios y la fuerza de trabajo.

Impactos de la investigación

Económico: Con la implementación de la estrategia de producción con un enfoque de manufactura esbelta se contribuye a disminuir o eliminar los desperdicios generados en el proceso que no agregan valor al producto y con ello minimizar los costos favoreciendo los indicadores de la empresa.

Productivo y tecnológico: la aplicación de los resultados de la investigación están enfocados al cumplimiento de la disciplina tecnológica para concebir productos con la calidad requerida, garantiza además un flujo productivo continuo, sin paradas ni retrasos favoreciendo el aumento de la productividad, entregando los productos en la fecha pactada así como al cumplimiento de los planes.

Impacto metodológico: El resultado puede ser tomado como una experiencia de cómo hacer las cosas un poco mejor contando con los recursos disponibles y haciendo un mejor uso de ellos.

Introducción

Para el logro del objetivo planteado se utilizan diversos métodos entre los que se incluyen observación directa, listas de chequeo, entrevistas, técnicas de trabajo en grupo.

La tesis presentada se estructura de la siguiente la forma:

Una introducción, donde se define la situación problemática que justifica la presente investigación, los objetivos, así como la hipótesis, además de los principales impactos.

Capítulo I: Marco teórico referencial de la investigación que sintetiza los antecedentes encontrados sobre el objeto de estudio, así como los principales conceptos y enfoques relacionados con el tema a tratar.

Capítulo II: Realizar un diagnóstico de la situación actual identificando las limitaciones en el proceso.

Capítulo III: Aplicar los principios de la manufactura esbelta para planear la producción en los diferentes niveles de decisión en la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua.

A continuación un grupo de Conclusiones y Recomendaciones, derivados de la investigación; la Bibliografía utilizada; así como varios anexos que complementan los análisis realizados en cada uno de los capítulos.

Capítulo 1

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

La administración de operaciones desde su surgimiento ha sido relacionada con el bienestar económico de las empresas. En su estudio ha sido identificada con otros términos como: administración industrial, administración de producción y gestión de operaciones. Significativas son las definiciones dadas por Schroeder (1992), Heizer y Render (1997), Negrin (2003), Krajewski y Malhotra (2008). Como generalidad la asocian a la toma de decisiones en la función de operaciones y en la estrecha relación que posee con la transformación de entradas en salidas.

La presente investigación se relaciona con el área de la administración de las operaciones, específicamente se aborda como está compuesta la estructura jerárquica de la producción y los diferentes sistemas de planeación de la producción. Es necesario comprender en qué se basa la Manufactura Esbelta, para la aplicación de algunos de sus principios que contribuyan a la mejora de la organización de la producción. Por esta razón se concibe el siguiente hilo conductor (Ver Figura 1.1) que muestra las relaciones temáticas que existen en el desarrollo el marco teórico referencial.

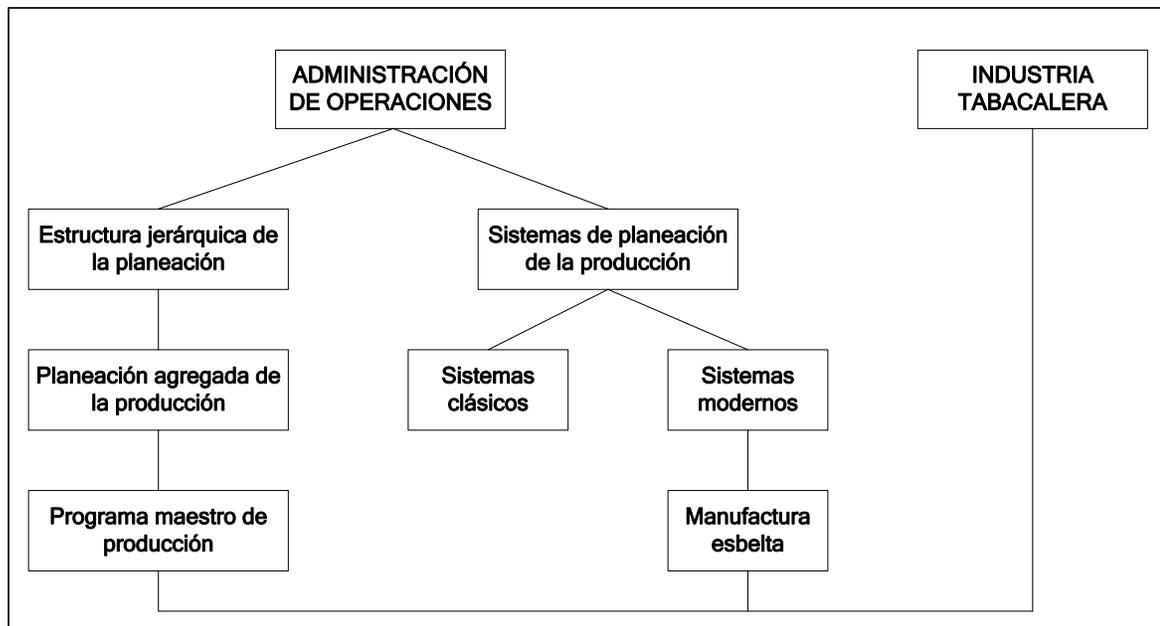


Figura 1.1 Hilo conductor de la revisión bibliográfica.

1.1 Antecedentes que motivaron el desarrollo de la administración de operaciones

La dirección de operaciones existe desde que se producen bienes y servicios. Se puede considerar que el origen de las operaciones está en las antiguas civilizaciones, pero

Capítulo 1

resulta más interesante analizar su desarrollo en los últimos 200 años. En este período, se ha producido un avance muy significativo en este campo.

En Schroeder (1992) se habla de siete áreas en las que se han producido importantes contribuciones en la dirección de operaciones: la división del trabajo, la estandarización de piezas, la Revolución Industrial, el estudio científico del trabajo, las relaciones humanas, los modelos de decisión y el uso de los ordenadores.

En las últimas décadas del siglo XX (desde finales de los años 70 y, principalmente, en la década de los 80), volvió a surgir un gran interés por la dirección de operaciones, tanto en las empresas como en las universidades. Durante los años 60 (e incluso 70) pocos directivos de empresas occidentales dieron la suficiente importancia al área productiva y a las decisiones que se toman en ella (Machuca et al., 1995b). En la mayor parte de las empresas occidentales no se mantenía un nivel de calidad suficiente, no existía una correcta planeación y programación de las operaciones, la producción se entregaba con retraso. Esto provocó, entre otras cosas, un aumento del personal de inspección y coordinación y un alto volumen de inventarios.

En esa época, las empresas japonesas supieron reconocer el papel fundamental que tenía la administración de operaciones en el cumplimiento de sus objetivos. Fue necesaria una fuerte sacudida a nivel mundial para “despertar” a las empresas occidentales y que cambiase su opinión sobre la función de producción. Las empresas japonesas entraron con fuerza en los mercados occidentales, incluyendo áreas productivas hasta entonces dominadas por empresas europeas y americanas (como la automoción, el acero, la televisión y la electrónica), lo que provocó una gran atención en los gobiernos de los países afectados.

La mayor competitividad de las empresas japonesas no se basaba en una mayor potencia comercial o en una mayor fuerza financiera, sino en que eran capaces de producir de una forma más eficiente, fiable y precisa. La diferencia estaba únicamente en el enfoque y los instrumentos empleados en la dirección y gestión de la producción. El factor determinante que decantó la balanza competitiva fue la inversión en dirección y gestión. Entre otras acciones, se mejoraron los sistemas productivos y se desarrollaron nuevas técnicas de dirección, planeación y control de operaciones. También se prestó una mayor atención al factor humano y al trabajo en equipo.

El resultado fue que estas empresas alcanzaron una productividad y unos niveles de calidad mucho mayores que las empresas occidentales. Una mejor administración de las

Capítulo 1

operaciones en una empresa puede agregarle un valor sustancial, mejorando su competitividad y rentabilidad a largo plazo. Es una disciplina con una gran importancia en la lucha por mantenerse competitivo en un mercado mundial continuamente en cambio (Gaither y Frazier, 2000).

Con la evolución de la administración de operaciones también se desarrollaron los sistemas informáticos, donde según Negrin (2003) el empleo de los mismos no se puede comprender como una moda, sino una necesidad que impone el avance de las tecnologías de la información. El autor anterior agrega que estas tecnologías constituyen un importante apoyo para los administradores de operaciones en la gestión de cada uno de los eslabones de los sistemas productivos o de servicios, y que no se pueden ignorar los grandes beneficios que aportan el empleo de estos avances tecnológicos.

Según León (2013) se produjo a inicios de la década pasada una creciente introducción de dichas tecnologías de la información divulgadas fundamentalmente a través de la Internet, el autor afirma que estas oportunidades permite que el personal académico y empresarial vinculado a la AO dispone de un conjunto de herramientas que apoyadas en aplicaciones informáticas contribuyen a viabilizar el proceso de gestión empresarial. Entre estos instrumentos se encuentra el Forecast Pro, Glovia, Macola, Lingo, ILOG-OPLSstudio, XPress, Excel (Solver) y el WINQSB, entre otros que facilitan el análisis de funciones como el pronóstico, la planeación agregada, la gestión de materiales (inventarios) y la programación.

En resumen, la función de operaciones es una de las bases más sólidas para obtener una ventaja competitiva sostenida que unido al desarrollo de las tecnologías informáticas, puede conducir a la organización al logro de sus objetivos con éxito.

1.2 Administración de operaciones. Aspectos conceptuales

En cualquier tipo de organización, la tarea del director de operaciones es dirigir estos procesos de una forma eficiente y efectiva. El término eficiencia significa hacer algo al costo más bajo posible, es decir, utilizando la menor cantidad posible de recursos. Por otro lado, la eficacia significa hacer lo correcto para crear el máximo valor posible para la compañía (Chase et al., 2000).

Hay cuatro factores que miden la efectividad de la función de operaciones: el costo, la calidad, las entregas y la flexibilidad o servicio (Buffa y Sari, 1987). Los directores de operaciones son los responsables de la producción de bienes y servicios en las

Capítulo 1

organizaciones. Toman decisiones sobre la función de operaciones y los sistemas de transformación utilizados (Schroeder, 1992).

Se han realizado diversas investigaciones y publicaciones acerca de la temática se manifiestan diferentes terminologías, entre ellas se encuentran administración de la producción, gestión de operaciones y/o gestión de la producción, no existiendo diferencias sustanciales en el ángulo conceptual de las mismas.

Autores como Buffa y Newman (1984), Companys Pascual (1989), Everet (1991), Harrington (1991), Chase et al. (2000) entre otros comparten criterios similares acerca de la administración de operaciones, donde el último autor mencionado plantea:

“La administración o gerencia de operaciones (Operations Management, OM) se puede definir como el diseño, la operación y el mejoramiento de los sistemas de producción que crean los bienes o servicios primarios de una compañía”

La administración de operaciones recibe un enfoque funcional (Schroeder, 1992; Chase et al., 2000), enfoque que según Negrin, (2003) no ha sufrido grandes variaciones desde que fuera definido como prever, organizar, dirigir, coordinar y controlar, este criterio también lo comparte Arnoletto (2007) y León (2013).

De igual forma Jordán (1996) vincula la administración con el proceso de toma de decisiones y la dirección de los miembros de la organización hacia los objetivos definidos, lo cual es integrado por Gaither y Frazier (2000) a los tres niveles de la gestión empresarial: estratégico, táctico y operativo, considerando Davenport (1993) que el tratamiento de la información (bases de datos) es el elemento clave y fundamental para la toma de decisiones.

Aguirre y Rodríguez (2007) resaltan la importancia adquirida por la función productiva y su relación con el desempeño empresarial competitivo a la eficiencia y efectividad de la actividad productiva, en términos de disminución del ciclo productivo, de las interrupciones del mismo y de la adecuada disposición de los recursos que la garantizan.

La planeación de la producción juega un rol decisivo en el logro de la eficacia y eficiencia de una empresa, por tal vinculación se han trabajado los conceptos asociados a la Planeación, y Control de la Producción. Ramírez (2014) define la **Planeación** como el conjunto de acciones del colectivo de trabajadores encaminados a establecer las tareas que determinan la orientación, los ritmos, las proporciones y los resultados de su trabajo en diferentes períodos de tiempo. Planear implica que los administradores piensan con

antelación en sus metas y acciones, y que basan sus actos en un método, plan o lógica, y no en corazonadas.

Con el propósito de apoyar el proceso de planeación de la producción se han desarrollado varios sistemas, según Everet (1991) los **Sistemas de planeación y programación de operaciones** se centra en el volumen y en el tiempo de producción de los productos, la utilización de la capacidad de las operaciones, y el establecimiento de un equilibrio entre los productos y la capacidad a los distintos niveles para lograr competir adecuadamente. Los sistemas de administración para realizar estas acciones necesitan la existencia de diversos niveles jerárquicos de actividades, que se enlazan de arriba hacia abajo para apoyarse las unas a las otras.

1.3 Estructura jerárquica de la planeación de la producción

La planeación de la producción dentro del propio proceso se estructura con un enfoque jerárquico, tales autores como Buffa y Sari (1987); Boiteux et al. (2010); Schroeder (1992); Chase et al. (2000); Boiteux et al. (2010) ; Arango et al. (2010), entre otros, concuerdan que el proceso comienza por las previsiones y de ahí parten los planes a largo, mediano y corto plazo. Este enfoque carece del concepto integrador que en la forma vertical empieza por la estrategia empresarial y en sentido horizontal se debe relacionar con el resto de los subsistemas de la organización.

Mientras que Vollmann y Whybark. (1991); Machuca (1998) ofrecen un mejor enfoque pues consideran la integración en sentido vertical y horizontal.

Kumar y Suresh (2008) señalan que la administración de una empresa debe comprender que la planeación, programación y control de la producción es la clave para lograr los objetivos en cuanto cantidad, calidad, costo y tiempo. Sirve para crear una conexión entre la oferta y la demanda que asegure que las operaciones se ejecutan de forma efectiva y eficiente, y para producir bienes y servicios tal y como son requeridos por los clientes (Slack et al., 2010).

En correspondencia con lo anterior se describe a la planeación empresarial en varias etapas. A partir del plan estratégico se concibe el plan de producción a largo plazo, posteriormente se realiza la planeación agregada que es a mediano plazo y le sigue el programa maestro de producción a corto plazo (Ver Anexo 1).

Machuca (1998) afirma que el proceso de planeación y control de la producción debe seguir un enfoque jerárquico, en el que se logre una integración vertical entre los objetivos

Capítulo 1

estratégicos, tácticos y operativos y además se establezca su relación horizontal con las otras áreas funcionales de la compañía.

La planeación jerárquica permite tomar decisiones basadas en información global en el nivel estratégico. La planeación se basa en una jerarquía decisoria y no de una serie de decisiones aisladas, se garantiza por la compatibilidad entre las decisiones de los diferentes subsistemas, asegurando que en las decisiones detalladas no se pierde la visión general. El uso de información agregada posibilita enfocarse en las tendencias globales (Tischer y Carrión, 2003).

Boiteux et al. (2010) añaden que el nivel de planeación estratégica corresponde a la dirección general, en esta etapa se adoptan las decisiones de inversión relativas a la capacidad productiva, es dónde se define la estrategia productiva y el diseño del subsistema. Las decisiones tomadas a este nivel limitan aspectos fundamentales para que en la planeación a mediano plazo y corto plazo se logren los resultados esperados.

Se incorpora además a lo que se conoce como planeación adaptativa, donde se toman medidas para corregir las desviaciones entre los resultados obtenidos y lo que se quiere, o sea, los objetivos ya definidos.

Sin el enfoque jerárquico sería prácticamente imposible conseguir una dirección y gestión integrada en la empresa (Machuca et al., 1995b). Dependiendo del tipo de empresa, la jerarquización del proceso de planeación y control de la producción puede estructurarse de diversas formas. En las empresas de fabricación suele existir cinco fases esta se explican a través de un esquema definido por el autor (Ver Anexo 2).

1.4 La planeación agregada

En el epígrafe anterior según la bibliografía consultada una de las fases de la planeación de la producción es la Planeación Agregada. El concepto de Planeación Agregada (en lo adelante PL) aparece por primera vez, según (Boiteux et al., 2010), citado en Urwich y Brech (1984), donde dice:

...todo el que esté familiarizado con la industria apreciará la enorme ventaja que se obtiene de un análisis de las necesidades, si es posible, para todo el año. Cuando uno conoce, a intervalos regulares, la cantidad y la actualidad de los carriles, hilados, cadenas [...] que serán demandadas, es posible redactar programas de alto alcance para fabricar y distribuir el trabajo, con el resultado de que todas las fábricas trabajen permanentemente a pleno rendimiento, la producción se abarate enormemente, que no

Capítulo 1

sean necesarios por más tiempo los grandes almacenes [...] y que, en general, aumente la eficacia.

La PA en las diferentes fuentes bibliográficas ha sido vinculada de manera limitada al área funcional que trata la producción. Boiteux et al. (2010) hace referencia a un libro de amplia difusión (Heizer y Render, 2001) que se define la PA como "un método para determinar la cantidad de producción y su desarrollo en el tiempo a medio plazo".

Para un óptimo resultado en cuanto al tema es necesario que todas las áreas funcionales logren la coordinación necesaria enfocada a la estrategia empresarial. Es un trabajo donde la cooperación, el entendimiento entre los principales directivos de una empresa juegan un rol fundamental.

Para llevar a cabo el PA es necesario obtener, en unidades de familias de productos, las necesidades mensuales totales de producción agregada. La desagregación posterior, en períodos más cortos de tiempo y en unidades de productos, se hará en la planeación operativa con el Plan Maestro de Producción.

Boiteux et al. (2010) añaden que la planeación agregada, corresponde al medio plazo (un año, por ejemplo) dividido en períodos (meses o tal vez semanas) y en que se trabaja con agregados de productos y de recursos. El desarrollo de la planeación agregada se sitúa en el área de operaciones o producción, la cual recibe, procedente del área comercial, una previsión de demanda a la que intenta ajustar la producción con el menor costo posible.

Para la realización de la planeación agregada se considera como variable, generalmente, la dimensión de la plantilla, las horas extras y los niveles de producción y de inventarios en cada período; el resultado afecta al área de personal y a la de tesorería y finanzas.

Chase et al. (2000) señalan que aunque en la planeación de la capacidad a largo plazo se haya asegurado que existe disponibilidad para cubrir las necesidades anuales, esto no garantiza que ocurra lo mismo para cada uno de los meses. Por ello, habrá que realizar un plan a medio plazo sobre capacidad. En este nivel no se podrán tomar medidas de ajuste estructurales, sino solamente transitorias: contratos, despidos, horas extra, subcontratación, variaciones del volumen de inventario, entre otras.

El PA tiene que servir para comunicar y coordinar el departamento de operaciones con la alta dirección (y con el resto de áreas funcionales). Por ello, tiene que ser manejable y comprensible, y sus unidades de medida tienen que ser significativas y estar agregadas.

Capítulo 1

La unidad que se emplea habitualmente es la familia de productos, esto viabiliza la planeación y se consigue una previsión más exacta.

Los objetivos de la planeación agregada pueden variar de una organización a otra, no obstante, todos los autores coinciden en que el objetivo principal de la planeación agregada, independientemente de su contexto es establecer equilibrio entre oferta y demanda (Ver Anexo 3).

La realización de la planeación agregada implica un conjunto de actividades ordenadas, en ocasiones repetitivas y concurrentes. Algunos autores han propuesto una serie de procedimientos (Machuca et al., 1995b; Moreira, 1996; Gaither y Frazier, 2000; Cabrera y Rodríguez, 2007; Krajewski y Malhotra, 2008) para lograr la planeación a este nivel (Anexo 4).

Para llevar a cabo la planeación agregada Gaither y Frazier (2000), Krajewski y Malhotra (2008), Boiteux et al. (2010), Marqués León et al. (2014) recomiendan utilizar familias de productos y transformar la demanda agregada de cada período en trabajadores, materiales y otros elementos de capacidad de la producción requeridos para satisfacerla. La literatura consultada señala que se deben elaborar diferentes planes según los escenarios posibles, que permitan elegir la alternativa más conveniente (Machuca et al., 1995b; Moreira, 1996; Gaither y Frazier, 2000). La alternativa seleccionada debe considerar el plan de capacidad que satisfaga la demanda agregada y que cumpla mejor con los objetivos de la organización, Gutiérrez Pascual (2014) sugieren deducir el costo total de la estrategia pues esto facilita la toma de decisiones.

Para el desarrollo de la planeación Krajewski y Malhotra (2008) proponen el empleo de hojas de cálculo y Boiteux et al. (2010) lleva a cabo su metodología, donde conforma un modelo matemático que se emplee como herramienta para la toma de decisiones en este nivel de planeación.

Los autores de la bibliografía consultada concuerdan que se debe recopilar los datos necesarios involucrados para poder satisfacer la demanda. En función de los recursos y capacidades de producción se plantean diferentes alternativas y se elige la mejor atendiendo a los costos de las mismas y a la estrategia de la organización. La literatura evidencia que el uso de modelos cuantitativos en la toma de decisiones asegura la objetividad en la evaluación de alternativas y permite deducir en forma cuantitativa y abstracta la mejor solución a un problema dado. (Tischer y Carrión, 2003).

Boiteux et al. (2010) proponen una metodología para la determinación del plan agregado haciendo uso de la matemática aplicada. Recrea además la participación de las diferentes áreas funcionales de la organización estableciendo las interrelaciones en el flujo de los datos y requerimientos necesarios; principalmente del área de aprovisionamiento, de planeación, de recursos humanos, de finanzas y de industria.

1.4.1 Costos en la Planeación Agregada

La empresa es una entidad que realiza una actividad encaminada a un fin socioeconómico, por lo tanto aquella que logre una mayor armonía y coordinación de los factores y recursos productivos disfrutará de una mejor posición económica.

Los costos de producción se transfieren (capitalizan) al inventario de productos terminados. En otras palabras, el costo de los productos terminados está dado por los costos de producción en que fue necesario incurrir para su fabricación. Por esta razón a los desembolsos relacionados con la producción es mejor llamarlos costos y no gastos, puesto que se incorporan en los bienes producidos y quedan, por tanto, capitalizados en los inventarios hasta tanto se vendan los productos. (Rodríguez et al., 2014)

En su artículo R. C. Rodríguez et al. (2014) clasifica los costos de producción y sus elementos esenciales según su naturaleza y origen; y para ello hace referencia a Cadavid Fonnegra, 2008. Además nombra a varios autores que ejemplifican según su criterio los costos relevantes para la planeación agregada, entre ellos se encuentra Narasimhan et al., (1996); Nahmías (2007); Schroeder, et al., (2008) y Chase, et al., (2009) los detalles se referencian en el Anexo 5.

A partir de los criterios anteriores se resumen como costos principales los siguientes:

- Costos de mano de obra. Estos incluyen sueldos regulares, tiempo extra y subutilización o tiempo libre, así como los costos asociados al cambio de niveles de producción: contratación, capacitación y despidos.
- Costos de subcontratación
- Costos de inventario
- Costos por faltantes y atrasos

1.4.2. Métodos de la Planeación Agregada

Las fundamentación científica de los planes de producción tienen un vínculo directo con los métodos utilizados en su elaboración. Más que un grupo de métodos, existe un sistema de métodos que contribuye a la solidez de los planes si se utiliza de forma interrelacionada (Miranda et al., 1987)

Capítulo 1

Los métodos para la planeación de la producción son de tres tipos: las que garantizan reglas de decisión matemáticamente óptimas respecto del modelo, las basadas en reglas heurísticas y las que emplean métodos de búsqueda con computadora. (E. L. Buffa y Newman, 1984)

Existen diferentes autores que según su criterio clasifican los diferentes métodos para la PA, entre estos se encuentra Miranda (1992) quien ofrece cuatro grandes grupos que dentro de ellos se aplica a diferentes técnicas, los grupos son:

- Métodos de balance
- Métodos económico-matemáticos
- Métodos estadísticos
- Método normativo

Mientras que Companys Pascual (1989) hace referencia a los métodos heurísticos, Machuca (1998) alega que existen tres grupos y con el acuerdo Heizer y Render, (2004) donde se encuentran los métodos de Prueba o error, los analíticos que incluyen los modelos matemáticos, haciendo énfasis en la programación lineal y el tercero son los métodos de simulación.

Krajewski et al., (2008) y Boiteux et al., (2010) mencionan las hojas de cálculo como herramienta de apoyo y se centra en la programación lineal. Autores como Lescay y Freyre (2005), Ortiz-Triana y Caicedo-Rolón (2014), Vásquez y Velis (2014), Cárdenas (2014), Gutiérrez (2014), García (2016) emplean modelos de optimización, especialmente los de programación lineal como herramienta que facilita el proceso de planeación de la producción.

Otros autores apoyan la programación matemática para la gestión de las cadenas de suministro, gestión de inventarios, entre otros. (Urquiaga et al., 2015)

Chase et al., (2009) coincide con Miranda et al. (1987); Narasimhan et al., (1996) agrupando los métodos en los gráficos y (o) tabulares y de optimización, definiendo que la técnica de programación lineal es apropiada, pero sólo cuando el costo y las relaciones entre las variables son lineales o se puede recortar en segmentos lineales.

Monks (1994) resume los métodos para llevar a cabo la PA este se muestra en el Anexo 6, el autor tiene en cuenta la aplicación de cada uno de los métodos, así como sus fortalezas y limitaciones.

Capítulo 1

De forma general, en la literatura especializada se pueden apreciar siete grupos de métodos para la Planeación Agregada. Algunos actores mencionan los grupos que según su criterio en correspondencia con los métodos se emplean para realizar de manera exitosa la planeación agregada. Dentro de los grupos se encuentran métodos heurísticos donde los autores señalan el uso de coeficientes de administración que contribuyan a la toma de decisiones a pesar de no ser óptimo. Por otra parte los métodos de optimización se apoyan en la investigación de operaciones donde se provee de diferentes decisiones que tributan a la solución óptima. En la Anexo 7 se resume por autores los métodos agrupados según su criterio.

En el estado del arte desarrollado en Boiteux et al. (2010) se indica que después de la década de los 70s no se han publicado enfoques esencialmente nuevos para la PA, pero han tenido lugar progresos muy importantes en las técnicas de programación matemática, gracias a los cuales es posible actualmente resolver de forma eficiente modelos que hace unas décadas se consideraban inabordables.

1.5 Programa maestro de producción y programación de los materiales

El siguiente paso en el proceso de planeación y control de la producción, luego de haber realizado el Plan Agregado, es determinar el Programa Maestro de Producción, pues el Plan agregado de producción alinea los recursos apropiados en forma agrupada, aun cuando el plan agregado cumple una función muy importante en la planeación a largo plazo de los recursos necesarios, este no se realiza a nivel del producto final. Por tanto es necesario contar con una planeación adicional o programa maestro que incluya más detalles pero tomando en consideración un horizonte temporal más estrecho.

El programa de producción maestro se refiere a la compra o producción de las partes o los componentes necesarios para fabricar los productos finales, se define qué productos se van a fabricar, en qué cantidad (cuánto) y en qué periodo (cuándo). (Heizer y Render, 2001)

Según Machuca (1998) existen dos funciones básicas:

- En primer lugar, sirve para concretar los lotes de los productos y cuándo deben estar terminados (no cuándo tienen que empezar a fabricarse). También permite calcular y planear los inventarios de los productos finales en intervalos de tiempo más detallados.
- Además, a partir de él se puede calcular el Plan Aproximado de Capacidad, para comprobar si se puede satisfacer la demanda con los medios disponibles. De esta

Capítulo 1

forma, se puede asegurar que el Programa Maestro es factible y, a su vez, el Plan Agregado.

Habitualmente se ha propuesto el empleo de la semana laboral como unidad de tiempo natural para el plan maestro.

En cuanto al horizonte de planeación, este va a depender del caso concreto al que se esté aplicando. Es extremadamente importante que el horizonte sea mayor o igual que el tiempo de espera agregado del producto o servicio cuya producción se está planificando (Chapman, 2006). Normalmente, se utiliza un horizonte de planeación de 3 meses. Los cubos de tiempo empleados suelen ser semanas, ya que períodos de tiempo más cortos generan demasiados cálculos, y períodos más largos provocan menos exactitud.

La unidad de planeación en este caso son los productos finales. Hay veces que estos productos no son exactamente los que se van a vender al cliente, ya que dentro de cada uno existen diferentes opciones y configuraciones (se agrupan en un subconjunto debido a su similitud) objetivos del programa maestro de producción.

A este nivel de planeación se desagrega el plan agregado a unidades de productos finales, si se parte de las previsiones de venta a medio plazo, hay que corregirlas con las previsiones a corto plazo, los pedidos comprometidos, las disponibilidades de inventario, los pedidos en curso, aspectos técnicos y otras fuentes generadoras de demanda (Ver Anexo 8).

1.5.1 Programación de materiales

Una vez realizado el plan maestro de producción, la siguiente etapa sería la programación de materiales, que consiste en calcular las necesidades reales de componentes, con fechas y cantidades. Para el plan de requerimiento de materiales, la planeación de los materiales o MRP es un sistema de administración, normalmente asociado con un software que plantea la producción y un sistema de control de inventarios. Tiene el propósito de que se tengan los materiales requeridos en el momento oportuno para cumplir con las demandas de los clientes.

El MRP sugiere una lista de órdenes de compra, programa las adquisiciones a los proveedores en función de la producción programada, determina cuantos componentes se necesitan, e igualmente señala cuando hay que llevar a cabo el plan maestro de producción, que se traduce en una serie de órdenes de compra y fabricación de materiales necesarios para satisfacer la demanda de productos finales (Escudero y Kamesam, 1993; González, 2015).

1.6 Sistemas de planeación de la producción

En las últimas décadas los sistemas de planeación han evolucionado desde herramientas elementales de planeación hasta llegar a sistemas totalmente integrados que la mayoría de compañías tienen implementados actualmente.

Antes de 1950, la planeación se realizaba manualmente, los computadores no aplicaban a los temas de planeación. El primer concepto se dio en los años 60 con el desarrollo de MRP (material requirement planning), y se avanzó en técnicas de Investigación de Operaciones, el MRP evolucionó a MRP II (manufacturing resource planning) el cual incluye varios niveles de realimentación que validan la factibilidad de la capacidad.

En los años 80 el MRP se desarrolló a ERP (enterprise resource planning), sistemas de planeación con un alcance mucho más amplio, incluyendo compras, personal, finanzas y mercadeo. Pero el principal elemento con mayor impacto fue los avances en la capacidad computacional. En los últimos 15 años los sistemas ERP han mejorado sus características y extendido su alcance funcional. Al mismo tiempo, los expertos en planeación comenzaron a reconocer sus limitaciones cuando se enfrentaban a lo que les preocupaba en primer lugar: Soportar las decisiones de planeación (González, 2015).

Los sistemas de planeación y control de la producción se pueden clasificar atendiendo a variados criterios. Uno de los más extendidos es el que caracteriza los sistemas según se utilice un procedimiento de empuje (push) o de arrastre (pull). La característica principal de los sistemas pull es que la producción se inicia como consecuencia de los pedidos de los clientes, mientras que en los sistemas push la producción se inicia por la decisión del suministrador de fabricar para stock, antes que el cliente exprese su necesidad (Rosario, 2013).

Rosario (2013) añade que para un sistema de empuje, la fabricación de productos finales se realiza a partir de un plan calculado de antemano, para un sistema de arrastre los productos finales sólo son fabricados cuando los requiere el cliente. Desde una perspectiva operativa, un sistema de empuje produce componentes o productos finales sin esperar a una demanda real mientras que un sistema de arrastre sólo los fabrica cuando se recibe una demanda real.

1.6.1 Sistemas clásicos

Los métodos utilizados en las primeras décadas del siglo XX son los llamados clásicos, que surgen desde que Taylor y sus seguidores (Gilbreth, Rowan, Gantt, entre otros) crearon la dirección científica de las plantas industriales, ocupando un lugar

Capítulo 1

preponderante en la teoría e incluso en la práctica, debido a razones históricas y a que su útil básico, la estadística matemática, era totalmente conocida y estaba perfectamente asimilada en el ámbito académico. (Maynard, 1984; Salvendy, 1990; Riggs, 1998)

Dentro de estas técnicas y métodos se incluyen, entre otros, el punto de pedido, gráficas de Gantt, PERT (Program Evaluation and Review Technique) / CPM (Critical Path Method) y el Estudio del Trabajo. Éstas parten de la descomposición del sistema de toma de decisiones en diferentes niveles jerarquizados con la ayuda de un sistema soporte de información, fundamentalmente manual, que debe garantizar la retroalimentación de la información generada en las diferentes partes del sistema físico al sistema de toma de decisiones (Miranda et al., 1987).

Como aspectos comunes en estos sistemas clásicos se encuentran los siguientes:

- Énfasis en el enfoque analítico; o sea, diferenciación de funciones y especialización por tales funciones.
- Énfasis en la racionalización científica de las funciones aisladas, tratando de buscar objetivos estándares de control, sobre todo de optimizar el desempeño de cada función.
- Prima el aspecto funcional frente al global o sistémico.

En la práctica, algunos de estos métodos pasan a ser métodos de gestión de inventario, debido a la imposibilidad de calcular exactamente, en plazos razonables (por falta de datos y capacidad para procesarlos), las cantidades exactas de material necesario en función de la demanda. Realmente lo que se calcula es el nivel de existencias de cada material que debería haber en el almacén en función de la estadística o razón de consumo histórica, para garantizar con determinada probabilidad que dichos productos estarán disponibles cuando se lance la orden de producción. Aun así, es habitual que en el momento de lanzar la orden de fabricación no estén los materiales necesarios disponibles por diferentes causas, entre las que se encuentran:

- El cálculo probabilístico del stock de seguridad.
- El consumo previsto se supone una función continua.
- Errores en el procesamiento de los datos.

A raíz del perfeccionamiento y avance científico es indispensable la búsqueda de nuevos sistemas con un mayor nivel de integración o trabajar en el mejoramiento continuo de los sistemas que emplean las empresas actualmente.

1.6.2 Sistemas modernos

Los países de punta en el desarrollo industrial son los primeros que toman conciencia de la extrema necesidad de implementar nuevos sistemas, así como de la inevitabilidad de mirar hacia los métodos y procedimientos de planeación y control de la producción y su perfeccionamiento, ya que por lo general, de forma muy preferencial, se buscaba la perfección de los procesos, máquinas y equipos, y no se le daba la importancia requerida a los métodos y procedimientos para su gestión eficiente. Ejemplo de ello son el sistema MRP y el Justo a Tiempo, en inglés Just in Time (JIT).

1.7 Manufactura esbelta

Después de la Primera Guerra Mundial Henry Ford y Alfred Sloan (General Motors) cambiaron la manufactura artesanal utilizada por siglos y dirigida por las empresas europeas por manufactura en masa. En gran parte como resultado de ello, Estados Unidos pronto dominó la economía mundial. Luego de la Segunda Guerra Mundial, Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, de la fábrica de automóviles Toyota, empezaron a utilizar el concepto de lean manufacturing.

En 1950 Eiji Toyoda visitó por tres meses la planta de Rouge de Ford en Detroit, un tío la había visitado en 1929. La Toyota Motor Company fue fundada en 1937. En 1950, después de 13 años de trabajo y esfuerzo producían 2,685 automóviles, comparados con los 7,000 que producían diariamente en Rouge. Después de estudiar cuidadosamente cada centímetro de la planta Rouge, que era la más grande y eficiente del mundo, Eiji indicó a la sede que había encontrado algunas posibilidades para mejorar el sistema de producción. Se encontró que copiar y mejorar lo que había visto en Rouge sería muy difícil, por lo que Eiji Toyoda y Taiichi Ohno concluyeron que la producción en masa no iba a funcionar en Japón. De esta conclusión, nació lo que llamaron “Sistema de Producción Toyota”, a lo que actualmente se le conoce como Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). El surgimiento de Japón a su preeminencia económica actual, rápidamente fue seguido por otras empresas, copiando este notable sistema.

1.7.1 Definición y objetivos

La palabra “lean” en inglés significa “magra”, es decir, sin grasa. En español no combina mucho la definición de “manufactura magra”, por lo que se le ha llamado: Manufactura Esbelta o Manufactura Ágil, pero al igual que muchos otros términos en inglés, se prefiere dejarlo así.

Capítulo 1

El concepto de Manufactura Esbelta fue usado por vez primera por Womack, Jones y Roos (1990) en su libro “La máquina que cambió el mundo”. Ellos describieron la filosofía de manufactura que Toyota siguió para desarrollar un sistema integral de producción, Manufactura Esbelta, fue practicado por Toyota bajo el nombre de Sistema de Producción Toyota. Autores como Allen et al. (2001), Anaya y Acosta (2010) y Luna y Bednarek (2010) concuerdan con este enfoque.

En otras fuente plantean que la manufactura esbelta es un estrategia, algunos señalan que administrativa (Posada et al., 2010) ,otro que es una estrategia de producción (Silva, 2008; Yang et al., 2011), así como, de calidad, mejora continua y de cadena de suministro (Naylor et al., 1999).

Por otra parte el autor de la investigación concuerda con Pavnaskar et al. (2003), Medina y Arango (2010), Arrieta et al. (2011), C. C. B. Herrera (2014), Oviedo (2014), Jaramillo (2015), pues ellos no reconocen a lean manufacturing como un sistema, ni como una estrategia, sino más bien como una filosofía, señalando que:

Es una filosofía de trabajo que busca la optimización de un sistema de producción, enfocándose en la identificación y posterior minimización o eliminación de desperdicios (Jaramillo, 2015), reduciendo el tiempo entre la colocación del pedido y la entrega del producto, permitiendo el flujo continuo del producto hacia el cliente” (Nevio, 2004)

Posada et al. (2010), Arrieta et al. (2011), agregan que esta constituye un elemento diferenciador que puede garantizar el éxito y la competencia en el mercado. Es necesario para ello la aplicación de un conjunto de técnicas desarrolladas por la Compañía Toyota que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño. El objetivo es minimizar el desperdicio. (Padilla, 2010)

Este conjunto de técnicas incluye el Justo a Tiempo, pero se comercializó con otro concepto, con el de minimizar inventarios, y no es ese el objetivo, es una técnica de reducción de desperdicios, ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transporte, almacenajes, maquinaria y hasta personas. Otras herramientas que utiliza el Lean Manufacturing son el Kaizen (mejoramiento continuo) y el PokaYoke (a prueba de fallos). Estas técnicas se están utilizando para la optimización de todas las operaciones, no solo inventarios, para obtener tiempos de reacción más cortos, mejor atención, servicio al cliente, mejor calidad y costos más bajos. Al disminuir los desperdicios, se incrementa la productividad. (Padilla, 2010; Arrieta et al., 2011)

Capítulo 1

Padilla (2010) en su artículo "Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta/Ágil" destaca algunos aspectos fundamentales en la temática, estos se muestran a continuación:

1. Reducción de costos mediante una eliminación a fondo de las ineficiencias.

Para materializar esto, Toyota ha dado especial importancia a la "producción Just in Time" y al "Jidoka". Producción Just in Time: Con el fin de evitar problemas tales como desequilibrio de existencias y exceso de equipos y operarios, se han creado sistemas flexibles que puedan adaptarse a las modificaciones debidas a problemas y fluctuaciones de demanda. Con el Just in Time todos los procesos producen las piezas necesarias en el tiempo necesario y se deben tener disponibles únicamente las existencias mínimas necesarias para mantener unidos los procesos. Con esto se aprovecha plenamente las capacidades de los operarios. Jidoka: significa "hacer que el equipo o la operación se detenga, siempre que surja una situación anormal o defectuosa". La característica distintiva está en el hecho de que cuando tiene lugar un problema de equipo o un defecto de máquina, se detiene el equipo o toda la línea y éstos pueden parar cualquier línea que tenga operarios. Jidoka es muy importante, ya que evita fabricar demasiado y resulta fácil controlar las anormalidades.

2. Plena utilización de las capacidades de los operarios

Este es el segundo concepto básico de Toyota para aprovechar al máximo el entorno laboral favorable del Japón y sus excelentes operarios. Ha creado un sistema que respeta la dimensión humana, subrayando los puntos siguientes:

- Eliminación de movimientos inútiles por parte de los operarios
- Consideración de la seguridad de los operarios
- Automanifestación de las capacidades de los operarios, al confiarles mayor responsabilidad y autoridad.

1.7.2 Principios de la manufactura esbelta

La manufactura esbelta está basada en cinco principios básicos según Jones y Womack (1996), estos son:

Calidad perfecta a la primera - búsqueda de cero defectos, y detección y solución de los problemas en su origen

Minimización del despilfarro – eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos.

Capítulo 1

Mejora continua – reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información

Procesos "pull": los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción

Mientras que Diego et al. (2009) se ajusta a 14 principios expuestos en el libro "Las claves del éxito de Toyota" (*The Toyota Way*) donde se hace mención al término HEIJUNKA, el cual se basa en la nivelación de la carga de trabajo.

Otros principios que se abordan son:

- Crear una cultura de parar a fin de resolver los problemas, para lograr una buena calidad a la primera.
- Las tareas estandarizadas son el fundamento de la mejora continua y de la autonomía del empleado.
- Vaya a verlo por sí mismo para comprender a fondo la situación (GENCHI GENBUTSU)
- Tome decisiones por consenso lentamente, considerando concienzudamente todas las opciones; impleméntelas rápidamente.

1.7.3 Herramientas de la manufactura esbelta

La manufactura esbelta brinda herramientas que contribuyen a la identificación y eliminación del desperdicio basada en la mejora continua. Calluchi (2014) describe las principales herramientas según su criterio, entre ellas se encuentra: las 5S's, fundamental para lograr la organización de un lugar de trabajo y la optimización de procesos por medio de una cultura de disciplina y orden. Otras como: Cambio Rápido (SMED), Mantenimiento Productivo Total (TPM), Mantenimiento autónomo, Mejora Enfocada, Mantenimiento planificado, Educación y entrenamiento. Lobo et al. (2007) clasifica a las herramientas de manufactura esbelta según su propósito estableciendo niveles de prioridad (I, II, III), añadiendo que además de las de organización, se encuentran aquellas para controlar y dar flujo al proceso y para aumentar la confiabilidad del mismo (Ver Anexo 9).

Para organizar la producción se utiliza la herramienta 5"s", considerada como uno de los principios básicos de la manufactura esbelta para maximizar la eficiencia en los lugares de trabajo, y dar la posibilidad de contar con diversificación de productos, calidad más elevada, menores costos y entregas fiables (Villacreses y Castro, 2006).

Capítulo 1

García (2015) demuestra que mediante la implementación del flujo de valor (VSM), es posible identificar y reducir las actividades que no agregan valor dentro del flujo de operaciones de un producto determinado.

Una de las herramientas que fue creada principalmente para sistemas de producción manuales es “Kanban”, esta es bien conocida como un sistema de control de la producción tipo “Pull”. En un principio se encontraba bajo el nombre de Sistema de Producción Toyota, luego como parte de la filosofía Justo a Tiempo y más tarde como una herramienta de la Manufactura Esbelta (Dallery y Liberopoulos, 2000). “Kanban” en Japonés significa tarjeta, son originalmente creados para sistemas de producción que requieren disciplina.

1.8 Industria tabacalera en el mundo

El tabaco es un producto de la agricultura originario de América y procesado a partir de las hojas de varias plantas del género *Nicotiana tabacum*. Se consume de varias formas, siendo la principal por combustión produciendo humo. Su particular contenido en nicotina la hace muy adictiva. Se comercializa legalmente en todo el mundo, aunque en muchos países tiene numerosas restricciones de consumo, por sus efectos adversos para la salud pública.

Los expertos en vegetales han determinado que el centro del origen del tabaco, se sitúa en la zona andina entre Perú y Ecuador. Los primeros cultivos debieron de tener lugar entre cinco mil y tres mil años A.C. Cuando se coloniza América, el consumo estaba extendido por todo el continente. Fumar (inhalar y exhalar el humo del tabaco) era una de las muchas variedades de consumo en América del Sur. Además de fumarse, el tabaco se aspiraba por la nariz, se masticaba, se comía, se bebía, se untaba sobre el cuerpo, se usaba en gotas en los ojos y se usaba en enemas. Se usaba en ritos como soplarlo sobre el rostro de guerreros antes de la lucha, se esparcía en campos antes de sembrar, se ofrecía a los dioses, se derramaba sobre las mujeres antes de una relación sexual, y tanto hombres como mujeres lo utilizaba como narcótico. (Vilches, 2012)

En la actualidad son algo más de una centena de países de diversas latitudes, los que cultivan la famosa solanácea. Las variedades más importantes utilizadas con fines comerciales son dos, la llamada *Nicotiana tabacum*, y la conocida por *Nicotiana rústica*. Pero en realidad, los conocedores diferencian el tabaco más que por su distinción genética, por el tipo de curación a que se somete su hoja después de la cosecha, y en este sentido son cuatro los tipos principales: curado al cañón (Flue cured o Virginia),

Capítulo 1

curado al aire (para tabaco negro y rubio de la clase Burley), curado al fuego (muy similar al Virginia), y curado al sol, característico del llamado tabaco oriental.

Además del curado, las peculiaridades del sabor y aroma de los distintos tipos de tabacos dependen del suelo y clima donde se desarrolle el cultivo y también de los cuidados culturales que se le otorguen.

En general son tres los tipos de tabacos más utilizados en el mercado internacional: el Virginia, el Burley y el Oriental, los cuales son destinados, mayoritariamente, a la producción de cigarrillos, que es el rubro de más amplio consumo del comercio del tabaco. Según comunica la Organización Mundial de la Salud (OMS), «los países que han reconocido la importancia primordial de informar al público, han logrado un descenso en el consumo de tabaco». Agencia Londinense de Información, añade: «En muchos hogares, lugares públicos y centros de trabajo del Norte, ya no se considera socialmente aceptable fumar», y la mayoría de las personas se han dado cuenta de que «el tabaco puede matarlas». «La industria del tabaco está moviéndose hacia el Sur».

Pero para la industria del tabaco, las condiciones que existen en los países en desarrollo son tentadoras. En tres de cada cuatro de estos países no se imponen restricciones a la publicidad del tabaco y, al mismo tiempo, hay poca conciencia pública de los peligros de fumar. «La gente no conoce los riesgos porque no se le habla de ellos», observa PANOS.

Cuatro empresas dominan el 70% del mercado mundial del tabaco PANOS: Philip Morris, British American Tobacco y la Japan Tobacco (JT), que funcionan como empresas transnacionales y, la última, China National Tobacco Co. (ChiT), monopolio estatal que produce 30% de los cigarrillos de todo el mundo.

La actuación de las empresas tabacaleras en la comercialización de sus productos y en la utilización de los conocimientos adquiridos en investigaciones sobre la composición y acción del tabaco ha sido confusa y es motivo de controversias, demandas judiciales e intentos de regular el tabaco por considerarse el tabaquismo la principal epidemia que afronta la humanidad.

1.8.1 Industria tabacalera en Cuba

El tabaco cubano, mayoritariamente negro y de curado al aire, casi todo se destina al sector élite del mercado del tabaco, a su rubro de lujo, a la producción del tabaco premium (el puro cubano), de aroma y sabor inigualables, de calidad superior y también de precio elevado. El título Habanos es la denominación de origen reservada para una

Capítulo 1

selección de las más importantes marcas cuyos tabacos se confeccionan siguiendo las normas más rigurosas a partir de hojas de tabaco cosechadas en determinadas zonas geográficas del país y que le confieren las propiedades que lo hacen famoso.

Para los vegueros que lo cosechan y los artesanos que lo elaboran, en el tabaco se contiene la tradición auténtica y la problemática cotidiana de su gente, algo que desborda en mucho al mero simplismo placentero y al exclusivismo del mercado. En cada manojo de hojas que se tuerce con esmero, sudor, astucia, y quizás algo de sana lujuria, se embrolla y compacta una parte significativa de la historia, la economía, la cultura, la sensualidad, la identidad y hasta de la mítica trascendente de la sociedad cubana. Pero, ante todo, se encierra mucho del trabajo tesonero de miles de familias campesinas y obreras que le han dedicado, y le dedican, la vida diaria al cultivo y a la producción del tabaco. La experiencia tabacalera en Cuba tiene más de 500 años. De entonces a acá, mucha historia y economía han estado vinculadas en Cuba a la producción tabacalera, tanto en la colonia, como en la insurrección, como en la etapa de la conversa República, como después del Triunfo de la Revolución.

La agroindustria del tabaco cubano ha estado sometida en la última década a modificaciones estructurales y funcionales de sus tres áreas componentes: agrícola, industrial y comercial, en un complejo proceso que se entrecruza con la situación sociopolítica y económica que ha caracterizado a la sociedad cubana en el último decenio. Aspectos muy visibles de la agroindustria del tabaco en este período reciente, han sido los movimientos oscilantes de sus indicadores económicos y productivos fundamentales, y de la distribución de sus saldos externos.

En la actualidad, la actividad de torcido del tabaco para la exportación se acomete en 51 fábricas, agrupadas en 16 empresas a nivel nacional, 8 de ellas en Ciudad de la Habana (una por cada fábrica existente en la provincia), y una empresa en cada una de las siguientes provincias: Pinar del Río, Habana, Cienfuegos, Villa Clara, Santi Spíritus, Holguín, Granma y Santiago de Cuba. (Castellanos, 2001)

De la producción para la exportación, la mayor parte se trata de tabaco premium de calidad superior elaborado a mano. De hecho, sólo el 22% del tabaco torcido se elabora a máquina, para lo cual únicamente existen dos fábricas, ambas ubicadas en Ciudad de la Habana, una de producción exclusivamente mecanizada, y otra dual que se basa en el tabaco elaborado a mano y tabaco elaborado a máquina (Castellanos, 2001; Herrera, 2013)

Capítulo 1

La industria tabacalera cubana produce actualmente casi 300 millones de tabacos Premium (torcidos a mano), conocidos también como habanos, de ellos cerca de 100 millones son destinados a la exportación. El vínculo producción-demanda, constituye una experiencia relativamente nueva para el sistema gerencial del sector tabacalero, el cual, al igual que el resto de la economía, operó durante décadas en base al cumplimiento de planes de producción, lo cual en ocasiones afectó la calidad del producto, y sobre todo, desconoció las relaciones costo-beneficio (Castellanos, 2001).

Castellanos (2001) y Vilches (2012) plantean que no se reporta ninguna aplicación de mejoras al proceso de gestión de la producción científicamente argumentadas en empresas de este tipo. Los estudios relacionados con las actividades propias del tabaco en Cuba están dirigidas principalmente a la preindustria, la cual pertenece al sector agrícola, aquí se producen las hojas de capas y las materias primas fundamentales para la elaboración del tabaco torcido.

En la revisión bibliográfica se encontraron algunas investigaciones realizadas en el sector tabacalero. En el área de administración de operaciones Y. A. Rodríguez y Ledón (2007) diagnostican la cadena de suministro de tabaco torcido en Villa Clara, detectando deficiencias en torno a la calidad de los suministros de las materias primas y los materiales, lo cual influye en la cantidad y calidad de las producciones. Más adelante Bernal y Delgado (2012) proponen un procedimiento general para la gestión de la cadena de suministro en la actividad de acopio y beneficio del tabaco en rama, estos autores identifican como problemas que afectan su efectividad y fiabilidad por el mal manejo del cultivo, la falta de organización en la producción, falta de presupuesto y desmotivación de la fuerza de trabajo.

En la investigación realizada por Vilches (2012) en la empresa de torcido de Villa Clara se identifica que los problemas principales están relacionados con aspectos como: organización de la producción, su planeación y programación, flexibilidad de la fuerza de trabajo y calidad de la producción. Laura Martínez Díaz y Pascual (2014) a partir del análisis realizado en su estudio afirman que las no conformidades en el proceso de tabaco torcido provoca grandes pérdidas de recursos en reproceso de estas y que los altos porcentajes de productos defectuosos es por tabacos picados (plaga) y con moho.

Con el objetivo de contribuir a la gestión empresarial en el sector tabacaleros Laura Mederos Díaz y Ocampo (2013) y Echevarría y Caballero (2014) también han realizado investigaciones.

1.9 Conclusiones parciales

Luego de revisar la literatura especializada en los temas de gestión de operaciones, estructura jerárquica de la producción, los sistemas modernos de producción especialmente, los sistemas lean así como referencias en la industria tabacalera en Cuba, se puede arribar a las siguientes conclusiones parciales.

1. Se reconoce en la literatura la necesidad de tener sistemas de planeación de la producción que respete los niveles jerárquicos de planeación fundamentalmente en los niveles táctico y operativo.
2. Existen un conjunto de autores que refieren la importancia del uso de la matemática aplicada y la investigación de operaciones para el soporte de la toma de decisiones en la planeación agregada de la producción, lo que permite observar una mayor cantidad de información dispersa en los diferentes departamentos de una empresa así como la optimización de las decisiones; estos constituyen una fuente importante de referencias para la continuidad de la investigación.
3. La manufactura esbelta constituye una filosofía de producción que ha sido ampliamente introducida en empresas con resultados exitosos, se basa en principios de eficiencia y eficacia que pueden ser aplicados a las formas de planeación de la producción, incluyendo la producción de tabaco en Cuba.
4. Las investigaciones consultadas que abordan como objeto de estudio la planeación en la industria tabacalera, destacan problemas asociados a la planeación pero que perduran en la práctica, ninguno intenta aplicar los principios de manufactura esbelta ni la utilización de la matemática aplicada a la solución de los problemas detectados.

Capítulo 2

CAPITULO 2: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EABTT CIENFUEGOS

Planear es “prever racionalmente las acciones a realizar en función de los recursos y los objetivos que se quieren lograr para generar transformaciones”. Conocer la realidad presupone hacer un diagnóstico y este sienta las bases para la toma de decisiones racionales cuando se trata de resolver problemas. En el presente capítulo se realiza una breve caracterización de la empresa y la UEB objeto de estudio. Se muestra de manera descriptiva los problemas detectados, se identifican las principales causas a las cuales se dirigen las soluciones de la investigación.

2.1 Caracterización de la EABTT de Cienfuegos

La Empresa Acopio, Beneficio y Torcido del Tabaco Cienfuegos (EABTT) está ubicada en Ave 60 entre 31 y 33 No 3104 altos, provincia Cienfuegos y subordinada al Grupo Empresarial de Tabaco de Cuba (TABACUBA) del Ministerio de la Agricultura con el código 131-0-1579 Teléfono 43-516744 y Fax: 43-516744. Fue creada por vez primera el 15 de septiembre del 1976 según Resolución 285/76 dictada por el Ministerio de la Alimenticia, el 4 de junio de 1984 por Resolución 65/84 del Ministerio de la Agricultura pasa a pertenecer a dicho Ministerio. Posteriormente fue constituida el 31 de Julio del 2000 por Resolución 277/00 por el Ministerio de la Agricultura y el 28 de enero del 2005 se dicta la Resolución 841/05 del Ministerio de Economía y Planeación aprobando el objeto empresarial siguiente:

- Producir y comercializar, de forma mayorista y en ambas monedas, tabaco torcido a mano y subproducto de éste con destino al Grupo Empresarial TABACUBA.
- Producir y comercializar, de forma mayorista y en moneda nacional, tabaco en rama, tablas de rolar y envases corrientes a las empresas del Grupo Empresarial TABACUBA.

La estructura organizativa está conformada por una dirección general, una adjunta, la dirección de tecnología y desarrollo, la de recursos humanos y la dirección de economía y finanza. A la dirección de regulación y control se encuentran subordinada cinco UEB para la producción de tabaco torcido para la exportación y el consumo nacional, una UEB de escogida de tabaco tapado y una UEB de Aseguramiento y Comercialización.

La empresa tiene como **misión** producir con calidad, eficiencia y eficacia tabaco redondo con destino a la exportación y al consumo nacional, cajonería y tablas de rolar para

Capítulo 2

satisfacer las exigencias del cliente y tabaco tapado para producir capas para la exportación y su beneficio. Mientras que su **visión** es, contar con una estructura organizativa plana caracterizada con una amplia participación de los trabajadores en la toma de decisiones, logra elevada calidad de sus producciones destinadas a la exportación y al consumo nacional que satisface las exigencias y necesidades de los clientes. Aumenta los índices de producción, la calidad, la rentabilidad, la eficiencia y la eficacia en la confección del tabaco redondo para la exportación y consumo nacional, cajonería y tablas de rolar y en la obtención del tabaco agrícola en rama. Desarrolla una eficiente y eficaz gestión económica de acuerdo a las exigencias que establece la competencia a partir de la preparación y desempeño de la fuerza de trabajo, que constituye su principal activo.

La EABTT de Cienfuegos proyecta sus **objetivos estratégicos** en función de alcanzar mejores resultados en su gestión empresarial, enmarcados en el periodo de 2015 al 2020. Dentro de los objetivos trazados por la organización se encuentran:

- Producir y vender 12 millones de tabacos para la exportación y 3 millones de tabacos para el Consumo Nacional.
- Lograr ventas superiores a los 33995.6 MP.
- Garantizar una utilidad superior a los 7479.1 MP.
- Lograr un gasto total por peso de ingresos total inferior a los 0.81 pesos.
- Tener certificado el SGC basado en las NC ISO 9001: 2015.

2.2.2 Caracterización del proceso tabaco torcido

El proceso de torcido de tabaco se describe en el Anexo 10 mediante un diagrama de flujo donde se muestran las diferentes operaciones que componen el proceso de elaboración.

El proceso comienza con la preparación de las materias primas, esta se traslada al despacho en paquetes identificados según la vitola a realizar, estos son entregados a los torcedores. La elaboración o torcido se realiza en el área de la galera, se someten las producciones al control técnico de calidad para comprobar la adecuada confección. Posteriormente se trasladan al escaparate donde permanecen el tiempo requerido para estabilizar los niveles de humedad (65 % y 70 %) y temperatura (16-17 ° C). en el área del terminado se clasifican los tabacos según su tonalidad y matiz, en dependencia del surtido, se envasan y anillan. En el caso de algunos surtidos que poseen envases corrientes es necesaria la operación de adornado. Cuando cada envase contiene lo

requerido según el surtido, se sellan para ser embaladas y transportadas al almacén concentrador.

Es necesario conocer que el proceso tabaco presenta a lo largo de su ciclo productivo un gran número premisas para obtener un producto con calidad de acuerdo a las normas de requisitos de calidad (Normalización, 2013a). Par ello es determinante que permanezca al menos cinco días en una habitación especializada (escaparate) para su desecado, con el objetivo de homogeneizar la humedad de los tabacos, para posteriormente envasarlos sin que sean afectados por mohos (Alonso et al., 2010).

Para facilitar la comprensión del proceso de tabaco y de la presente investigación es necesario consultar el Anexo 11 donde se presentan según la NC NC 975: 2013 los principales términos y definiciones que se utilizan.

2.1.1 Caracterización de la Unidad Empresarial de Base de Tabaco Torcido Castillo de Jagua

La UEB Tabaco Torcido del Castillo de Jagua cuenta con una plantilla de 135 trabajadores la cual se encuentra conformada principalmente por mujeres, el sector tabacalero en la industria tradicionalmente cuenta con una representación femenina superior y en la fábrica corresponde al 80 % del total de los trabajadores.

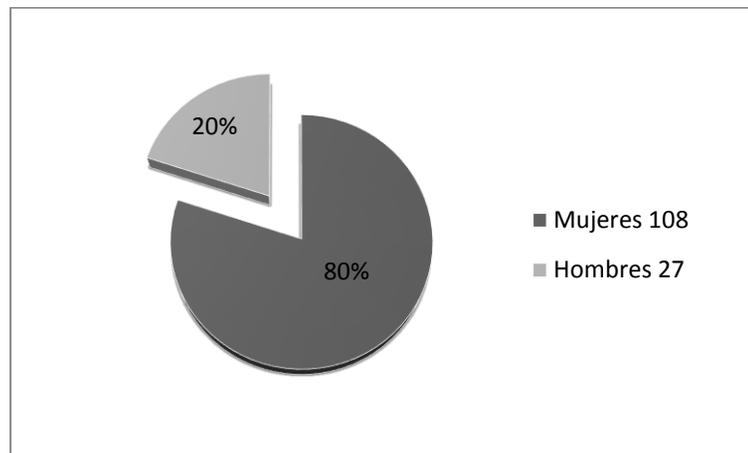


Figura 2.1 Trabajadores de la UEB Castillo de Jagua según el género.

La situación de la UEB de Tabaco Torcido Castillo de Jagua referente al nivel de escolaridad es favorable con respecto al nivel de escolaridad a nivel de empresa y al resto de las UEB. Se observa en la Figura 2.2 que el personal que predomina en la UEB posee nivel medio siendo el 65 % del total, referente a los graduados de nivel superior el 10 % del total.

Capítulo 2

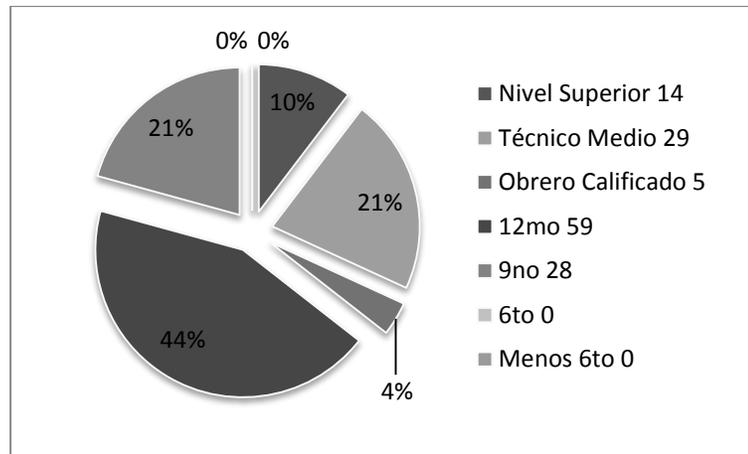


Figura 2.2 Trabajadores de la UEB Castillo de Jagua según el nivel de escolaridad

La UEB de torcido cuenta con un personal donde la mayor parte constituyen trabajadores directos a la producción tratándose de un proceso que es manual en su totalidad, que tiene amplia demanda. Por ese motivo se hace necesario disponer de fuerza de trabajo para ejecutar las operaciones. En la Figura 2.3 se observa que el 76 % de la fuerza laborar corresponden a operarios.

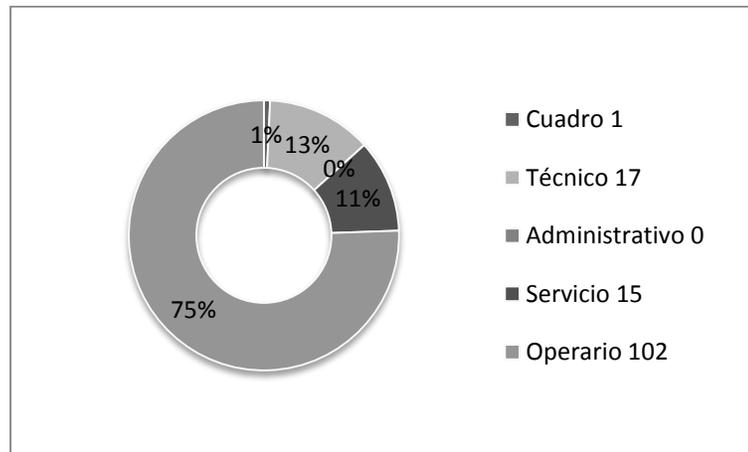


Figura 2.3 Trabajadores de la UEB Castillo de Jagua según la categoría ocupacional.

La fuerza laboral se comporta de manera positiva comparada con la situación general a nivel de empresa, pues la edad de la totalidad de los trabajadores es menor a 60 años y 9 de ellos se encuentra por encima de los 50 años. Se destacan los rangos de edades entre 17 y 30 años, así como los de 41 a 50 años; evidenciándose la existencia de personal joven y personal con la madurez necesaria para cumplir las metas de la organización (Figura 2.4.).

Capítulo 2

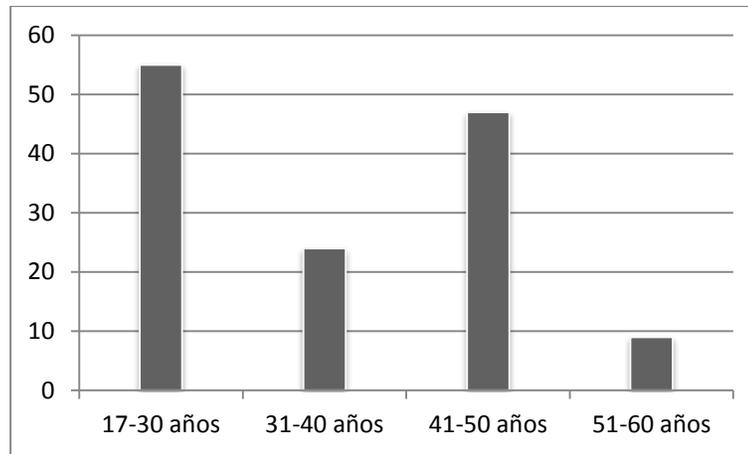


Figura 2.4 Trabajadores de la UEB Castillo de Jagua según la edad

Caracterización del taller de torcido

En la fábrica existen varios talleres donde en cada uno se transforma el producto, el área de torcido es una de las principales pues aquí es donde se le agrega mayor valor al producto. El taller de torcido se encuentra estructurado por 3 brigadas que producen las diferentes vitolas con destinos a la exportación. La gama de vitolas se clasifica en diversas categorías, estas son: 6ta, 7ma, 8va y 9na. La 9na categoría es la de mayor regalía y por tanto ofrece privilegios a sus torcedores, dado a que es la que posee la mejor tasa para el pago y las normas de producción son más bajas.

En área de la galera se modifica la composición de los puestos de trabajos en correspondencia con la demanda, para la realización de las diferentes vitolas. En ocasiones existen puestos de trabajos disponibles para producir vitolas de categoría superior, donde la asignación del trabajo puede convertirse en un problema, por las ventajas que brinda la posibilidad de elaborar determinada clase de habanos sobre otros.

En estas situaciones resulta una decisión importante definir a quién otorgarle la tarea de confeccionar cada vitola. El jefe de brigada de la galera es el encargado de seleccionar a los torcedores y para ello se auxilia de las evaluaciones de desempeño, las cuales no se realizan con el rigor requerido, midiendo para ello aspectos como asistencia, puntualidad y el comportamiento. Las decisiones tomadas a través de este mecanismo en ocasiones provocan desacuerdos y descontento entre los trabajadores, ya que no se evalúan indicadores tales como el cumplimiento de la norma de producción, norma de consumo de materia prima, y los índices de calidad.

2.2.3 Problemas detectados en la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua

Habanos S.A. en los términos contractuales establece que la empresa debe cumplir con los plazos de entrega, con la ritmicidad, con las cantidades establecidas por surtidos y que los lotes cumplan con las características de calidad establecidas para el producto. Por la importancia que representa para la organización satisfacer al cliente es necesario analizar dichos indicadores, pues estos forman de los objetivos definidos por la empresa.

En los balances que se realizan anualmente en la empresa se analizan los principales resultados, dentro de ellos se destacan el cumplimiento de la demanda de tabacos torcidos con destino a la exportación. Este indicador se mide en miles de unidades físicas, miles de pesos y por surtidos. Otro aspecto fundamental es el análisis del comportamiento del producto no conforme identificado en la comercialización.

A continuación se explica el desempeño de la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua para los últimos 4 años, donde se hace énfasis en la satisfacción de la demanda y los principales índice de calidad.

Cumplimiento de la demanda

En los años analizados se observa una tendencia decreciente en el incumplimiento de la demanda por surtidos. En el año 2012 se logra satisfacer el plan en un 73 %, mientras que en el 2015 disminuye en un 25 % (Ver Figura 2.5).

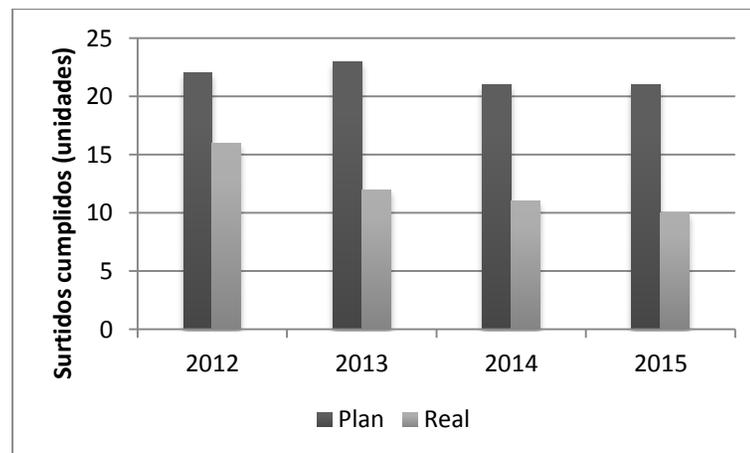


Figura 2.5 Comportamiento del cumplimiento de la demanda por surtidos en los últimos cuatro años.

Se muestra en la Figura 2.6 que existe un comportamiento irregular en cumplimiento del plan en unidades físicas, siendo el último año el de mayor diferencia. Esta situación se encuentra motivada porque en ocasiones la fábrica tiene la posibilidad de vender surtidos

Capítulo 2

más sencillos en su elaboración y las inspecciones de calidad son menos rigurosas. Estos surtidos reportan mayor cantidad de unidades físicas, pero no de valores.

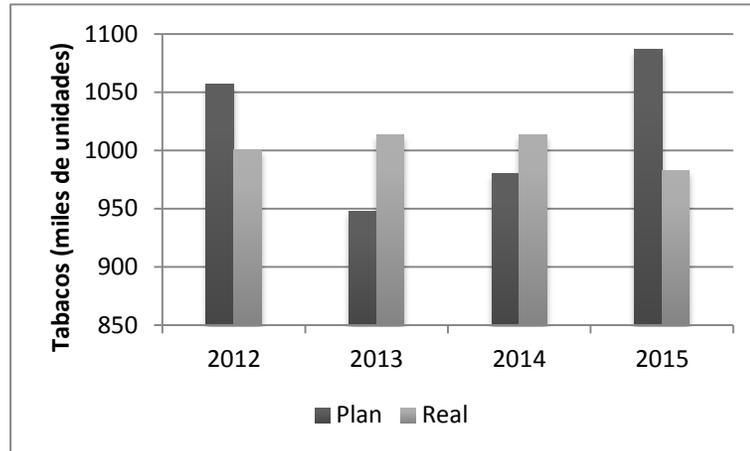


Figura 2.6 Comportamiento del cumplimiento de la demanda en unidades físicas en los últimos cuatro años.

En el periodo de análisis la UEB logra cumplir con la demanda en miles de pesos con excepción del año 2015. El comportamiento se presenta en la Figura 2.7.

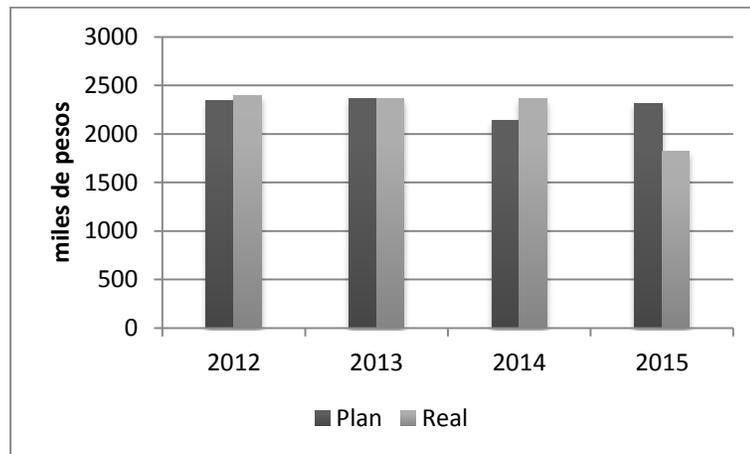


Figura 2.7 Comportamiento del cumplimiento de la demanda en valores en los últimos cuatro años.

Se comprueba que a pesar de cumplir con la demanda tanto en miles de unidades como en valores no se logra en ninguno de los años anteriores satisfacer adecuadamente la demanda del cliente por surtidos.

El año que presenta mayor afectación es el 2015, los problemas en el cumplimiento se reflejan principalmente en satisfacer las unidades en cada uno de los surtidos de tabaco.

Capítulo 2

En la Figura 2.8 se observan el porciento que se logra vender de lo pactado con Habanos S.A., los que presentan signos negativos representan incumplimientos. Se observan en el Anexo 13 los detalles del plan 2015.

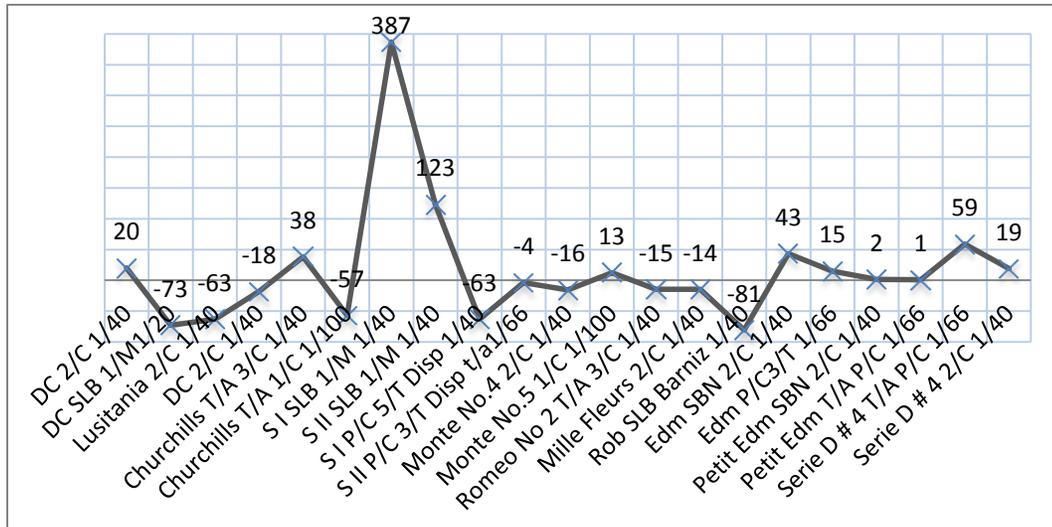


Figura 2.8 Comportamiento del cumplimiento de la demanda por surtidos (%).

En el gráfico anterior se evidencia irregularidad en algunos surtidos. Dentro de la marca Hoyo de Monterrey se encuentran dos surtidos, Double Corona SLB 1/M 1/20 y Double Corona 2/C 1/40, donde el primero se encuentra incumplido al 73 % y el segundo se cumple al 120 %, ambos surtidos constan de igual vitola y precio de venta.

Otro ejemplo que evidencia desajustes en el cumplimiento por surtidos es en el caso del Churchills T/A 1/C 1/100 y Churchills T/A 3/C 1/40 de la marca Romeo y Julieta, la tendencia hacia el surtido de sobrecumplimiento esta dado porque el mismo requiere menor número de operaciones en el proceso de terminado para generar la misma cantidad de productos.

En el caso de los surtidos correspondientes a la marca cohiba se observa que existen sobrecumplimientos en el Siglo I (1/M 1/40) y Siglo II (1/M 1/40) ambos surtidos se envasan en cajones de madera en mazos de 25 unidades. A diferencia del Siglo I (P/C 5/T) y Siglo II (P/C 3/T T/A) los cuales se envasan en un primer envase, esos en segundo envase, y todo ellos en un tercer envase por cada unidad de tabaco. Esto constituye un mayor número de recursos a tener disponibles, así como el tiempo para ejecutar las operaciones.

Las explicaciones expuestas con anterioridad demuestran nuevamente que no se satisface la demanda por surtidos, existiendo sobrecumplimientos importantes en algunos casos en particular. Las diferencias porcentuales entre surtidos con el mismo formato de tabaco (vitola), pero con distinta forma de envasar, indica que los ritmos de trabajo en el área del terminado estimulan la realización de aquellos productos con menor ciclo productivo.

Cumplimiento de los índices de calidad

Luego que culmina el proceso de la industria y el producto es confeccionado en su totalidad, se procede a su comercialización donde la evaluación de la calidad forma parte de una revisión rigurosa. Cuando no se logra la aceptación del 96 % de la producción se afecta la organización en general, su imagen, finanzas, costos, al desempeño de los trabajadores y su remuneración. Se incurre en pérdidas de transporte y combustible, de salario, de tiempo, de materia prima y los reprocesos agudizan la carga de trabajo y desmotivan al personal.

Acorde a estos indicadores se analizan los últimos 4 años para conocer el resultado de las inspecciones de los lotes de tabaco confeccionados por la UEB objeto de estudio. Se identifica de dónde procede el producto no conforme, cuál es el principal concepto de rechazo o causa cómo se comunica en las actas de no conformidad.

En la Figura 2.9 se observa que a final de cada año representado, se incumple con el nivel de calidad pactado con el cliente, donde sólo el 4 % de la producción debe ser defectuosa. Las revisiones se realizan lote a lote, donde se devuelve la totalidad del lote cuando la inspección de muestreo resulta inconforme.

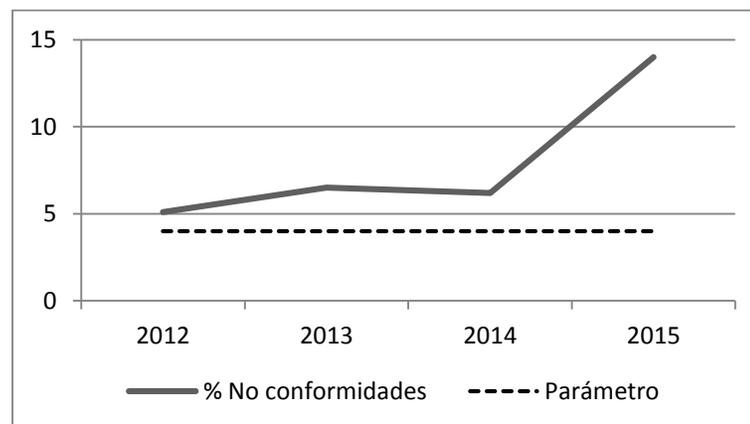


Figura 2.9 Comportamiento de las no conformidades detectadas por Habanos S.A. en los últimos cuatro años (%).

Capítulo 2

El producto terminado es sometido a dos inspecciones antes de ser enviado al comercializador mayorista, Habanos S.A., la primera inspección se realiza en la fábrica y la segunda inspección se realiza en el almacén concentrador, este es el depósito final hasta que la mercancía es enviada al cliente. En las inspecciones realizadas se detecta que las causas principales que motivan los lotes no conformes son por concepto de plaga (picado), humedad y moho, siendo el año más crítico en 2015 (Ver Figura 2.10).

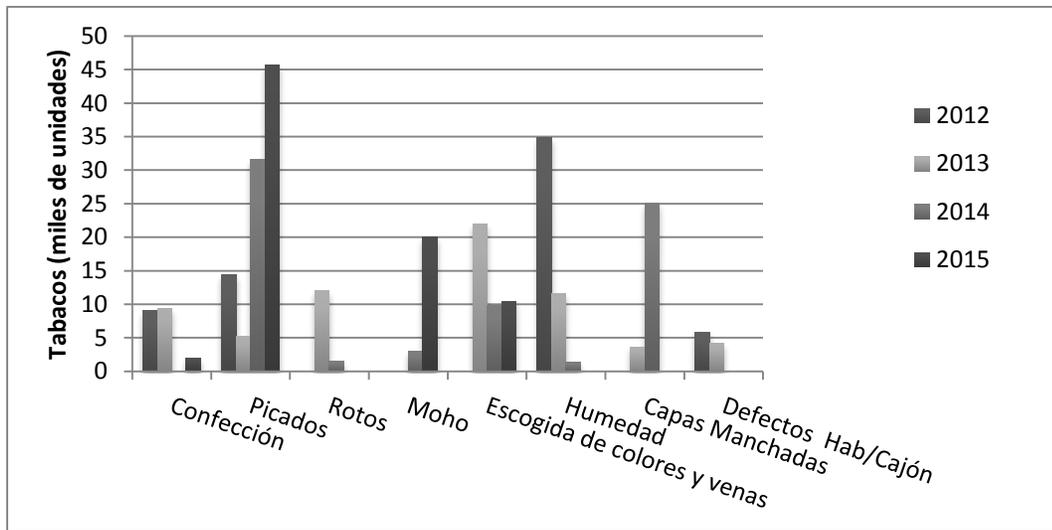


Figura 2.10 Comparación de las no conformidades según la causas en los en los últimos cuatro años.

En las estadísticas registradas en los correspondientes años de acuerdo con los resultados de las inspecciones, tanto del grupo de calidad del Almacén Concentrador como del cliente Habanos S.A., se presencia que el mayor porcentaje de rechazo de los lotes fueron por causas generadas principalmente por la violación de la disciplina tecnológica.

El proceso para la producción de tabaco torcido cuenta con un procedimiento para la evaluación del cumplimiento de la disciplina tecnológica en la actividad industrial donde se controlan cinco parámetros, desglosados por las diferentes fases en la actividad.

El control se ejecuta a partir de una lista de chequeo indicada por la dirección de calidad del Grupo Tabacuba, donde se ponderan cada una de las etapas del proceso en la industria. La lista se aplica por la empresa mensual y luego se resumen los resultados en el año. En el Anexo 13 se observan los resultados en el año y los aspectos más afectados.

Capítulo 2

En la Figura 2.11 se muestran las desviaciones en el cumplimiento de la disciplina tecnológica, donde se identifica que las tres primeras etapas presentan dificultades en la puntuación.

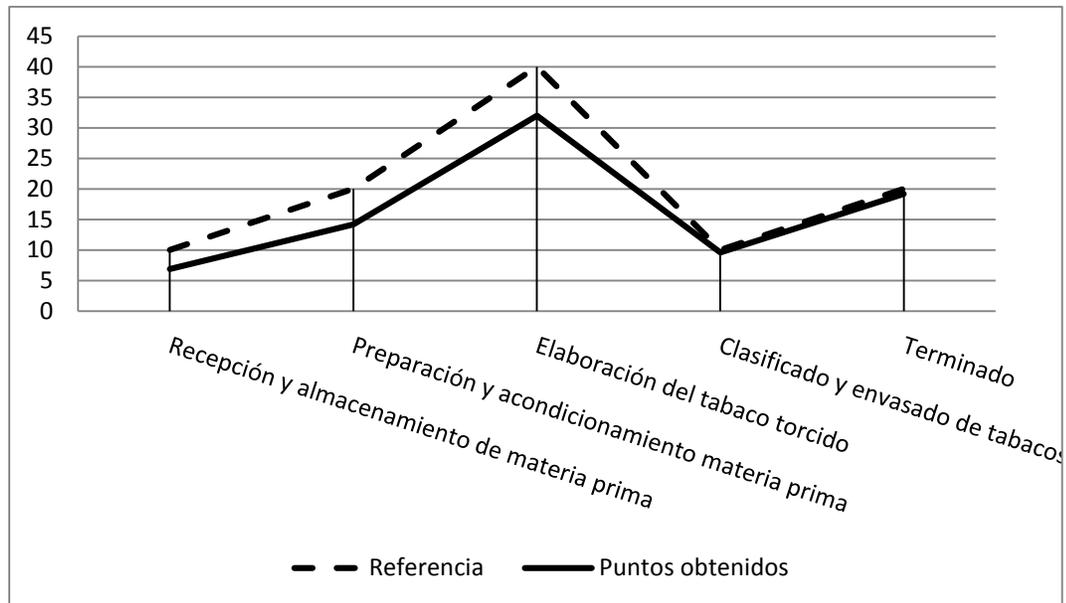


Figura 2.11 Resultados de la lista de chequeo para el cumplimiento de la disciplina tecnológica en el proceso de tabaco torcido.

Los aspectos más afectados se explican a continuación:

- En los registros para comprobar el tiempo de fumigación se evidencia la violación de los ciclos, esto impide detener el periodo de reproducción de especies de insectos como: *Lasioderma serricorne* (F.) conocida con los nombres comunes de carcoma, gorgojo o escarabajo del tabaco, *Ephestia elutella* (Hbn. o polilla del tabaco y *Catorama tabaci* las causan considerables pérdidas económicas si no se manejan correctamente.
- Se detecta que el manejo integrado de plagas no se realiza como está concebido, la empresa desde finales del 2014 no cuenta con trampas de feromonas para el monitoreo de plagas. Además la limpieza en las áreas no se realiza de manera adecuada y en las inspecciones se ha detectado la existencia de plagas vivas.
- Las revisiones a las producciones en el escaparate para detectar alguna presencia de plaga no se efectúa cada 20 días como se establece en el procedimiento de control de plaga del tabaco post cosecha.

Capítulo 2

- Se comprueba a partir de las entradas y salidas de las producciones del escaparate que se interrumpe del tiempo para su reposo, esto impide que el tabaco adquiera la humedad requerida y se detecte posteriormente en las inspecciones de calidad la no conformidad en ese parámetro, incluso posibilita la aparición de moho.

Está establecido por las normas cubanas del tabaco que las características de humedad, moho y plaga no poseen nivel de calidad aceptable (NCA) ante las inspecciones de calidad, por el riesgo que representa en la propagación y contaminación a otras producciones, así como sus afectaciones económicas.

En la fábrica cuando se detecta materia prima plagada se somete a fumigación, la cual no permanece en exposición el tiempo necesario para erradicar la infestación. Esa es interrumpida, para dar continuidad al ciclo productivo. De igual forma cuando se entregan las producciones del torcido, por la premura que existe en el área de terminado para un producto en específico se omite o se dificulta el tiempo de secado en el escaparate.

La humedad afecta a la producción de tabacos torcidos en general, pero aquellos surtidos que por su tipo requieran ser envasados en tubos de aluminio presentan mayor riesgo de contraer moho, porque no existe la posibilidad de que intercambie con el medioambiente y se estabilicen sus niveles de humedad. Por otra parte la fábrica asiduamente contiene en su demanda un importante número de surtidos con estas características, estos representan para el caso del año 2015 el 40 % de la producción y su aporte en valores es considerable.

En las fábricas de torcido se establece el uso del ácido propiónico para prevenir o eliminar la infestación por moho en el tabaco torcido, que se envasan en tubos o envuelto. Se encuentra indicada la aplicación a todos los tabacos de esta solución, al 1 % de ácido y el resto de agua. Este proceso también es infringido por el tiempo que se requiere, y si posteriormente no se le concede a la producción el tiempo de reposo en el escaparate es aún más propenso a contraer moho.

2.2.4 Selección de los expertos

Para el estudio se convoca a un grupo de expertos conocedores del tema con el propósito de identificar las posibles causas que afectan la satisfacción de la demanda y los indicadores de calidad. Para ello se calcula el número de expertos necesarios, mediante la siguiente expresión 2.1:

Capítulo 2

$$n = \frac{p(1 - p)k}{i^2} \quad (2.1)$$

Donde:

k: Constante que depende del nivel de significación estadística. La determinación de la constante es acorde al nivel de confianza escogido para el trabajo (95%).

p: Proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos. (0.05)

i: Precisión del experimento. (0.15)

Mediante el cálculo anterior se conoce que se necesitan 9 expertos para tratar el tema. Se confecciona una lista, donde se analizan cualitativamente un grupo de posibles participantes. Para ello se tiene en cuenta la creatividad, disposición a participar, experiencia científica y profesional en el tema, capacidad de análisis, pensamiento lógico y deseo de trabajo en grupo.

Luego de tener la lista se comprueba el grado de competencia que poseen los expertos en el tema. El cálculo se realiza de acuerdo con la opinión del experto sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está resolviendo y con las fuentes que le permitan argumentar sus criterios (Método Delphi).

El método para la determinación de competencia y el cuestionario que se aplica los expertos se detalla en el Anexo 14. Para el procesamiento de las encuestas se consulta (L. García y Fernández, 2008), luego se seleccionan los expertos según el coeficiente de competencia calculado, estos que se muestra en el Anexo 15 y en la Tabla 2.1 el resultado del coeficiente.

Tabla 2.1 Cálculo del coeficiente de competencia de cada experto

Expertos	Coeficiente de conocimiento (Kc)	Coeficiente de argumentación (Ka)	Coeficiente de competencia (Kcomp = $\frac{Kc+Ka}{2}$)	Calificación de la competencia (Alta, Media y Baja)
1	0.9	0.99	0.945	Alta
2	0.9	0.89	0.9	Alta
3	0.8	0.99	0.9	Alta
4	1.00	0.89	0.95	Alta
5	0.7	0.99	0.85	Alta
6	0.9	0.89	0.895	Alta
7	0.9	0.96	0.88	Alta
8	0.9	0.96	0.88	Alta
9	0.9	0.89	0.9	Alta

Capítulo 2

Los expertos seleccionados poseen un coeficiente superior 0.8, por tanto se define que son competentes y sus criterios contribuyen a la investigación.

Mediante el trabajo en grupo se les pide a los expertos que identifiquen las causas que influyen en el incumplimiento de la demanda y que los de calidad se encuentren por encima de los parámetros permisibles, estas son:

1. La planeación agregada actual no garantiza la satisfacción de la demanda
2. No existe interrelación entre los departamentos funcionales encargados de la planeación de la producción
3. No se planifica en función de la capacidad existente
4. No se planifica la cantidad de producción extra necesaria para satisfacer la demanda
5. Los volúmenes de producción en los periodos no se encuentran nivelados
6. No se prevé el incumplimiento en un periodo y su afectación económica
7. Altos costos en la producción
8. No se utilizan herramientas y métodos cuantitativos que posibiliten una planeación más certera
9. Se planifica a nivel de producto en todos los niveles jerárquicos del proceso de planeación
10. Inadecuada organización y control de la producción
11. Desmotivación de la fuerza laboral
12. Inestabilidad de la fuerza laboral
13. Altos índices de productos defectuosos dentro del proceso de elaboración
14. Altos índices de productos no conformes en el proceso de comercialización
15. Sobreconsumos de materia prima
16. Incumplimiento de las normas de producción
17. Aumento de la demanda
18. El sistema de pago no garantiza la productividad en todas las vitolas
19. Baja disponibilidad de recursos humanos y materiales
20. Bajo nivel cultural del personal
21. Mala calidad de la materia prima y materiales
22. Violación de la disciplina tecnológica
23. Elevada presión por cumplir el plan
24. Dificultades en la toma de decisiones
25. La asignación de trabajo no garantiza la calidad del producto

26. La asignación de trabajo no garantiza la optimización de los recursos

Las variables anteriores se someten al criterio de los expertos para definir cuáles son pertinentes para la investigación. Se utilizan ponderaciones del 1 al 10, siendo 10 muy pertinente. El trabajo se presenta en forma de matriz y se procesa con apoyo del software IBM SPSS versión 19.0, para determinar si existe comunidad de preferencia. El coeficiente de concordancia W de Kendall posee un valor alto de 0,891. Por tanto todas las variables resultan pertinentes en la investigación y existe concordancia entre los expertos como se evidencia en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Estadísticos de contraste

N	9
W de Kendall ^a	,891
Chi-cuadrado	200,517
gl	25
Sig. asintót.	,000

Fuente: Software IBM SPSS versión 19.0.

2.2.5 Reducción de las causas a través del análisis de redes sociales

Por la necesidad que representa para la investigación, es oportuno definir cuáles son las variables principales a tratar de las 26 identificadas por los expertos. Para la reducción de variables se emplea el software UCINET 6, según Rodríguez et al. (2013) esta plataforma posibilita el análisis de redes sociales, el cual jerarquiza los problemas dentro de un grupo. A través del UCINET 6 se conocen las interacciones de las variables de tal modo que dichas interacciones puedan ser representadas en un grafo o red (Álvarez y Aguilar, 2005; Borgatti et al., 2012).

Una red social es un conjunto de actores (causas, agentes o nodos) que están interrelacionados (enlaces). En una red pueden existir tantos actores como sean necesarios y una relación de pares entre cada uno de ellos. La cantidad de información necesaria para la descripción de una red social generalmente es grande y administrarla desde los patrones reconocidos puede ser complicado. El análisis resulta menos complejo con el uso de herramientas matemáticas como las matrices para el trabajo con los índices que describen las interrelaciones y los grafos para su visualización.

Para el análisis se parte de la existencia de una matriz construida a partir del criterio de los expertos, esta contiene las relaciones causa-efecto entre las variables, los mismos

Capítulo 2

valoran la influencia entre las variables de 0 a 3, siendo 3 influencia alta. La matriz que muestra la relación entre las causas definidas con anterioridad por los expertos como pertinente para el estudio se muestra en el Anexo 16.

Para la selección de las variables oportunas a tratar se determina el grado de centralidad (centrality degree), este indicador permite una selección objetiva de las principales variables que constituyen causa de otras. En la Tabla 2.3 se observan los valores de centralidad. En la presente investigación se eligen las variables con mayor grado de salidas (OutDegree), pues estas son la principal causa de la mayor parte de los efectos identificados. El resto de los resultados de centralidad se referencian en el Anexo 18.

Tabla 2.3 Resultados de centralidad a partir del software UCINET 6 (Borgatti et al., 2012)

	OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
1	35.000	17.000	46.667	22.667
8	34.000	7.000	45.333	9.333
26	33.000	22.000	44.000	29.333
10	18.000	11.000	24.000	14.667
20	17.000	13.000	22.667	17.333
21	16.000	1.000	21.333	1.333
22	15.000	17.000	20.000	22.667
18	14.000	7.000	18.667	9.333
11	14.000	15.000	18.667	20.000
19	14.000	7.000	18.667	9.333
17	13.000	4.000	17.333	5.333
25	12.000	15.000	16.000	20.000
5	12.000	8.000	16.000	10.667
24	12.000	17.000	16.000	22.667
23	11.000	16.000	14.667	21.333
4	10.000	12.000	13.333	16.000
6	8.000	11.000	10.667	14.667
12	8.000	16.000	10.667	21.333
2	7.000	5.000	9.333	6.667
13	6.000	27.000	8.000	36.000
9	6.000	5.000	8.000	6.667
14	4.000	23.000	5.333	30.667
16	3.000	13.000	4.000	17.333
15	3.000	13.000	4.000	17.333
7	3.000	20.000	4.000	26.667
3	2.000	8.000	2.667	10.667

En correspondencia con la tabla anterior se determinan que las variables 1, 8 y 26 son las principales causas de los problemas en el cumplimiento de la demanda y la calidad del producto, pues la mayor parte de los efectos que se ponen de manifiesto dependen de dichas variables.

Las variables son las siguientes:

Variable 1: La planeación agregada actual no garantiza la satisfacción de la demanda

Variable 8: No se utilizan herramientas y métodos cuantitativos que posibiliten una planeación más certera

Variable 26: La asignación de trabajo no garantiza la optimización de los recursos

En el grafo (Ver Figura 2.12) que representa las interrelaciones de la matriz se comprueba que las variables seleccionadas forman parte de los nodos ubicados en el centro del grafo, lo cual demuestra que las mismas juegan un rol fundamental en el control de la red.

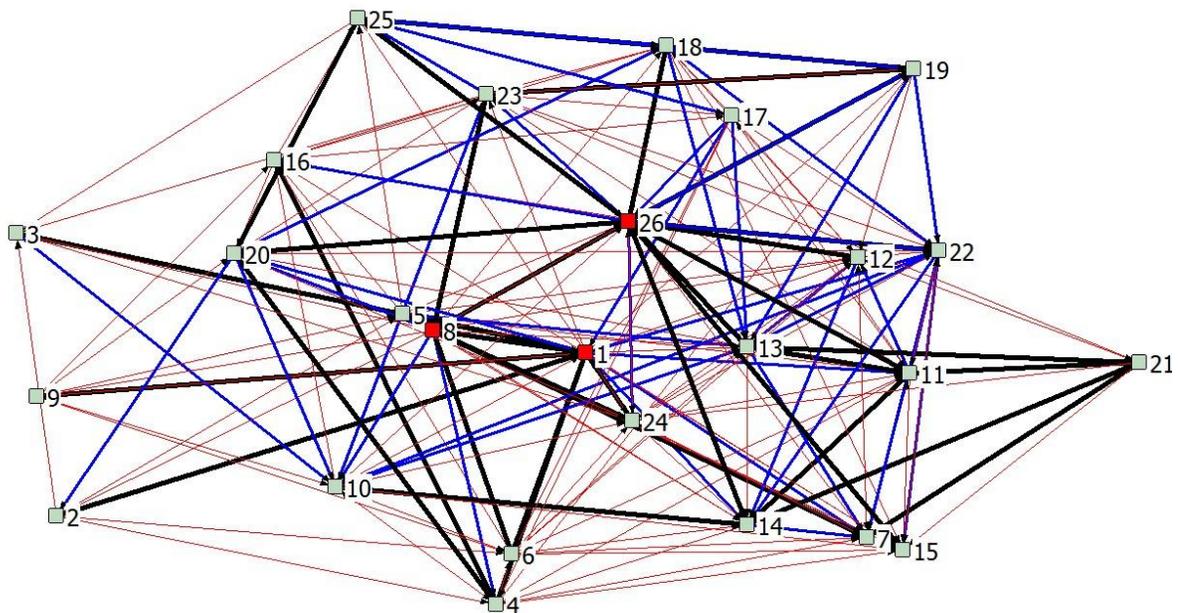


Figura 2.12 Representación de la interacciones entre las variables.

Las variables elegidas a partir del análisis forman parte de la estructura jerárquica del proceso de planeación de la producción, por este motivo es necesario describir cómo se realizan estas actividades en la empresa y en la UEB de tabaco torcido, para detectar los problemas en el funcionamiento del sistema.

2.3 Caracterización del sistema de planeación de la producción en la Empresa Acopio, Beneficio y Torcido de Tabaco Cienfuegos

El proceso de planeación de la producción en la empresa comienza cuando se reciben las directrices del plan en unidades físicas y valores por parte de la Dirección de Industria del Grupo TABACUBA para un período de un año desglosado por trimestres, indicado por surtidos en las diferentes categorías. Posteriormente este plan se desagrega por UEB a partir de las disponibilidades de diferentes recursos tanto materiales como humanos, por ejemplo cantidad de moldes por vitola, cantidad de torcedores por categorías. Teniendo en cuenta las fichas de costo de las diferentes vitolas de galera y de terminado se elaboran las necesidades de recursos para satisfacer el plan en sus diferentes niveles, tanto en la empresa como en las UEB.

La materia prima para garantizar la producción (Tripa, Capote y Capa) es planificada a partir del desglose de unidades físicas del plan de galera que es el 7 % por encima al plan de ventas, para evitar cualquier eventualidad.

Dicho plan, cuyo horizonte de tiempo es un año se procede a aprobar en el Grupo Tabacuba y en el Ministerio de la Agricultura, de esta forma queda conformado el plan técnico económico para el año. El plan anual de cada UEB, desglosado en trimestres y por meses, tanto en unidades físicas como en valores para cada vitola de galera y de terminado se presenta en los Consejos de Dirección.

Los jefes de taller y brigadas consideran el plan de galera de mes para realizar el montaje de la cantidad de puestos de trabajo a habilitar atendiendo a las normas de trabajo aprobadas para cada actividad. En cada una de las etapas descritas anteriormente se establecen los controles pertinentes con la finalidad de registrar las producciones realizadas y de esa manera poder tomar las decisiones de manera acertada.

2.3.1 Planeación a largo plazo

En esta etapa de la planeación se toma en consideración que Habanos S.A mantiene sus niveles de ventas a nivel mundial a pesar de todas las campañas anti -fumadoras que se desarrollan en el orbe. La empresa planifica cursos de aprendizaje con el propósito de aumentar la fuerza de trabajo, fundamentalmente torcedores, lo cual contribuye a elevar los niveles productivos. El análisis anterior se realiza de forma muy elemental, sin la utilización de técnicas cualitativas y cuantitativas.

Capítulo 2

Es necesario plantear que estos últimos cotejos los realiza Habanos S.A. y el Grupo Tabacuba fundamentalmente, pues la empresa no tiene información del comportamiento de las ventas de sus producciones en el mercado mundial, ya que son estas organizaciones las que deciden los planes de las empresas y Habanos S.A. realiza las ventas y las interacciones directas con los clientes.

2.3.2 Planeación anual

La planeación se realiza según la demanda del cliente, detallada en los meses del año. En el departamento de Tecnología y Desarrollo se determinan la producción de galera por vitolas, además de las necesidades materias primas, materiales y mano de obra en tiempo normal calculada según la demanda. Esto se efectúa auxiliándose de varios libros de excel con múltiples hojas de cálculo relacionadas entre sí, ofreciendo resultados de manera independiente. Las necesidades determinadas se realizan de manera detallada por surtidos y las materias primas por clases según las fichas de costos. Se planifican los costos de adquirir todos los insumos involucrados en la producción del tabaco.

En el departamento de Recursos Humanos en función del plan de producción se planifica el gasto de salario en tiempo normal, sin tener en cuenta la necesidad de producción en tiempo extra y el gasto que supone. No realizan balances de capacidad, ni se analizan cuánto se debe tener en inventario de seguridad para los picos de demanda. Aunque no se planifica horas extras se realizan en la práctica reiteradamente, creando cansancio a los trabajadores y errores en la ejecución del trabajo.

Los departamentos implicados en el proceso realizan su trabajo de forma individual imposibilitando que todos los integrantes tengan conocimiento del resultado general, y obtengan una estimación de los principales indicadores con vistas a adoptar estrategias de producción.

2.3.3 Plan maestro de producción

El programa maestro de producción se realiza a partir del plan trimestral, considerándose los pedidos pendientes. Se realizan los ajustes al plan de producción mensual y su cumplimiento es dependiente de la existencia de la materia prima, principalmente las hojas de capa. La planeación de las producciones tiene un comportamiento irregular, lo cual provoca cambios en las asignaciones de trabajo con frecuencia.

2.3.4 Asignación de trabajo

La asignación y secuenciación de las órdenes se realiza de manera arbitraria, lo cual influye en la elección de obreros que no son idóneos para determinados tipo de vitola. Esto provoca altos índices de rechazo, aprovechamientos inadecuados de materia prima y en ocasiones no se logra que el obrero alcance los niveles de producción que necesita la organización.

2.4 Principios de manufactura esbelta enfocados en la solución de los problemas

Una vez que se conocen los principales problemas se decide enfocar las soluciones de los mismos con la aplicación de la estructura jerárquica de la planeación de la producción definida por Machuca et al. (1995b). La planeación se ejecuta sobre la base de la existencia del plan estratégico y los recursos materiales para la producción de tabaco torcido. Por estas razones se pretende efectuar:

1. La planeación agregada de la producción
2. Programa maestro de producción en el taller de torcido
3. Asignación de producción en el taller de torcido

La planeación en los diferentes niveles está enfocada a cumplir con algunos de los principios de la manufactura esbelta o lean manufacturing. La reducción del despilfarro es una de las características clave de los sistemas LEAN. Los sistemas LEAN se centran en buscar las operaciones que no aportan valor e intentan eliminarlas, según Liker (2004) la mayoría de los procesos en los negocios son un 90% de desperdicio (WASTE) y un 10% de trabajo con valor añadido.

Existen 7 MUDAS o despilfarros: sobreproducción, esperas, transportes, sobreprocesar, exceso de inventario, movimientos innecesarios y defectos. Los procesos productivos no son los únicos que presentan MUDAS están también presentes en los procesos de gestión como los retraso en las decisiones

Es necesario conocer que uno de los principios de la manufactura esbelta se basa en la nivelación de la carga de trabajo (HEIJUNKA) el cual matiza el concepto de flujo ideal. Este propone un cierto desacoplamiento del PULL del cliente para minimizar dos tipos de despilfarros, el MURI (sobrecarga del personal o de las máquinas). En esta dirección la propuesta consiste en nivelar la carga de trabajo a través de planes que utilicen los inventarios razonablemente.

Capítulo 2

Mediante la planeación agregada se espera determinar cuál es el inventario de seguridad óptimo que permita lograr la nivelación requerida con el propósito de disminuir la sobrecarga de trabajo. Esto supone que la producción de galera genere cantidad de inventario que facilite la continuidad de las operaciones en el área del terminado, lo cual contribuye a satisfacer la demanda del cliente por concepto de surtido. Con PA se pretende optimizar las decisiones, es necesario que tanto la empresa como la fábrica, conozca a que se enfrentan en próximos periodos que posibilite la adopción de estrategias de producción.

Con un trabajo fluido se prescinde de las acostumbradas horas extras en los periodos de altas demandas, se evita el cansancio del trabajador. Se contribuye a cumplir con la disciplina tecnológica, sin la necesidad de interrumpir los tiempos establecidos para el proceso de fumigación, prevención del moho con la aplicación del ácido propiónico y al menos 5 días en el escaparate.

En este sentido se entiende que los desperdicios de sobreproducción y exceso de inventario no se aplican al proceso en cuestión. Actualmente la única forma de cumplir con la demanda es bajo la condición de un inventario de seguridad importante que enfrente las variaciones.

En la asignación de las producciones según la vitola a realizar, se espera identificar los trabajadores para aquellos tipos de tabaco que por su forma (vitola) y su destino comercial (marca) presenten mayor costos de producción y valor en el mercado. Los obreros destinados a la confección de estos productos deberán ajustarse de igual forma a los principios de la manufactura esbelta. Estos deben ser: los que generen menor desperdicio de materia prima, los que presenten producciones con la calidad requerida y posean mayor productividad.

2.5 Conclusiones parciales

Luego de caracterizar y diagnosticar la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua se encontraron una serie de problemas asociados con el cumplimiento de la demanda, para ello se resumen las siguientes conclusiones parciales:

1. Las mayores dificultades detectadas estuvieron relacionadas con el cumplimiento de la producción por surtidos, la tendencia al crecimiento de los incumplimientos y a problemas importantes con la calidad, lo que justifica la realización de la investigación en la UEB seleccionada.

Capítulo 2

2. La utilización del trabajo en equipo con expertos y del análisis de redes sociales posibilitaron la selección oportuna de causas asociadas a la planeación de la producción, siendo las que mayor influencia tienen en la persistencia de los problemas detectados en la caracterización de la UEB.
3. Se propone como solución la realización coherente de la planeación jerárquica de la producción soportada en el uso de herramientas matemáticas y de principios de la manufactura esbelta para lograr una mayor eficiencia y calidad de la producción.

Capítulo 3

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DE LA ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

En este capítulo se exponen los principales resultados en la aplicación de la estructura jerárquica definida por Machuca et al. (1995b) para planear la producción en cada nivel de decisión. Se explica cómo se realiza la planeación agregada en la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua, el plan maestro de producción en el taller de torcido, así como la asignación de trabajo. Los resultados contribuyen al perfeccionamiento del sistema productivo bajo los principios de manufactura esbelta.

3.1 Plan agregado de producción

3.1.1 Formulación del modelo para la planeación agregada de la producción en la UEB de Tabaco Torcido Castillo de Jagua

La planeación agregada de la producción se realiza a través de un modelo que permite optimizar el proceso y adoptar estrategias para enfrentar los posibles eventos, así como su impacto económico. Se presenta a continuación la formulación del mismo:

La descripción del modelo contiene una serie de elementos que se dividen en: conjuntos, variables de decisión, parámetros, funciones objetivo y restricciones, que se explican a continuación:

Conjuntos

I: conjunto de formas de producción de tabaco torcido ($i=1,2,\dots,I$)

J: conjunto de marcas de tabaco producidas por la UEB ($j=1,2,\dots,J$)

K: conjunto de meses que se planifican ($k=1,2,\dots,K$)

M: conjunto de insumos requeridos para la producción de tabaco. ($m=1,2,\dots,M$)

Variable de decisión

X_{ijk} : cantidad de tabacos j producidos de la forma i en el mes k

Parámetros

D_{jk} : demanda de tabacos de la marca j en el mes k

I_{0jk} : inventario inicial de tabacos de la marca j en el mes k

I_{jk} : inventario final de tabacos de la marca j en el periodo k

P_j : precio de venta de mil tabacos de la marca j

CMO_i : costo de mano de obra con la forma de producción i

CC: costo de contratación

α : índice de ausentismo

NOT: número total de obreros

NOA: número actual de obreros

NC_j^m : norma de consumo del insumo m para la marca j

CON: cantidad de obreros necesarios para cumplir con la demanda

C_j^m : costo del insumo m para la marca j

NR : norma de rendimiento por torcedor

NOC: cantidad de obreros contratados

Función objetivo

El modelo propuesto tiene como objetivo principal planificar la producción de tabaco torcido de la UEB de Tabaco Torcido Castillo de Jagua. Esto se logra con la función objetivo (expresión 3.1), esta describe las utilidades del proceso para un periodo determinado, caracterizado por el conflicto existente entre la necesidad de utilizar toda la capacidad de trabajo en tiempo normal, cumplir con la demanda y minimizar los costos.

$$\begin{aligned} \max \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K [P_j (D_{jk} - X_{3jk})] - \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K [(P_j - C_j^m - COM_2) * X_{3jk}] - \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K [CMO_i * X_{ijk}] \\ - \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M [C_j^m * NC_j^m * X_{ijk}] - NOC * CC \quad (3.1) \end{aligned}$$

Las ventas están dadas por la demanda menos la producción cedida que es la única producción que no se vende y multiplicada por el precio de venta de las unidades. El costo de la producción cedida está dado por la pérdida de las utilidades que habría brindado de haber sido producidas esas unidades. El costo de mano de obra es la multiplicación del costo de producir mil unidades de la forma de producción i por la cantidad que se produjo de esta misma forma. El costo de los insumos es la multiplicación de su consumo para cada marca j por el precio actual del mismo. El costo de contratación es la cantidad de torcedores contratados por el costo de contratación de un torcedor.

Conjunto de restricciones

La expresión 3.2 asegura que la capacidad de trabajo tiempo normal se aproveche totalmente. Esta propicia que exista un inventario final cuando la demanda sea inferior a la capacidad, la cual se encuentra afectada por el índice de ausentismo.

$$\sum_{j=1}^J X_{1jk} = NO * NR(1 - \alpha) \forall k \quad (3.2)$$

La expresión 3.3 limita la producción en tiempo extra a la capacidad de trabajo en tiempo extra que es igual al 20% de la capacidad en tiempo normal.

$$\sum_{j=1}^J X_{2jk} \leq 0,2 * NO * NR(1 - \alpha) \forall k \quad (3.3)$$

La expresión 3.4 garantiza que la producción de tabacos conjuntamente con el inventario inicial satisfaga la demanda como mínimo.

$$\sum_{i=1}^I X_{ijk} \geq D_{ik} - I_{0jk} \forall j, k \quad (3.4)$$

La expresión 3.5 impide que las variables tomen valores negativos.

$$\forall X_{ijk} \geq 0 \quad (3.5)$$

Descripción de los conjuntos

J: Es el conjunto de formas de producción que puede realizar el modelo para cumplir con la demanda, su composición se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Formas de producción (miles de unidades)

1. Producción en tiempo normal
2. Producción en tiempo extra
3. Producción cedida

I: Es el conjunto de marcas de tabaco (Ver Tabla 3.2). Son las seis marcas producidas por la UEB de Tabaco Torcido Castillo de Jagua.

Tabla 3.2 Marcas de tabaco

1	2	3	4	5	6
Montecristo	Romeo y Julieta	Cohíba	Monterrey	Punch	Partagás

M: Conjunto de tipos de insumos. Estos constituyen las materias primas utilizadas en la producción de tabaco como son los anillos, cajas, clavos entre otros. En ese grupo no se incluyen las diferentes de las hojas de tabaco (Ver Anexo 19).

3.1.2 Determinación de los datos para la planeación agregada en la UEB de Tabaco Torcido Castillo de Jagua

En la EABTT Cienfuegos así como en la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua se entiende como demanda a cumplir el plan de ventas conciliado con Habanos S.A., cliente mayorista de TABACUBA. Este plan se expresa por vitolas (forma que poseen los tabacos) y por marcas. La demanda para el año 2016 se encuentra en el Anexo 20.

Para cumplir la demanda es necesario calcular el requerimiento de materias primas y materiales que se necesitan para elaborar el total de unidades. Las materias primas principales corresponden a las hojas de tabaco y los insumos a todo lo que se le añade al producto luego de ser torcido. El cálculo se realiza de manera agregada, con el empleo de familias de productos que corresponden a las marcas comerciales.

Determinación de las normas de consumo de las hojas de tabaco

Se utilizan las normas de consumo existentes para determinar la cantidad de hojas de tabaco necesarias para dar cumplimiento a la demanda. En estas se especifica el consumo por vitola en kg de tabaco por cada 1000 unidades producidas como se muestra en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Normas de consumo

Vitola	Capote	Fuerza 1	Fuerza 2	Fuerza 3
Prominentes	3.77	4.82	9.29	3.74
Julietas	3.77	4.34	7.82	3.17
Edmundo	3.26	3.17	6.30	2.44
Petit Edmundo	2.60	2.72	6.19	2.04
Robusto	2.72	2.89	5.58	2.24
Marevas	2.49	2.41	4.25	1.47
Petit Coronas	2.49	2.41	4.25	1.47
Perlas	1.87	1.92	3.74	-

Para la producción de tabacos son necesarias las hojas de la planta, estas se clasifican en; capote, fortaleza 1, fortaleza 2, fortaleza 3 y capas, las cuales tienen un rendimiento establecido por una norma de consumo. Para la obtención de un tabaco tipo por marcas se calcula el consumo promedio de cada una de estas, con el objetivo de poder compararlas entre ellas. Debido a pérdidas causadas por los tabacos de rezago y daños a la producción terminada el plan real se debe incrementar en un 7%. La producción debe realizarse entonces a un 107% para evitar incumplimientos con el cliente. Esta norma de consumo ya se encuentra afectada por este porcentaje. Los consumos de cada marca se muestran en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Consumo de materias primas

Marca	Vitola	Consumo (kg/MU)			
		Capote	Fuerza 1	Fuerza 2	Fuerza 3
Montecristo	Edmundo	3,26	3,17	6,3	2,44
	Petit Edmundo	2,6	2,72	6,19	2,04
	Perlas	1,87	1,92	3,74	0
	Promedio	2,58	2,6	5,41	1,49
Romeo y Julieta	Julietas	3,77	4,34	7,82	3,17
	Petit Coronas	2,49	2,41	4,25	1,47
	Promedio	3,13	3,375	6,035	2,32
Cohiba	Robusto	2,72	2,89	5,58	2,24
	Marevas	2,49	2,41	4,25	1,47
	Perlas	1,87	1,92	3,74	0
	Promedio	2,36	2,41	4,52	1,247
Hoyo de Monterrey	Prominentes	11,07	4,82	8,68	3,74
Punch	Prominentes	11,07	4,82	8,68	3,74
Partagás	Robusto	2,72	2,89	5,58	2,24

El consumo de capas es de media hoja por unidad independientemente, la cantidad de medias hojas a utilizar es igual al número de unidades a producir. Para estimar la cantidad de capa que se necesita es necesario determinar la cantidad de manojos que representa este número de medias hojas. Para esta conversión se utiliza la siguiente razón:

2 medias hojas = 1 hoja

45 hojas = 1 gavilla

4 gavillas = 1 manajo

Debido a las pérdidas que están presente en el proceso de torcido de tabacos; como el despallido (retirar la vena central de la hoja), desechos de recortaría y las hojas que se dañan durante el proceso, se incurre en un estimado de pérdida del 5% por tanto se hace necesario recalcular la cantidad de materias primas necesarias para realizar un pedido al almacén con el que se pueda producir la demanda (Ver Tabla 3.5).

Tabla 3.5 Consumo de materias primas (para 1000 unidades)

Marca	Capote (kg)	Fuerza 1 (kg)	Fuerza 2 (kg)	Fuerza 3 (kg)	Capa (mjos)
Montecristo	2,632	2,737	5,695	1,568	1,126
Romeo y Julieta	3,295	3,553	6,353	2,442	1,126
Cohiba	2,484	2,537	4,758	1,313	1,126
Hoyo Monterrey	11,653	5,074	9,137	3,937	1,126
Partagás	2,863	3,042	5,874	2,358	1,126
Punch	11,653	5,074	9,137	3,937	1,126

Cálculo de las necesidades de habilitaciones

Las habilitaciones o insumos son aquellas materias primas necesarias para dar terminación a los tabacos torcidos, tales como envases, sellos, clavos, entre otros. La mayor parte de estas es única para cada marca, razón por la cual se realiza un consumo promedio para cada marca de tabaco a producir. A continuación se muestra el consumo de las mismas para mil unidades, se promedian los consumos por vitola en el caso de aquellas marcas que poseen más de una.

Montecristo

La marca Montecristo posee 4 surtidos, estos poseen normas de consumo según su ficha de costo. Por esta razón y para facilitar el procesamiento se realiza un promedio a las normas de consumo para los surtidos siguientes: Montecristo No.5 2/c 1/40, Edmundo SBN 2/C 1/40, Edmundo P/C 3T T/A Disp. 1/66, Petit Edmundo T/A P/C 3T D 1/66. El consumo promedio de insumos para esta marca se muestra en el Anexo 21.

Romeo y Julieta

La marca Romeo y Julieta en el plan consta de 4 surtidos estos son: Churchills T/A 3/C 1/40, Romeo No 2 T/A 3/C 1/40, Mille Fleurs CB-UW-n-10-n-10, Romeo No 2 CB-UW-C/P-5-A/T-50. Cada uno de estos tiene una norma de consumo diferente por lo que se realiza un promedio que se muestra en el Anexo 22.

Cohiba

La marca Cohiba está compuesta por 4 surtidos los cuales son: Siglo II P/C 3 tabacos Display 1/66, Siglo I SLB 1/40, Siglo I P/C 5 tabacos Display 1/40, Robustos SLB 1/40. Como se puede apreciar cada surtido tiene su propia norma de consumo por lo que se hace necesario determinar un promedio de los consumos de insumos como se referencia en el Anexo 23.

Hoyo de Monterrey

La marca Hoyo de Monterrey posee un tipo de surtido por tanto no se hace necesario realizar un promedio, el consumo de insumos es el de Double Corona 1/M SLB 1/20 que se muestra en el Anexo 24.

Punch

En el caso de la marca comercial Punch se comprueba que para la demanda del 2016 existe un solo tipo surtido, este es la Double Corona SLB 1/M 1/20, por tanto no es necesario realizar agrupación de insumos. Los datos para esta marca se muestran en el Anexo 25.

Partagás

De igual forma sucede con marca Partagás que cuenta para la demanda con el surtido Serie D No.4 SBN 2/C 1/40 cuyo consumo se muestra en el Anexo 26.

Determinación de los recursos humanos necesarios para el torcido de tabacos y sus costos

Para la determinación de los recursos humanos necesarios se elabora una vitola estándar que va a tener como norma de producción el promedio de las normas de producción de las vitolas producidas en la UEB Castillo de Jagua (Ver Tabla 3.6).

Tabla 3.6 Norma de producción (unidades)

Vitola	Productividad (tabacos/día)
Prominente	80
Julieta No2	95
Edmundo	105
Petit Edmundo	125
Robusto	120
Marevas	135
Perlas	145
Petit Corona	175
Promedio	122,5

En el taller de torcido es necesario producir en el año 1 053 900 unidades según la demanda conciliada con Habanos S.A. Se conoce que se pueden producir como promedio 123 unidades/día-obrero, por tanto se determina la catidad de obreros necesarios por la siguiente expresión:

$$Nt = \frac{D}{FT * PN} \quad (3.6)$$

Donde:

Nt: Número de torcedores

D: Demanda anual = plan de ventas * 107%

FT: Fondo de tiempo

PN: Norma de producción

$$FT = \text{días año} - (\text{días domingos} + \text{días sábados no laborables} + \text{días feriados})$$

$$Nt = 31.46 \approx 32 \text{ torcedores}$$

Para cumplir con la demanda la UEB Castillo de Jagua necesita un total de 32 torcedores a tiempo completo y la misma cuenta con una plantilla de 42 torcedores, la cual se encuentra afectada un índice de ausentismo de 38 % para un promedio de 16 trabajadores ausentes por día. Esta situación obliga a que se trabajen horas extras teniendo un costo muy superior al de las horas normales. Esto puede limitar las ganancias de la UEB.

Debido a las ausencias solo se reportan a trabajar 26 torcedores lo que da lugar a un faltante de 6 obreros, esto significa un incumplimiento del plan anual de 122060 tabacos por lo que se hace necesario buscar nuevas vías para dar solución a este problema, como propuesta se tienen las siguientes opciones:

- Contratación de personal
- Trabajar horas extras
- Ceder la producción

La producción cedida no significaría una solución sino que la imposibilidad de cumplir con la demanda, la decisión recae en ceder la producción a aquellas UEB que posean capacidad para cubrir esa parte de la demanda, si no se cede a otra empresa de torcido. La producción se cede a las otras UEB de Tabaco Torcido las que asimilarán la carga para aumentar sus ingresos. Se puede ceder tanta producción como se desee pero esta es la opción más costosa, al ceder la producción se incurre en un costo por pérdida de oportunidad, este será igual a las utilidades que pueden producir las unidades que se ceden.

Determinación del costo de contratación de personal

La contratación de torcedores debe hacerse mediante un curso de preparación en el año que antecede al que se planifica. Para formarse, un torcedor debe graduarse en un curso con duración de 9 meses, a este se presentan un promedio de 35 personas y solo se gradúan aproximadamente 5 según datos históricos tomados del departamento de recursos humanos.

La forma de pago durante el curso se estructura de la siguiente forma; durante los primeros 3 meses los aprendices devengan un salario de \$225,00 más \$75,00 por encontrarse la empresa en perfeccionamiento empresarial, durante el cuarto y quinto mes

el salario es el 50 % del periodo anterior y cobran además el 50 % de la producción que realicen, para el sexto y séptimo mes el salario disminuye al 40 %, mientras que el cobro por producción se mantiene en un 50 % hasta el noveno mes mientras que los salarios básicos son 30 % y 20 % para los dos últimos meses.

Los aprendices abandonan al comienzo del 4to mes siendo el costo por concepto de salario de \$300.00 y el de materias primas de \$2800.00 por cada uno. Todos los aprendices que no abandonan en este periodo alcanzan graduarse con un costo por concepto de salario de \$1734,53 y un gasto de materias primas por un valor de \$8529,00 para un total de \$10263,53.

Para graduar 5 torcedores con un costo de 10263,53 por cada uno para un total de 51316.75, es necesario comenzar con 35 aprendices, de los cuales 30 abandonan en la primera etapa con un costo de \$3100,00 por cada uno para un total de \$93000,00. El costo total del curso es de \$144316,75 para contratar 5 torcedores, el costo de contratación per cápita es de \$28863,35.

Determinación del costo de trabajo en tiempo normal

En la empresa se contempla como trabajo en tiempo normal a la producción realizada dentro de la norma de producción establecida para cada vitola. El costo de trabajar en tiempo normal es 1.47 \$/h y la norma es de 123 tabacos/día o 15 tabacos/h por tanto el costo de producción un tabaco en tiempo normal es de 0.09 \$/tabaco. Por lo tanto el costo de producción en horas normales para mil tabacos es de 90 pesos.

Determinación del costo de trabajar tiempo extra

El trabajo en tiempo extra está contemplado como toda la producción que se realice por encima de la norma de producción, la misma está limitada hasta el 20 % de la producción en tiempo normal, aunque existen periodos en que se viola esta regla por el incremento de la carga de trabajo y la presión por cumplir el plan. Las horas de trabajo extra se pagan de forma diferente a las horas de trabajo normal. La forma de pago para el tiempo extra es 2,25 \$/tabaco y la norma de tiempo es de 123 tabacos/día, 15 tabacos/h por tanto el costo de una hora de trabajo extra es de \$36. El costo de producir mil tabacos en tiempo extra es de 2250 pesos.

3.1.3 Aplicación del modelo matemático para la planeación de la producción en la UEB de Tabaco Torcido Castillo de Jagua

La planeación se realiza según la demanda del cliente para cada mes. El modelo se ejecuta en Excel en la opción del solver. Anualmente se ingresan los valores de la demanda por marca para cada mes y el número de torcedores existente, este procesa los datos y muestra los valores de los costos de insumos, así como las cantidades a consumir por cada tipo. Se obtienen también los consumos de materias primas, mano de obra en tiempo normal y extra. Se especifica si es necesario trabajo extra, indicando el mes, la cantidad y qué marca pertenece. Se determina además si es necesario ceder la producción a otra UEB, identifica en qué periodo y a que marca pertenece la cantidad de producción cedida atendiendo a su costo, para que la afectación económica sea mínima.

Ofrece la cantidad inventario de seguridad por marca, que debe ser al menos el 50 % de la demanda del periodo siguiente, para garantizar el proceso en la escogida de colores perteneciente al taller de terminado y para enfrentar las variaciones de la demanda y evadir altos ritmos de trabajo. Todas las variables interactúan entre sí, ofrece valores óptimos que conforman la estrategia de producción para los cuales se maximizan las utilidades.

Para la planeación agregada en la UEB se decide simular tres escenarios, cuando el taller trabaja a su máxima capacidad, cuando el taller de torcido trabaja con la cantidad de obreros necesarios calculada previamente y con la cantidad de torcedores actuales. En la investigación realizada por Calaña y Clavijo (2016) se obtienen los principales resultados de las alternativas, estos se observan en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7: Resultados por escenarios

Escenarios		50 obreros	48 obreros	42 obreros
Utilidades (MP)		60431,36	60456,76	60582,86
Producción (MP)		74142,1	72002,35	65221,55
Trabajo tiempo extra (MU)		13,94	37,69	102,6
Inventario final (MU)	Montecristo	21,05	21,05	21,05
	Romeo y Julieta	9,1	9,1	9,1
	Cohiba	184,74	151,43	45,17
	Hoyo de Monterrey	0	0	0
	Punch	0,85	0,85	0,85
	Partagás	2,5	2,5	2,5

Se demuestra que en ninguno de los casos existe producción cedida, por tanto la UEB de Tabaco Torcido Castillo de Jagua es capaz de cumplir con la demanda asignada y

producir un inventario para asumir la demanda de periodos posteriores o de otras UEB. Evidentemente la alternativa más factible es la actual con 42 trabajadores en el taller, por las utilidades que genera, es la de menor inventario final y producción.

Para el resto de los escenarios se requiere mano de obra y por tanto se añade el costo de contratación. En la comparación de los resultados se evidencia además que la mayor parte de las horas extras pertenecen al escenario seleccionado, si bien esto representa un costo superior supone también de un estímulo para los trabajadores en su remuneración.

En lo adelante se presentan los detalles en el escenario seleccionado. En el escenario se muestra solamente los costos y la cantidad de materias primas de capote, fortaleza 1, fortaleza 2, fortaleza 3 y capa debido a que estas son las hojas de tabaco y son los insumos que poseen mayor costo e importancia para el producto terminado. Además estas constituyen recursos limitados, razón por la cual es de vital importancia saber la cantidad y el momento en que se necesita.

Se utiliza la cantidad actual de torcedores que posee la UEB, siendo la misma de 42 trabajadores. Estos tienen que realizar más trabajo en tiempo extra debido que poseen una menor capacidad de trabajo en tiempo normal, situación que favorece a los torcedores pues el salario es mayor. El inventario final no es muy elevado y en dependencia de las circunstancias se puede vender, utilizar para asumir la demanda de otra UEB o ambas. Los requerimientos de ambos semestres se pueden observar en la Tablas 3.8.

Tabla 3.8 Recursos para dar cumplimiento a la demanda del primer semestre

Cantidades	UM	Montecristo	Romeo y Julieta	Cohiba	Hoyo Monterrey	Punch	Partagás
Demanda	mu	282,3	99,9	48,9	4	2,5	34
Inventario inicial	mu	27,1552	2,8878	4,3016	0,998	0,998	0,2472
Obreros		42					
Contratas							
Capote	kg	712,58	332,13	386,5	33,23	42,15	401,32
Fortaleza 1	kg	718,11	358,13	394,69	14,47	44,79	174,74
Fortaleza 2	kg	1494,21	640,39	740,24	26,06	86,47	314,67
Fortaleza 3	kg	411,53	246,18	204,22	11,23	34,71	135,59
Capa	Mjos	807,87	310,38	479,03	8,78	45,33	106,04
Producción Horas Normales	mu	275,97	105,89	163,74	2,63	14,84	36,02
Producción Horas Extras	mu	0,22	0,22	0,03	0,37	0,66	0,24
Producción cedida	mu						
Costos Producción Normal	MP	24,84	9,53	14,74	0,24	1,34	3,24

Costos Producción Extra	MP	0,50	0,50	0,08	0,84	1,48	0,53
Costo de Producción cedida	MP						
Costo contrata	MP						
Costo de Capote	MP	118,14	55,06	64,08	5,51	6,99	66,54
Costo de F1	MP	105,81	52,77	58,16	2,13	6,60	25,75
Costo de F2	MP	214,58	91,97	106,31	3,74	12,42	45,19
Costo de F3	MP	58,90	35,23	29,23	1,61	4,97	19,41
Costo de Capa	MP	495,02	190,18	293,52	5,38	27,78	64,98
Costos Mano de Obra	MP	25,33	10,03	14,81	1,07	2,82	3,77
Costos de Insumos	MP	221,00	41,55	1,29	0,47	0,25	10,23
Ventas	MP	15145,40	4153,34	3178,50	332,00	199,38	1729,75
Gasto Total	MP	1238,79	476,79	567,39	19,91	61,81	235,86
Utilidades	MP	13906,61	3676,55	2611,11	312,09	137,56	1493,89

La capacidad de horas extras no constituye una limitación para ninguno de los meses, pues es una restricción no vinculante (Ver Tabla 3.9). La situación favorece a los torcedores porque al trabajar horas extras aumenta el salario devengado.

Tabla 3.9 Restricciones para el primer semestre

Nombre	Valor de la celda	Estado	Demora
Capacidad Horas extras Mayo	0,219248988	No vinculante	19,75044061
Capacidad Horas extras Junio	0	No vinculante	19,9696896
Capacidad Horas extras Enero	0	No vinculante	19,9696896
Capacidad Horas extras Febrero	0,043435274	No vinculante	19,92625433
Capacidad Horas extras Marzo	0,624972406	No vinculante	19,34471719
Capacidad Horas extras Abril	0,850773326	No vinculante	19,11891627

El segundo semestre tampoco constituye una limitación la capacidad de horas extras, pues es una restricción no vinculante. En el Anexo 27 se precisa las cantidades en cada uno de los recursos por marca. La producción en tiempo extra se utiliza prácticamente en su totalidad siendo la de menor consumo la del mes de diciembre, este mes posee la menor demanda en el segundo semestre. Al utilizar tantas horas extra se aumenta el costo de producción, debido al costo de producción extra que es de 2250 pesos por cada mil de unidades comparado con el costo de producción normal de solo 90 pesos por cada mil unidades.

La planeación agregada a través del modelo matemático ofrece una producción nivelada, donde no es necesario ceder producción. Se estima que se puede satisfacer la demanda por surtidos y parte de la producción se destina a crear el inventario de seguridad necesario para el año entrante o también para asumir parte de la demanda de otras UEB. La nivelación elimina la tendencia de producción similar a la demanda y por tanto evita los periodos donde la carga de trabajo genera perjuicios para la organización.

3.2 Programa maestro de producción

El siguiente paso en el proceso de planeación luego de haber realizado el Plan Agregado (PA), es determinar el Programa Maestro de Producción, pues el PA de producción alinea los recursos apropiados en forma agrupada, por lo que es necesario contar con una planeación adicional o programa maestro que incluya más detalles pero tomando en consideración un horizonte temporal más estrecho.

Según Machuca (1998), el horizonte temporal del programa debe ser de tres a seis meses y su revisión mensual, ya que el mismo debe contar con un mayor nivel de detalle cuando más cercano esté el mes planificado del mes actual.

Luego de realizar la planeación agregada y determinar la alternativa óptima se desagrega. Se conforma el programa maestro de producción, este tiene en cuenta los siguientes elementos:

Demanda: para ello se utiliza el plan del año por surtidos, colocado en cada caso la cantidad de tabacos que se deben vender según la vitola y la marca. No es habitual que surjan pedidos no previstos en la demanda, pues la misma es conciliada con el cliente con anterioridad.

Inventario inicial: se desagrega la producción que queda en el mes de diciembre en el escaparate.

Necesidad de producción (N_p): la cantidad de unidades que se debe producir atendiendo a la demanda actual y a la del periodo siguiente, se tiene en cuenta el inventario inicial.

Producción (horas normales y/o horas extras): la cantidad de unidades que se pueden producir atendiendo a la mano de obra y al fondo de tiempo disponible.

Para realizar este proceso de desagregación se construye una serie de expresiones que permiten que la cantidad de producción a elaborar según su tipo se encuentre en correspondencia con las distintas circunstancias que se pueden presentar. Para la comprensión de esta etapa se muestra a continuación:

Conjuntos:

J: conjunto de marcas de tabaco producidas por la UEB ($j=1,2,\dots,J$)

L: conjunto de vitolas de tabaco torcido ($l=1,2,\dots,L$)

K: conjunto de meses que se planifican ($k=1,2,\dots,K$)

Parámetros:

PA_{jk} : producción agregada (se incluye la producción en tiempo normal y en tiempo extra) de tabacos de la marca j en el mes k.

DA_{jk} : demanda agregada de tabacos de la marca j en el mes k.

D_{ljk} : demanda de tabacos de la vitola l, marca j en el mes k.

I_{0ljk} : inventario inicial de tabacos de la vitola l, marca j en el mes k.

Np_{ljk} : necesidad de tabacos de la vitola l, marca j en el mes k.

P_{ljk} : producción de tabacos de la vitola l, marca j en el mes k.

I_{ljk} : inventario final de tabacos de la marca j en el periodo k.

La necesidad de producción se obtiene mediante la expresión 3.7, la cual expresa la cantidad de unidades que se debe producir atendiendo a la demanda actual y a la del periodo siguiente, así como el inventario inicial.

$$Np_{ljk} = \begin{cases} D_{ljk} - I_{0ljk} + D_{lj(k+1)}, y Np_{ljk} > 0 \\ 0, y Np_{ljk} \leq 0 \end{cases} \quad (3.7)$$

- Cuando la necesidad de producción es negativa o igual a cero se debe a que el inventario inicial asume la demanda del mes actual y del mes siguiente o no existe demanda en ninguno de estos dos meses, solo inventario inicial.
- Cuando la necesidad de producción es superior que cero se debe a que el inventario inicial no satisface la demanda del mes actual y la del siguiente por tanto es necesario realizar la cantidad de producción de este producto.

La producción desagregada se determina atendiendo a las expresiones siguientes:

Si; $PA_{jk} - \sum_{l=1}^L Np_{ljk} > 0$; significa que la producción agregada satisface la necesidad de producción y queda una porción de ella (PA) a distribuir, entonces se distribuye atendiendo a:

$$P_{ljk} = \begin{cases} Np_{ljk} + \left(PA_{jk} - \sum_{l=1}^L Np_{ljk} \right) \frac{D_{ljk}}{DA_{jk}}, y D_{lj(k+1)} = 0 \\ Np_{ljk} + \left(PA_{jk} - \sum_{l=1}^L Np_{ljk} \right) \frac{D_{lj(k+1)}}{DA_{j(k+1)}}, y D_{lj(k+1)} > 0 \end{cases} \quad (3.8)$$

- En el primer caso de la expresión anterior se distribuye la producción disponible en correspondencia con la proporción de la demanda del mes actual y en el segundo caso con la proporción de la demanda del mes siguiente.

Si se cumple; $PA_{jk} - \sum_{l=1}^L Np_{jk} \leq 0$; significa que la producción agregada sólo satisface la necesidad de producción o no la logra satisfacer, entonces la producción agregada se distribuye atendiendo a:

$$P_{ljk} = \begin{cases} PA_{jk} \frac{Np_{ljk}}{\sum_{l=1}^L Np_{jk}}, y \sum_{l=1}^L Np_{jk} > 0 \\ 0, y \sum_{l=1}^L Np_{jk} = 0 \end{cases} \quad (3.9)$$

- En el primer caso de la expresión anterior se distribuye la producción atendiendo a la proporción de la necesidad de producción y en el segundo caso no se produce porque no existe necesidad.

Programa de montaje final nivelado

Los programas diarios para el montaje final se elaboran a partir de la parte firme del Programa Maestro de Producción (PMP), el propósito es establecer una carga nivelada, por lo que la cantidad a fabricar en el mes se reparte de manera uniforme a lo largo de los días laborables del citado periodo firme (Machuca, 1998).

La realización del montaje a nivel de taller busca satisfacer los principios de manufactura esbelta; uno de ellos es la nivelación de la producción con el objetivo de evitar ritmos de trabajo elevados que contribuyen a la generación de errores. Para esta planeación es necesario definir los elementos que se encuentran involucrados. Luego que se tienen las necesidades, que en el presente caso es la producción que responde a las demandas por productos y a la seguridad de inventario, se comienza en el periodo firme del PMP, donde se determina:

1. Desglosar la producción del mes por productos (por vitola)
2. Determinar la producción diaria de los diferentes productos.
 - $Producción\ diaria = \frac{Total\ de\ unidades\ por\ tipo\ de\ productos}{Cantidad\ de\ días\ laborables\ en\ el\ mes}$; (unidades/día)
3. Definir cuántos puestos de trabajo por tipos de productos son necesarios para la producción del mes.
 - $Puestos\ de\ trabajo = \frac{Producción\ diaria}{Norma\ de\ producción}$

4. Reajustar la producción diaria en correspondencia con los puestos de trabajo para cada producto y la norma de rendimiento.

3.2.1 Realización del programa maestro de producción nivelado en el taller de torcido

Para el plan maestro de producción se desagrega la demanda según el plan del año por surtidos y se observa en cada caso a qué vitola corresponde el surtido. Dentro de la familia de la marca Montecristo se tiene de demanda para el mes de enero cuatro surtidos, dos de ellos correspondientes a la vitola Edmundo y el resto a Petit Edmundo, la demanda se suma por vitola dentro de una misma marca. Con el resto de las marca se procede de igual forma.

El Inventario inicial se coloca igualmente por vitola dentro de cada marca de acuerdo a la producción que queda en inventario de escaparate el año anterior.

La necesidad de producción y la producción a realizar desagregada se calcula a través de las expresiones 3.7, 3.8 y 3.9. Las expresiones por la cual se determina qué cantidad realizar por vitola dentro de cada marca constituyen una serie de decisiones que facilitan el proceso. El resultado de la aplicación se observa en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 Desagregación del plan agregado para el mes de enero (miles de unidades)

Cantidad	Montecristo	Romeo y Julieta	Cohiba	Hoyo Monterrey	Punch	Partagás
Demanda Agregada	22	5,2	3,7			1,7
Edmundo	10,1					
P. Edmundo	11,9					
Robusto			1,7			1,7
Mareva		5,2	0,8			
Perla			1,2			
Inventario inicial Agregada	27,155	2,888	4,302	0,998	0,998	0,247
Prominente				0,998	0,998	
Julieta		0,87				
Edmundo	10,105					
P. Edmundo	17,05					
Robusto			0,86			0,247
Mareva		2,018	1,72			
Perla			1,722			
Necesidad de producción						
Edmundo	21,695					0
P. Edmundo	16,55					0
Robusto			4,44			8,253
Mareva		17,182	0,78			0

Perla			1,978			
Producción Horas Normales Agregada	44,713	26,03	12,12		4,481	12,505
Prominente			0		4,481	
Edmundo	24,929		0			
P. Edmundo	19,784		0			
Robusto			6,712			12,505
Mareva		26,03	1,853			
Perla			3,556			
Inventario Final Agregada	49,868	23,718	12,722	0,998	5,479	11,052
Prominente				0,998	5,479	
Julieta		0,87				
Edmundo	24,934					
P. Edmundo	24,934					
Robusto			5,872			11,052
Mareva		22,848	2,773			
Perla			4,078			

3.2.2 Programa de montaje final nivelado para el taller de torcido

Para el montaje en el taller se determina por vitola: la producción del mes, la producción diaria y los puestos de trabajo. Luego se reajusta la producción diaria por producto atendiendo a la norma de rendimiento.

En la Tabla 3.11 se muestran los resultados del mes de enero, específicamente la primera semana. El mes de enero cuenta con 22 días laborables y la primera semana con 6 días, de lunes a sábado.

En el caso del prominente se deben realizar 4481 unidades según el plan maestro de producción, donde 1224 unidades corresponden a la primera semana. En la semana es necesario producir al menos 204 unidades diarias. Cuando se ajusta el valor según la norma de rendimiento y se balancean los obreros del taller se tiene que para cumplir con el plan se requieren 3 puestos de trabajo los dos primeros días de la semana y el resto 2 puestos de trabajo. Además cada uno de los obreros debe producir 90 unidades diarias, es decir, 10 unidades extras según la norma de rendimiento para la vitola. Se requieren 36 puestos de trabajo en el taller de torcido todos los días para cumplir con el plan de producción.

Tabla 3.11 Plan de producción en el taller de torcido (miles de unidades)

Producto	Días de laborables						Semana	Unidades extras por PT
	1	2	3	4	5	6		
Prominente	204	204	204	204	204	204	1224	
Puestos de trabajo por día	3	3	2	2	2	2	14	10
Producción ajustada	270	270	180	180	180	180	1260	
Edmundo	1133	1133	1133	1133	1133	1133	6798	
Puestos de trabajo por día	10	10	10	10	10	10	60	9
Producción ajustada	1140	1140	1140	1140	1140	1140	6840	
P. Edmundo	899	899	899	899	899	899	5394	
Puestos de trabajo por día	7	7	7	7	7	7	42	4
Producción ajustada	903	903	903	903	903	903	5418	
Robusto (Cohiba)	305	305	305	305	305	305	1830	
Puestos de trabajo por día	2	2	3	3	3	3	16	0
Producción ajustada	240	240	360	360	360	360	1920	
Robusto (Partagás)	568	568	568	568	568	568	3408	
Puestos de trabajo por día	5	5	4	4	4	4	26	12
Producción ajustada	660	660	528	528	528	528	3432	
Mareva (Cohiba)	0	0	84	84	84	84	336	
Puestos de trabajo por día			1	1	1	1	4	0
Producción ajustada	0	0	135	135	135	135	540	
Mareva (R y J)	1183	1183	1183	1183	1183	1183	7098	
Puestos de trabajo por día	8	8	8	8	8	8	48	13
Producción ajustada	1184	1184	1184	1184	1184	1184	7104	
Perla	162	162	162	162	162	162	972	
Puestos de trabajo por día	1	1	1	1	1	1	6	17
Producción ajustada	162	162	162	162	162	162	972	

El primer día el taller queda conformado como se muestra en la Tabla 3.12, el resto de las semanas del mes presentan igual estructura. Los cambios se encuentran sujetos a los reajustes del plan donde las variaciones deben ser pequeñas.

Tabla 3.12 Conformación del taller de torcido

Producto	Puestos de trabajo	Cantidad por PT	Total producción
Prominente	3	90	270
Edmundo	10	114	1140
Petit Edmundo	7	129	903
Robusto (Cohiba)	2	120	240
Robusto (Partagás)	5	132	660
Mareva (Cohiba)	0	0	0
Mareva (RyJ)	8	148	1184
Perla	1	162	162

3.3 Asignación de trabajo

Luego de conocer cuántos puestos de trabajo se requieren por cada tipo de producto y qué cantidad de unidades se deben elaborar es necesario identificar qué obreros asumirán la producción.

El proceso de asignación se realiza a nivel de taller, para ello se tiene en cuenta un método heurístico diseñado por la autora de la investigación. Este proceso de selección comprende los principios de lean manufacturing basados en la eliminación de los desperdicios, pues propicia que se identifiquen los obreros que mejor aprovechan la materia prima, que generan menor cantidad de unidades defectuosas y contribuyan a la productividad. El método se realiza de siguiente forma:

1. Recopilar los datos
2. Analizar puntos especiales dentro de los datos y determinar causas
3. Calcular índice de desempeño general
4. Ordenar los trabajadores por vitola
5. Ordenar las vitolas por trabajadores
6. Asignar los trabajadores que coincida en las dos listas ordenadas
7. Analizar por vitolas según su importancia y asignar los trabajadores por su orden
8. Las vitolas de igual importancia se asignan a los trabajadores según el valor del índice de desempeño general
9. Si quedan puestos de trabajos que asignar, entonces se asignan los trabajadores de mejor índice que no han sido asignados
10. La última vitola según su importancia se asigna al resto de los trabajadores.
11. Dentro de las vitolas se les asigna a los trabajadores de mejor índice el trabajo de las marcas de mayor valor.

3.3.1 Asignación de producción a los obreros del taller de torcido

El programa maestro nivelado de producción define qué se debe producir por tipo de producto en el taller de torcido y la necesidad de puestos de trabajo. El resumen diario del taller se encuentra detallado dado a que este periodo de tiempo se encuentra congelado por la proximidad que posee para su ejecución.

En el proceso que se desarrolla en el taller de torcido se registran y se controlan indicadores que muestran el desempeño individual de cada obrero . Estos indicadores son los siguientes:

- Índice de calidad (%); donde se considera adecuado cuando el mismo es mayor o igual que 96 %. Por tanto se considera que para que un obrero tenga un correcto desempeño debe tener solo el 4 % del total de la producción realizada defectuosa.
- Índice de consumo de materia prima (%) debe oscilar entre 95 % y 103 %, este indicador responde a un objetivo de trabajo y protege la confección del tabaco.

Este indicador se relaciona con la conformación técnica del producto, donde se arriesga la consistencia del tabaco, dentro de ellas el peso y el tiro.

- Cumplimiento del plan de producción (%): la organización concibe que a nivel puesto de trabajo se cumpla con el plan, teniendo en cuenta las normas de rendimiento.

Según el método explicado con anterioridad se procede a:

Paso 1

Para la realización de este se extraen de los registros de un año los valores de los indicadores por obrero según la vitola. Como fuente de información que facilita este proceso se encuentra creada una base de datos donde se controla por operario de manera diaria la vitola que realiza, cuánta materia prima solicita al despacho y cuántas unidades conformes entrega al finalizar el día. También se dispone de registros del control de la calidad de las producciones del cual se extrae el % de calidad. El resumen de los datos de los indicadores por obrero se muestra en el Anexo 28.

Paso 2

Se realizan gráficos de control a cada grupo de datos dentro de cada indicador para detectar puntos especiales, se parte del supuesto de que las variables tienen que ajustarse a una distribución Normal, lo cual se cumple.

De los tres indicadores se detecta que los datos correspondientes al nivel de calidad (%) y al cumplimiento del plan de producción (%) presentan puntos especiales. Se muestra en la Figura 3.1 los gráficos de control.

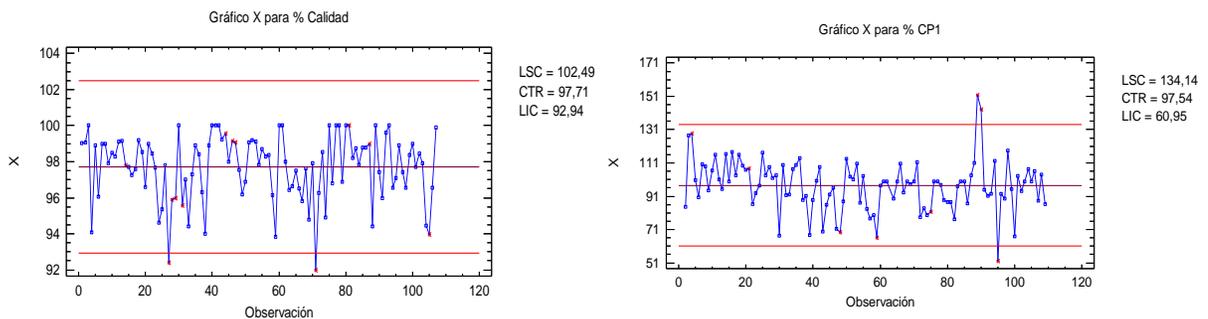


Figura 3.1 Gráfico de control individual de las variables de calidad y cumplimiento del plan con presencia de puntos especiales.

En el análisis se detectan qué individuos presentan datos fuera de los límites y su causa, el resultado se refleja en la Tabla 3.13.

Tabla 3.13 Análisis de los puntos especiales

Variable	Puntos especiales	No. Operario	Vitola	Causa	Decisión
Nivel de calidad (%)	92,0	56	Edmundo	Error en el procesamiento de los datos	Excluir
	92,4	90	Robusto	El trabajador no ha adquirido la destreza necesaria en la confección	Excluir
Cumplimiento del plan de producción (%)	51,9	58	Mareva	El trabajador en el mes de agosto del presente año interrumpe la producción por certificado médico	Excluir
	150	54	Robusto	Se comprobó que ambos trabajadores suelen cumplir la norma a casi 150 %	Llevar el valor al límite superior
	143	55	Robusto		

Luego de tomar las decisiones que se muestran en la tabla anterior, se realizan nuevamente los gráficos de control para dichas variables y comprobar que todos los puntos se encuentren dentro de los límites. En la Figura 3.2 se observan los gráficos de control referente a la variable de calidad y al cumplimiento del plan donde todos los datos están ubicados dentro de los límites establecidos. Esta prueba asegura que los próximos pasos para la asignación se realice sobre la base de datos que sean confiables.

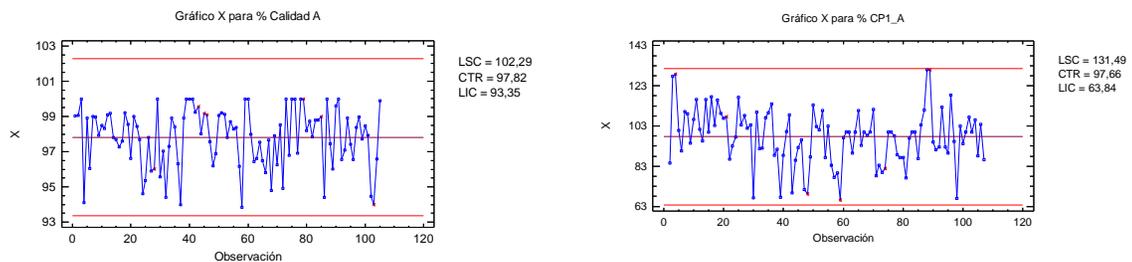


Figura 3.2 Gráfico de control individual de las variables de calidad y cumplimiento del plan sin presencia de puntos especiales.

Paso 3

Se define un indicador general de desempeño (DG) que relaciona los indicadores principales que se miden en el proceso. El indicador se formula mediante la expresión siguiente:

$$DG (\%) = \frac{C * CP}{CMP} \quad (3.10)$$

Donde:

C: nivel de calidad (%)

CP: cumplimiento del plan de producción (%)

CMP: consumo de materia prima (%)

Paso 4

El resumen de los datos recopilados en el tiempo se organiza de tal modo que se identifique el orden de las vitolas según el DG por trabajador. A continuación se observa en la Tabla 3.14 el código del trabajador y el orden de las vitolas.

Tabla 3.14 Orden de vitolas por trabajador

CO	Vitolas	CO	Vitolas	CO	Vitolas	CO	Vitolas	CO	Vitolas
47	D	55	E F	64	G E	89	C D E	103	D C
48	A C B E	56	F	65	E D C	90	C D	105	G F
49	A E C D	57	E	71	G	91	C	108	C E D
50	C	58	B E D	73	D	92	B E A	109	F
51	B C	59	A B D F E	85	B C	93	C	110	B
52	C B	60	E D	86	F G	94	G	158	F
53	C	61	C D	87	E B	95	G		
54	E D F	63	D	88	A B	101	C		

*Los números representan el código de los trabajadores

*Las letras representan el código de las vitolas (A Prominente, B Julieta, C Edmundo, D Petit Edmundo, E Robusto, F Mareva, G Perla)

Paso 5

Se ordenan por vitola según el índice de desempeño general de los trabajadores, para identificar al trabajador se utilizan los códigos. El orden se muestra en la Tabla 3.15.

El resto de los pasos (6, 7, 8, 9 y 10) representan decisiones a tomar para la asignación de la producción. En la Tabla 3.15 se resaltan los códigos de los obreros asignados a la vitola y el número de la decisión por la cual fueron asignados.

Tabla 3.15 Asignación de la producción en el taller de torcido en correspondencia con el número de decisión.

3			0			10			7			7			8			1		
A			B			C			D			E			F			G		
C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
144	48	6	115	85		116	52	6	111	65		129	55	6, 11	132	86	6	127	95	6
125	49	7	113	59		113	49		109	60		126	54	8, 11	107	56	7	114	86	
122	88	7	108	51		110	85	7	103	103	7	115	49		101	55		110	71	
114	59		105	58		108	91	7	103	49		114	65	8	100	158	7	107	94	
96	92		105	92		108	108	7	99	59	7	110	60	8	92	59		104	64	
			98	48		106	50	7	99	54		101	108		87	109	7	102	105	
			92	88		105	61	7	96	63	7	101	92	7	84	54		127	95	
			91	87		104	90	7	94	108		100	87	7	84	105	9	114	86	
			90	52		103	89	7	89	61		97	89			71	9			
			68	110		103	51	7	86	58	8	97	48			94	9			
						100	48		86	89	7	91	57	7		64	9			
						99	93	7	86	48		90	59							
						99	101		82	47	7	89	58							
						99	65		81	90		86	64							
						99	103		80	73	7	65	88							
						87	60													
						84	53													

*Fila 1: Necesidad de puestos de trabajo por vitola

*Fila 2: Código de la vitola

*C1: Índice de desempeño general (%)

*C2: Código del trabajador

*C3: Tipo de decisión que se toma en correspondencia con el criterio de asignación

En la asignación para el caso de aquellas vitolas que tengan salidas a la venta por surtidos de la marca Cohiba se seleccionará a los trabajadores con mayor índice de desempeño general. Añadir que en el proceso anterior al torcido, el clasificado de las hojas de capa, se separan de manera estratégica aquellas medias hojas que por sus características puedan ser destinadas a la parte de la producción para los surtidos de Cohiba. Es una necesidad para la organización garantizar que dichas producciones se ajusten a las especificaciones de calidad, por el costo que implica la pérdida de la materia prima (hojas de tabaco) y el valor que poseen estos surtidos en mercado.

Según la necesidad de puestos de trabajo se conoce qué de siete puestos para robustos los dos primeros obreros (55 y 54) según el índice deben realizar la producción con destino a dicha marca comercial.

Los criterios de asignación fortalecen los principios de manufactura esbelta, pues aseguran la elección del obrero apropiado. Esto contribuye a garantizar que las producciones se realicen con la menor cantidad de materia prima, sin comprometer la consistencia del producto, lo cual minimiza el despilfarro. Lo mismo tributa a la disminución de los costos. Se asegura que las producciones se ajusten a las especificaciones de calidad, pues se logra identificar en qué producto es especialmente competente un obrero y favorece la productividad.

3.3.2 Conclusiones parciales

En el presente capítulo se realizó la planeación y programación de la producción del taller de torcido, sus resultados permiten arribar a las siguientes conclusiones:

1. La utilización de un modelo de Programación Lineal desarrollado en hojas de cálculo de EXCEL permitió encontrar un plan agregado para la UEB Tabaco Torcido capaz de integrar la información de las áreas funcionales de la empresa, optimizar las utilidades y determinar niveles de inventario de seguridad que posibiliten el cumplimiento del plan de producción sin violar la disciplina tecnológica.
2. La programación maestra basada en el programa de montaje final nivelado descrito en la literatura de manufactura esbelta contribuye a una planeación fluida y con ritmos de trabajo estables, esto repercute en la reducción de los errores en el servicio de materias primas y materiales, así como a la estabilización del trabajo y mejora de las curvas de aprendizaje.
3. La asignación basada en los indicadores de eficiencia, calidad y productividad sirve como método capaz de determinar los mejores trabajadores para las diferentes vitolas, esto repercute en la satisfacción de la demanda y la mejora de los costos en la UEB.

Conclusiones generales

CONCLUSIONES GENERALES

Al concluir la investigación se arriban a las siguientes conclusiones:

1. La literatura acerca de la administración de operaciones, sistemas de producción y planeación de la producción así como de la industria tabacalera en Cuba, constituyen un marco teórico que soporta y justifica la necesidad de continuar investigando en estas áreas del conocimiento y de su aplicación en una industria que representa un renglón de exportación importante y de la herencia cultural de nuestro país.
2. Las causas fundamentales de los problemas que impactan en un desempeño negativo de la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua, detectadas utilizando diferentes técnicas de trabajo en equipo, estadística y fundamentalmente el análisis de redes sociales, se encuentran enfocadas a deficiencias en la planeación de la producción. Se enfocan las propuestas de soluciones al uso de la matemática aplicada y los principios de la manufactura esbelta para revertir los incumplimientos, mejorar la calidad y la eficiencia del uso de los recursos en la producción.
3. Se logra la realización de una planeación de la producción para los diferentes niveles tácticos y operativos en el taller de torcido de la UEB, garantizando la estructura jerárquica de la planeación de la producción, y los principios de nivelación de la producción y reducción de despilfarros en la fabricación, coherentes con los sistemas de manufactura esbelta.
4. Con estos resultados se cumple con el objetivo general de la investigación y se logra validar la hipótesis, aplicando métodos en la planeación jerárquica de la producción de habanos que posibiliten una organización de la producción superior, lo cual contribuye al máximo aprovechamiento de los recursos.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar la investigación a partir de la realización de balances de materiales y de capacidad, así como la aplicación de sistemas de inventario para demanda dependiente como MRP, para ajustar los programas maestros y la asignación de trabajos.
2. Se debe continuar la investigación incorporando el taller de terminado, preparación de materia prima al taller de torcido en la programación de la producción.
3. Se deben revisar los sistemas de estimulación del trabajo que posibilite la asignación de las diferentes vitolas de manera justa y que propicien los indicadores de calidad, productividad y eficiencia de los recursos para que el método de asignación no genere conflictos entre los trabajadores.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, D. M. C., & Rodríguez, A. J. U. (2007). Logística de operaciones: Integrando las decisiones estratégicas para la competitividad. *Ingeniería Industrial, XXVIII*.
- Alonso, N. d. C., Freire, J. J. L., & Reyes, G. B. (2010). *Manual técnico. Elaboración de tabacos torcidos para la exportación*: I. d. I. d. Tabaco
- Álvarez, A. O. V., & Aguilar, N. G. (2005). Manual introductorio al análisis de redes sociales. Medidas de centralidad. Ejemplos prácticos con UCINET 6.85 Y NETDRAW 1.48.
- Allen, J., Robinson, C., & Stewart, D. (Eds.). (2001). *Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide*, Dearborn. EUA: Society of Manufacturing Engineers.
- Anaya, Á. P., & Acosta, M. F. (2010). El ingeniero industrial impactando el medio ambiente. *Revista educación en ingeniería*, 179-187.
- Arango, M., Vergara, C., & Gaviria, H. (2010). Modelización Difusa para la Planificación Agregada de la Producción en Ambientes de Incertidumbre. *Dyna. Journal of Mines Faculty. National University of Colombia*, 162, 397-409.
- Arnoletto, E. J. (2007). *Administración de la producción como ventaja competitiva*.
- Arrieta, J. G., Domínguez, J. D. M., Echeverri, A. S., & Gutiérrez, S. S. (2011). *Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana*. (Tesis de Grado). Recuperado a partir de www.laccei.org/LACCEI2011-MedellinRefereedPapersPE298_Arrieta.pdf
- Bernal, Y. P., & Delgado, F. M. (2012). *Procedimiento general para la gestión por procesos de la cadena del acopio y beneficio del tabaco. Aplicación en la "Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco de Cabaiguán"*. (Tesis de Diploma), Universidad "Marta Abreu" de las Villas, Cuba.
- Boiteux, O. D., Forradella, R., Palma, R., & Guiñazu, H. (2010). Modelo Matemático Para La Planificación Agregada De La Producción De Impsa. 2, 2.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2012). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Buffa, & Sari, R. K. (1987). *Modern Production/Operations Management*: John Wiley & Sons.
- Buffa, E. L., & Newman, R. G. (1984). *Administración de producción*. Buenos Aires, Argentina: Ateneo.
- Cabrera, L. T., & Rodríguez, A. J. U. (2007). *Fundamentos teóricos sobre gestión de producción*. La Habana.
- Calaña, D. M. L., & Clavijo, E. H. (2016). *Diseño de un modelo matemático para planear la producción a nivel agregado en la UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua*. (Tesis de grado), Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez".
- Cárdenas, E. D. C. (2014). *"Modelo de programación lineal para planeación de requerimientos de material en „carrocerías m&l" "*. Colombia: Universidad técnica de ambato.
- Castellanos, L. P. (2001). La agroindustria tabacalera cubana en la década del noventa y su inserción internacional
- Companys Pascual, R. (1989). *Planificación y Programación de la Producción*. Barcelona, España: Marcombo.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2000). *Administración de producción y operaciones*. México: McGRAW – HILL INTERAMERICANA
- Davenport, T. H. (1993). *Process innovation: Reengineering work through information technology*. Harvard Business School Press, Boston. EE.UU.
- Díaz, L. M., & Ocampo, A. R. (2013). *Aplicación del procedimiento de Control de Gestión a partir del Cuadro de Mando Integral en la UEB Comercialización de la Empresa de Tabaco Torcido Villa Clara*. (Tesis de Grado), Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara.

- Díaz, L. M., & Pascual, K. H. (2014). *Propuesta de mejoras de la calidad para el proceso de tabaco torcido de la UEB Alfredo López Brito*. (Tesis de Grado), Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara. Cuba.
- Diego, A. T. D., Sierra, N. M., & García, S. J. (2009). «Las claves del éxito de Toyota». LEAN, más que un conjunto de herramientas y técnicas. *Cuadernos de Gestión*, 9(2), 111-122.
- Echevarría, J. P., & Caballero, P. D. (2014). *Perfeccionamiento de la ficha de costo del producto Rafael González Panetelas extra Vegueritos en caja corriente de madera, con 25 tabacos c/u, 2 camadas en la Empresa Tabaco Torcido Villa Clara*. (Tesis de Grado), Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
- Escudero, L. F., & Kamesam, P. V. (1993). *MRP Modelling Vía Scenarios* J. W. a. S: T.A. Ciriani and R.C. Leachman. Optimization in Industry.
- Everet, E. A. (1991). *Administración de la Producción y las Operaciones. Conceptos, Modelos y Funcionamiento*. México: P.-H. H. S.A.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones*. México: Thomson E
- García, A. H. A. (2016). *Modelo matemático para el desarrollo del enfoque jerárquico de la planificación de la producción en la Empacadora "Osvaldo Herrera"*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara.
- García, L., & Fernández, S. J. (2008). Procedimiento de aplicación del trabajo creativo en grupo de expertos. *Energética*, XXIX, 1-5.
- García, O. G. (2015). *Beneficios de la mejora continua a través de la implementación de la herramienta del mapa de flujo de valor*. (Tesis de Diploma), Universidad Autónoma de Nuevo León, Mexico.
- González, P. B. (2015). *Ensayo diseño de plan de requerimiento de materiales para el desabastecimiento de materias primas de la empresa diseños Janne*. (Tesis de Maestría), Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- González Pérez, M. (2015). *Planeación y programación de producción bajo tecnología aps (advancing planning and scheduling) aplicado a la metodología project management institute (PMI)*. (Tesis de Grado), Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, Colombia.
- Gutiérrez Pascual, L. (2014). Determinación de la Planificación Agregada y Plan Maestro de Producción: Aplicación de técnicas basadas en la Simulación y la Optimización.
- Harrington, H. J. (1991). *El proceso de mejoramiento. Como las empresas punteras norteamericanas mejoran la calidad*. EE.UU: Wisconsin Press.
- Heizer, & Render, B. (2001). *Dirección de la producción: decisiones estratégicas* (4) Madrid, España: Prentice Hall
- Heizer, J., & Render, B. (1997). *Dirección de la Producción. Decisiones Estratégicas*: Madrid, España: Iberia.
- Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*: Educación.
- Herrera, C. C. B. (2014). *Implementación de Lean Manufacturing en Mipymes en El Valle del Cauca – Colombia: Contexto, Caracterización E Incidencias*. (Tesis de Maestría), Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, Colombia.
- Herrera, R. (2013). Luxe, innovations et socialisme. Le cas des cigares cubains. *Maison des Sciences Économiques*, 106-112.
- Jaramillo, J. A. Á. (2015). *Propuesta de un plan de mejora en el área de confección de Royaltex, basada en la metodología de manufactura esbelta*. (Tesis de diploma), México.
- Jones, D., & Womack, J. (1996). "Lean Thinking: Banish. Waste and Create a Wealth in your Corporation".
- Jordán, H. (1996). *Control de gestión*. Francia: DEADE, Comisión Europea.

- Krajewski, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones*: Educación. México.
- Kumar, S. A., & Suresh, N. (2008). *Production and Operations Management* (N. A. I. Publishers Ed.).
- León, M. M., León, A. M., Sosa, E. N., Rivera, D. N., & Nariño, A. H. (2014). Aplicación de Sistemas de Planificación de Requerimientos de Materiales en Hospitales de Matanzas *Ingeniería Industrial*,XXXIV, p. 358-370.
- León, Y. O. L. (2013). *Procedimiento para el perfeccionamiento de las Funciones de la Administración de Operaciones en la EMPA*. (Tesis de Maestría), Universidad de Holguín.
- Lescay, V. L. L., & Freyre, R. J. L. (2005). Empleo de la modelación económico-matemática en la planificación de la producción de alimentos en cooperativas y ubpc del minaz.
- Liker, J. (2004). *The Toyota way*: Press. New York.
- Lobo, F. G. P., Sánchez, N. T. C., Colmenares, C. E. I., & Maldonado, M. G. U. (2007). Manufactura esbelta en la PYME. Pequeños cambios grandes resultados.
- Luna, L. F. N., & Bednarek, M. (2010). Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas. Recuperado a partir de www.semanaciencia.guanajuato.gob.mx/ideasConcytegArchivos65042010_METODOLOGIA_IMPLM_SIST_MANUFAC_ESBELTA_PYMES.pdf
- Machuca, J. A. D. (1998). *Dirección de operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. España: McGraw-Hill Interamericana de España
- Machuca, J. A. D., Gil, M. J. Á., González, S. G., Machuca, M. A. D., & Jiménez, A. R. (1995b). *Dirección de operaciones: Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. España : McGraw-Hill.
- Medina, S. T. M., & Arango, D. P. O. (2010). *Identificación y análisis de estrategias para el mejoramiento de los procesos de manufactura en las pymes del sector metalmeccánico de Bucaramanga y su área metropolitana*. (Tesis de Maestría), Universidad industrial de Santander, Colombia. Recuperado a partir de tangara.uis.edu.cobibliowebtesis2010136221.pdf
- Meléndez, P. J. R., & Ramírez, J. A. R. (2015). Optimización de la productividad en la Industria, para lograr rentabilidad y competitividad. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*,(10).
- Miranda, A. F. (1992). *Organización y planificación de la producción. (Tomo II)*. La Habana: ISPJAE
- Miranda, A. F., Rodríguez, C. T., Cuellar, H., Rodríguez, A. J. U., & Lara, A. S. (1987). *Organización y planificación de la producción*. La Habana: SPJAE
- Moreira, D. A. (1996). *Administração da produção e operações*, Brasil: L. P
- Naylor, J. B., Naim, M. M., & Berry, D. (1999). Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. *Int. J. Production Economics*, 62, 107,118.
- Negrin, E. S. (2003). *El Mejoramiento de la Administración de Operaciones en Empresas de Servicios Hoteleros*. (Tesis de Doctorado), Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas.
- Nevio, L. (2004). Fundamenti Concettuali del la Logistica Economica con Particulari Riguardo al la Compensazione. Recuperado a partir de: www.logisticaeconomica.unina.it/GLOSARIOCOLL-ES.htm
- Normalización, O. N. d. (2013a). NC 620: 2013 Tabaco Torcido. Especificaciones de calidad, Cuba.
- Normalización, O. N. d. (2013b). NC 975: 2013 Tabaco y sus producto. Términos y definiciones.
- Ortiz-Triana, V. K., & Caicedo-Rolón, Á. J. (2014). Procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa de calzado *Scientia et Technica*, 19(4).

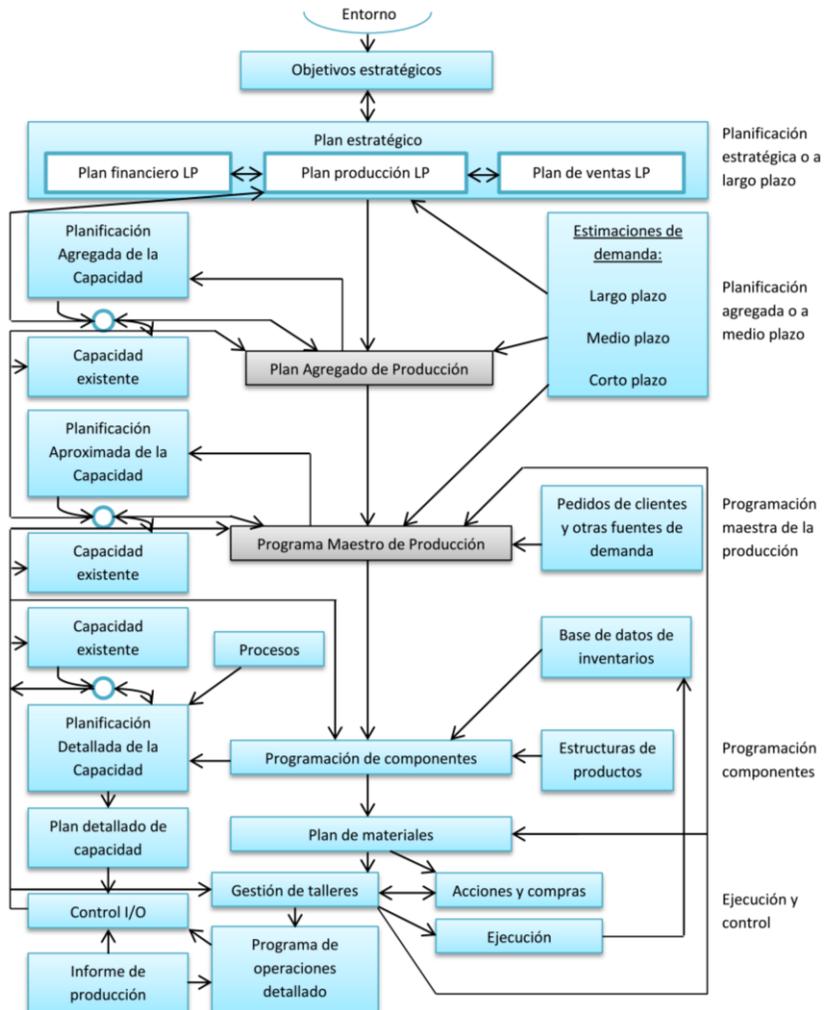
- Oviedo, S. V. B. (2014). *Implementación de Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) en la fabricación de tubería de acero inoxidable como parte del mejoramiento de la productividad bajo el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001: 2008*. (Tesis de Maestría), Universidad Internacional SEK, Ecuador. Recuperado a partir de repositorio.uisek.edu.ec/jspu/bitstream/123456789/571/Trabajo%20Fin%20de%20Maestr%C3%ADa%20Ver%C3%B3nica%20Baroja%20Oviedo.pdf
- Padilla, L. (2010). Lean Manufacturing/ Manufactura Esbelta/ÁGIL. *Revista Ingeniería Primero*, 64-69.
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41, 3075–3090. Recuperado a partir de: 10.1080/0020754021000049817
- Posada, J. G. A., Herrera, V. E. B., & Martínez, M. J. R. (2010). Benchmarking sobre Manufactura Esbelta (lean manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 15 (28).
- Ramírez, A. D. (2014). *Mejoramiento del Sistema de Planeación de la producción en la Empresa Icomallas S.A*. Universidad Autónoma De Occidente, Santiago De Cali.
- Rodríguez, R. C., León, A. M., Rivera, D. N., & Ibarra, T. I. S. (2013). Propuesta metodológica para la formulación del problema científico. *Ingeniería Industrial*, XXXIV.
- Rodríguez, R. C., Varela, M. H., León, A. M., Rivera, D. N., & Nogueira, D. M. (2014). Planeación agregada: objetivos, procedimientos y métodos.
- Rodríguez, Y. A., & Ledón, R. A. (2007). *Diagnóstico de la Gestión de la Cadena de Suministro de Tabaco Torcido en Villa Clara*. (Tesis de Grado), Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara. Cuba.
- Rosario, D. S. D. (2013). *Propuesta de mejora para el proceso de planificación de la producción en la Unidad Básica de Carpintería de Aluminio*. (Tesis de Diploma), Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba.
- Schroeder, R. (1992). *Administración de operaciones*. México: M.-H. Interamericana E
- Silva, P. P. B. (2008). Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombiana. *Scientia et Technica*, p.p 223-227.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations Management*: F. T. P. Hall.
- Tischer, I., & Carrión, A. (2003). La Planificación Jerárquica y su Aplicación a la Cosecha de la Caña de Azúcar en Colombia. *Ciencia y Tecnología*, 4.
- Urquiaga, A. J. A., Suárez, J. A. A., Cossío, N. S., & León, A. M. (2015). Propuesta para la evaluación de la planificación colaborativa de la cadena de suministro *Ingeniería Industrial*, XXXVI, 104-116.
- Vásquez, J. R., & Velis, C. M. (2014). Plan Agregado de Producción Mediante el Uso de un Algoritmo de Programación Lineal: Un caso de Estudio para la Pequeña Industria. *REVISTA EPN*, 34.
- Vilches, T. R. (2012). *Propuesta de una estrategia productiva en la Empresa Tabaco Torcido Villa Clara orientada a las producciones con destino a la exportación*. (Tesis de Diploma), Universidad "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara.
- Villacreses, K. F. B., & Castro, D. S. H. (2006). Implementación de una Metodología con la Técnica 5S para Mejorar el Área de Matricería de una Empresa Extrusora de Aluminio. *Revista Tecnológica ESPOL*, 18, 69-75.
- Vollmann, B., & Whybark. (1991). *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. Madrid, España: T. d. G. S.A.

Yang, M. G. M., Hong, P., & Modi, S. B. (2011). IJPE 2011 The impact of Lean Mftg and Env Mgt on business performance. *Int. J. Production Economics*, 129, 251–261. Recuperado a partir de: 10.1016/j.ijpe.2010.10.017

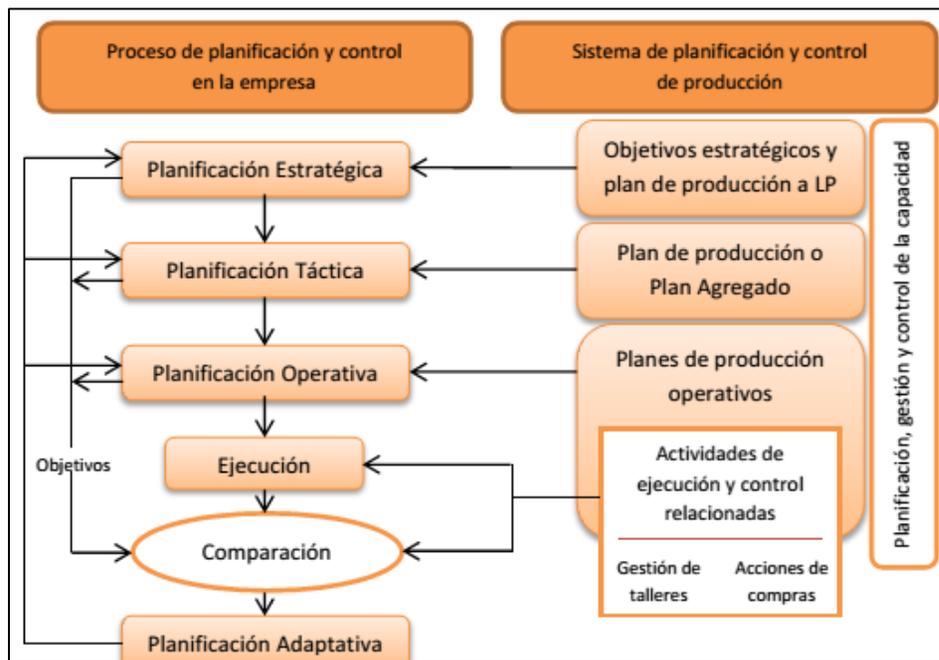
Anexos

ANEXOS

Anexo 1. Sistema jerárquico de planeación y control de la producción según Machuca et al. (1995b).



Anexo 2. Fases para la planeación y control en la empresa según Machuca et al. (1995b).



Anexo 3. Objetivos de la Planeación Agregada de la Producción.

(Chapman, 2006) plantea que el objetivo general de desarrollar una buena Planeación de Ventas y Operaciones consiste en encontrar la mejor alternativa para alinear los recursos y cumplir la demanda esperada bajo ciertas condiciones de operación.

(Nahmías, 2007) considera que el objetivo fundamental de la planeación agregada es balancear las ventajas de producir para cumplir con la demanda tan exactamente como sea posible y los problemas causados por el cambio de los niveles de producción. En la práctica esto se traduce en precisar la cantidad de trabajadores que deben emplearse y la cantidad de unidades agregadas que se necesitan producir en cada uno de los períodos de planeación.

El objetivo de equilibrar es también propuesto por (Schroeder, et al., 2008) que plantean que el Plan de Ventas y operaciones es un proceso que consiste en acoplar la oferta de la producción con la demanda a un mediano plazo.

También (Chase, et al., 2009) plantean que está diseñada para ayudar a una compañía a equilibrar la oferta y la demanda y mantenerlo a través del tiempo.

El objetivo de la Planeación Agregada es EQUILIBRAR. (Reyes Ponce, 1996)

Anexo 4. Procedimientos para la Planeación Agregada.

Machuca et al., 1995b plantean que la planeación agregada implica:

Determinar las cantidades a producir mensual o trimestralmente para el horizonte de planeación considerado.

Hacer un plan factible, es decir, que pueda ser ejecutado. Para ello se establecen las medidas correspondientes de ajuste transitorio de capacidad/demanda; es necesario determinar, por período, el valor de las distintas variables utilizadas. Dichas medidas deben ser compatibles con las limitaciones marcadas por el entorno y por la política de la empresa.

Facilitar la consecución del Plan Estratégico, para lo cual deberá responder a las necesidades de producto derivadas del Plan de Producción a Largo Plazo, de las previsiones de venta a medio y corto plazo, de la cartera de clientes y de otras posibles fuentes de demanda.

Lograr la mayor eficacia posible en relación con los objetivos tácticos.

Para alcanzar lo que se planteó anteriormente, proponen las fases siguientes:

Calcular las necesidades de producto para cada uno de los períodos del horizonte de planeación de acuerdo con el punto 3.

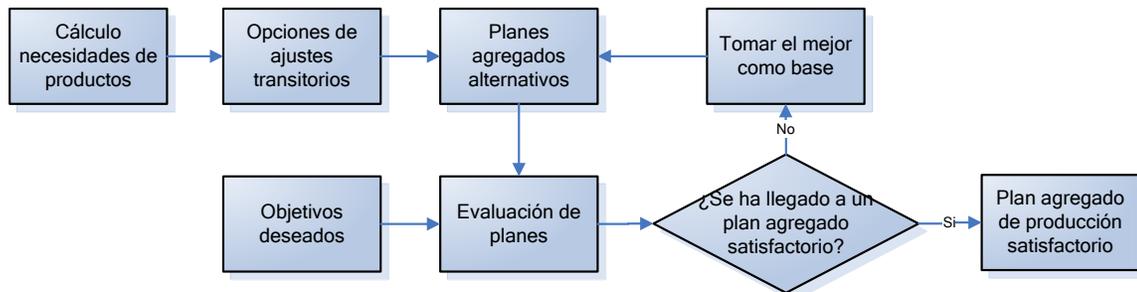
Determinar las posibles opciones de ajuste transitorio y sus límites de empleo.

Elaborar varios planes de producción alternativos.

Evaluar dichos planes en relación con los objetivos planteados, normalmente coste y cumplimiento de demanda.

Si no se obtiene un plan satisfactorio, seleccionar el que mejor cumpla los objetivos y volver a la fase 3, se toma este como origen de los nuevos planes alternativos.

Seguir el proceso hasta la obtención de un Plan Agregado Satisfactorio.



Fuente: (Machuca, et al., 1995b)

Moreira (1996) expone tres etapas:

Previsión de la demanda para un período entre seis y doce meses.

Propuesta de alternativas (influir sobre demanda o sobre la producción) posibles para establecer el plan.

Selección de la alternativa para cada período.

Gaither y Frazier (2000), exponen las siguientes actividades:

Realizar un pronóstico de ventas para cada producto que indique las cantidades a vender en cada período (generalmente semanas, meses o trimestres) durante el horizonte de planeación (generalmente de 6 a 18 meses).

Totalizar todos los pronósticos de productos o servicios en una demanda agregada. Si los productos no se pueden sumar por ser unidades heterogéneas, se debe seleccionar una unidad homogénea de medición que permita que los pronósticos se sumen y que los resultados agregados se vinculen con la capacidad de producción.

Transformar la demanda agregada de cada período en trabajadores, materiales, máquinas y otros elementos de capacidad de la producción requeridos para satisfacerla.

Desarrollar esquemas alternativos de recursos para suministrar la capacidad necesaria de producción que de apoyo a la demanda agregada.

Seleccionar entre las alternativas consideradas el plan de capacidad que satisfaga la demanda agregada y que cumpla mejor con los objetivos de la organización.

Nota: El paso 5 supone que el sistema de producción está obligado por política gerencial a producir el pronóstico de ventas. Hay ocasiones en que la capacidad no puede incrementarse lo suficiente o es más redituable producir menos que lo previsto en el pronóstico de ventas.

Cabrera y Rodríguez (2007) desarrollan un procedimiento de diez etapas:

Etapas 1. Analizar la variación de inventario

Etapas 2. Calcular la cantidad total a producir

Etapas 3. Calcular la cantidad de trabajadores necesarios para laborar tiempo regular o normal.

Etapas 4. Calcular la cantidad a producir en cada período.

Etapas 5. Determinar el inventario por período.

Etapas 6. Determinar el costo correspondiente al salario de los trabajadores que laboran tiempo regular o normal.

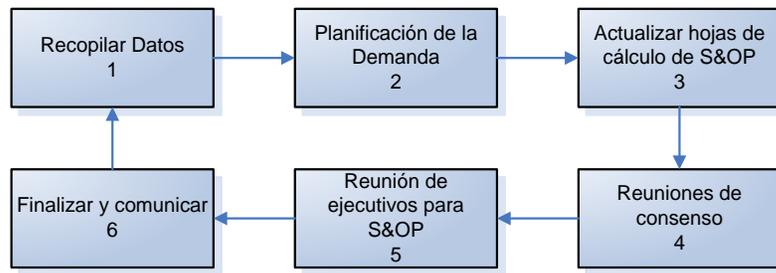
Etapas 7. Calcular el costo que equivale al salario de los trabajadores que laboran tiempo extra. Sólo válido para la estrategia cantidad fija de fuerza de trabajo y uso de tiempo extra en los períodos de mayor demanda.

Etapas 8. Determinar el costo que se deriva de contratar o despedir trabajadores.

Etapas 9. Calcular el costo de mantener el inventario.

Etapas 10. Deducir el costo total de la estrategia.

Krajewski y Malhotra (2008) conciben el procedimiento con seis pasos, según se muestra en la figura



Fuente: (Krajewski et al., 2008)

Este procedimiento está diseñado para el trabajo con hojas de cálculo.

Transferir el plan al nuevo horizonte de planeación. Comienza el trabajo preliminar cuando termina el mes. Actualiza los archivos con los datos reales de venta, producción, inventarios, costos y restricciones.

Participar en la elaboración de pronósticos y planeación de la demanda para crear los pronósticos de demanda autorizados. En el caso de proveedores de servicios, los pronósticos se refieren a la necesidad de personal en cada grupo de fuerza de trabajo.

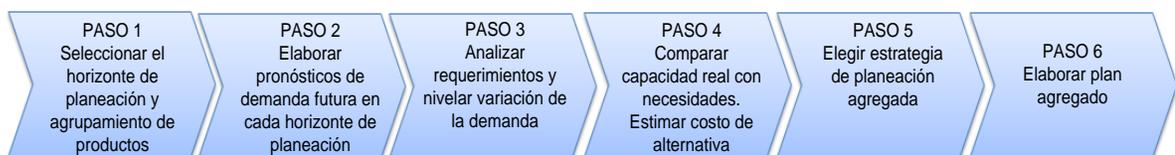
Actualizar la hoja de cálculo del plan de ventas y operaciones por cada familia, se tiene en cuenta las restricciones y costos pertinentes, la disponibilidad de los materiales de los proveedores, capacidad de la maquinaria, etc.

Celebrar una o más reuniones con los interesados para llegar a consenso respecto a cómo equilibrar mejor la oferta y la demanda.

Presentar las recomendaciones por familia de productos en la reunión ejecutiva de planeación de ventas y operaciones.

Actualizar las hojas de cálculo para que reflejen el plan autorizado, y comunicar los planes a los interesados para su implementación. Los destinatarios incluyen a quienes planifican los recursos.

Noori y Radford (2000) recomienda los pasos que se presentan en el siguiente esquema:



Anexo 5. Costos relevantes de la planeación agregada

(Narasimhan, et al., 1996) trata los costos siguientes:

Costo del tiempo extra y de la nómina regular. Estos se deben en gran medida al salario de los trabajadores a tiempo completo.

Costo por cambiar la tasa de producción. Estos se deben fundamentalmente a los cambios en el tamaño de la fuerza laboral.

Costos de inventarios, de órdenes pendientes y faltantes. El costo anual de llevar inventario por lo regular varía de 5 a 50% del valor de las partidas. En el caso de los faltantes o ventas perdidas es muy difícil de estimar su costo.

Costos de subcontratación.

(Nahmías, 2007) menciona varios costos:

Costo de suavizamiento. Es el costo en que se incurre al cambiar los niveles de producción de un período a otro.

Costos por mantener inventario. Fundamentalmente cuando se decide estabilizar o equilibrar con inventarios.

Costos por faltantes. El costo por no disponer de inventario en un momento necesario.

Costo de tiempo regular. Costo por producir en horas normales de trabajo.

Costos de tiempo extra y subcontratación. Costo por producir fuera del tiempo normal establecido y costo por adquirir los productos de un proveedor respectivamente.

Costo de tiempo libre. Se refiere a la subutilización.

(Schroeder, et al., 2008) hacen mención a dos grupos de costos: costos de mano de obra y costos de inventario. A continuación se muestran:

Mano de obra

Costos por contratación y despidos. Costos de reclutamiento, selección y capacitación fundamentalmente.

Costos por tiempo extra y tiempo reducido. Sueldos regulares más una prima por tiempo extra.

Costos de subcontrataciones. Precio que se paga a otra empresa por la producción de las unidades.

Costos de la mano de obra de tiempo parcial. Debido a las diferencias en los beneficios y las tasas por hora, los costos de la mano de obra de tiempo parcial generalmente son inferiores al costo de la mano de obra regular.

Inventario

Costos del mantenimiento del inventario. Costo de capital, costo de obsolescencia, deterioro.

Costos de faltantes de inventario o de pedidos atrasados. El costo de un faltante de inventario debe reflejar el efecto de una reducción en el servicio al cliente.

(Chase, et al., 2009) agrupa los costos importantes para la planeación agregada en cuatro:

Costos básicos de producción. Se trata de los costos fijos y variables en que se incurren para fabricar un cierto producto en un período determinado.

Costos ligados a cambios en la tasa de producción. Costos necesarios para contratar, capacitar y despedir personal.

Costos por mantener inventario. Obsolescencia, impuestos y otros.

Costos de pedidos atrasados acumulados o faltantes. Son difíciles de medir, incluyen costos de expedición, pérdida de ingresos por ventas como consecuencia de atraso en el surtido de los pedidos.

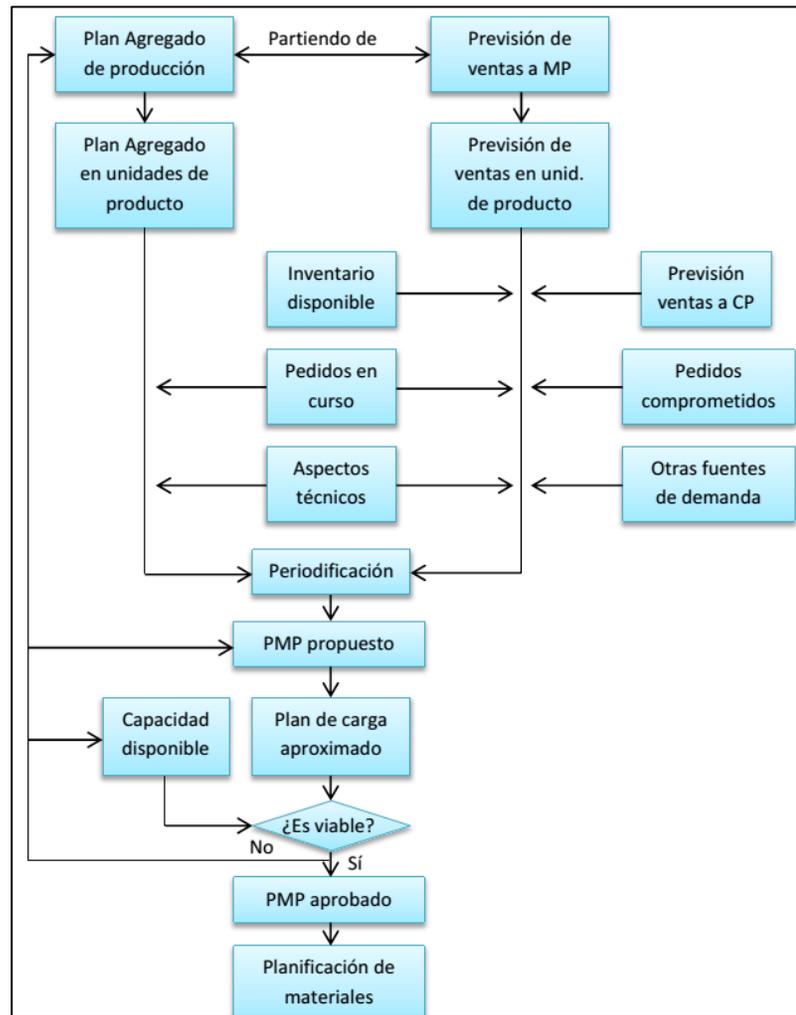
Anexo 6. Métodos para la Planeación Agregada según Monks J. G. (1994)

Enfoque	Programación lineal	Regla de decisión lineal (RDL)	Coficiente administrativo	Modelos de investigación por computadora
Aplicación	Reduce los costos de empleo, tiempo extra e inventarios sujeto a cubrir la demanda	Usa funciones de costo cuadrático para derivar reglas para el tamaño de la fuerza de trabajo y el número de unidades	Desarrolla modelos de regresión que Incorporan decisiones de anteriores administraciones para predecir necesidades de capacidad	La rutina de computadora busca numerosas combinaciones de capacidad y selecciona aquella con el costo mínimo
Fuerzas	Comprensible Proporciona un plan óptimo Es potente e inclusiva Es flexible	Permite funciones de costo no lineal Proporciona un plan óptimo Valor teórico	No hay limitaciones en las funciones de costo o restricciones Incorpora experiencia pasada	Acepta un amplio rango de funciones de costos Es flexible Es fácilmente cambiante
Limitaciones	Requiere funciones de costo lineal Los resultados requieren interpretación	Es complejo y difícil de entender Requiere funciones de costo cuadráticas Los resultados no siempre son reales (variables no restringidas)	No es óptima, pero si razonablemente cercana Confía en la experiencia de la administración individual Es un modelo no directamente transferible a otros.	No es óptima, pero resulta buena comparada con otras reglas No siempre localiza el mínimo global

Anexo 7. Algunos modelos matemáticos para la Planeación Agregada

Autores	Grupos	Métodos
E. L. Buffa y Newman (1984)	Heurísticos	Coeficiente de Administración (CA) Planeamiento Paramétrico
	Optimización	Regla Lineal de Decisión (RLD) Programación Lineal (PL)
	Búsqueda por ordenador	Regla de Búsqueda por Decisión (RBD)
Miranda et al. (1987)	Heurísticos	Balance
		Normas técnico-económicas
		Normas técnico-organizativas
		Matricial
Optimización		
Simulación		
Estadísticos	Regresión	
Companys Pascual (1989)	Heurísticos	Gráficos
		Tabulares
Monks (1994)	Heurísticos	Coeficiente de Administración
	Optimización	Regla Lineal de Decisión (RLD)
	Búsqueda por ordenador	Programación Lineal (PL)
Machuca et al. (1995b)	Intuitivos	
	Heurísticos	
	Optimización	
	Simulación	
Narasimhan, et al.(1996)	Intuitivos	
	Heurísticos	Gráficos
		Coeficiente de Administración
	Optimización	Programación Lineal (PL)
		Regla Lineal de Decisión (RLD)
Búsqueda por ordenador		
Simulación		
Gaither y Frazier (2000)	Optimización	Programación Lineal (PL)

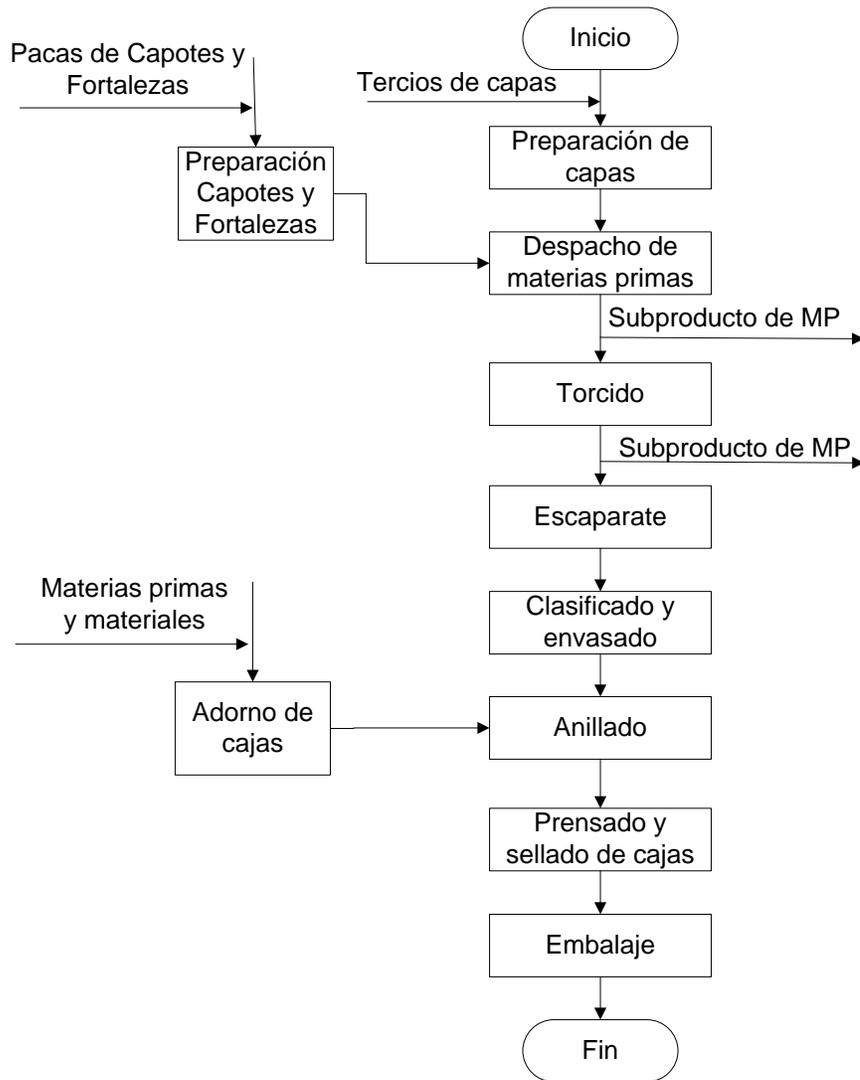
Anexo 8. Proceso de Programación Maestra según Machuca et al. (1995b)



Anexo 9. Herramientas de manufactura esbelta según su propósito

Nivel	Herramienta de la Manufactura Esbelta	Propósito Principal	Beneficio
I	5 "S", Visualización de Puestos de Trabajo, SMED, Ing. de Métodos, acercamiento de procesos.	Organización de la producción, eliminación de desperdicios que impiden observar pérdidas mayores	Prepara la organización para afrontar proyectos de mayor complejidad. Aparecen nuevos proyectos de mejora
II	Producción nivelada, Kamban, Poka Yoke, Ing. de Producto	Aumentar control de proceso. Dar flujo al producto dentro del proceso	Mejora la confiabilidad del proceso, disminuye desperdicios y agrega valor al proceso.
III	Mantenimiento Total Productivo, JIT, tecnología de grupo, Producción Sincronizada. Gestión de cadena de abastecimiento, gestión de R.H.	Aumentar confiabilidad del proceso. Aumentar la eficiencia del grupo de trabajo	Opera con altos niveles de eficiencia operacional y satisfacción del cliente

Anexo 10 Diagrama de flujo de proceso de producción de tabaco torcido.



Anexo 11 Algunos términos y definiciones asociados al proceso de tabaco según Normalización (2013b)

TABACO: Producto confeccionado con hojas de tabaco o picadura, envueltas o enrolladas en una capa. Términos permisibles: Cigarro, puro, habano.

CAPA: Hojas de tabaco destinada a formar la cubierta interior de tabaco torcido. Hoja de tabaco utilizada en la envoltura del tabaco torcido obtenida de la producción de tabaco tapado.

CAPOTE: Hojas de tabaco destinada a formar la cubierta interior de tabaco torcido. Hoja de tabaco utilizada en la envoltura del tabaco torcido obtenida de la producción de tabaco tapado.

GALERA: Salón destinado para la elaboración de tabaco torcido.

MANOJO: Atado de cuatro gavillas en forma de huso.

PICADURA: Hebra de tabaco que se encuentra en el interior del cigarrillo o que se comercializa en bolsas y pastillas, para fumar en pipa. Tabaco cortado ó fraccionado en partículas de una ligada que se utiliza para la elaboración del tabaco torcido en la tecnología tripa corta. Producto obtenido a partir de la mezcla de tabaco picada en partículas finas, procesada por medios mecánicos y prensada hasta ser convertidas en pastillas.

TERCIO: Envase o embalaje para contener, transportar y conservar el tabaco en hojas sueltas, en gavillas o en manojos; compuesto de yaguas y amarradas con cordón tabacalero.

TORCEDOR: Tabaquero (obrero) que se dedica a la confección de los puros.

TRIPA: Hoja de tabaco que se utiliza para formar el cuerpo del tabaco torcido.

Mezcla de tabaco seco, volado y ligero que constituye el cuerpo del puro y que queda envuelta por el capote y luego la capa. Es el núcleo del sabor de un puro. La tripa corta o trozos de hoja, se emplea en algunos puros manuales y en todos los mecanizados. La tripa larga u hojas cuya longitud es la del cigarro se emplea solo en cigarros manuales.

VITOLA: Medida utilizada para diferenciar los tabacos torcidos de diferentes dimensiones.

VITOLA DE SALIDA: Nombre por el que se reconocen algunas vitolas en las marcas comerciales.

Anexo 12. Cumplimiento de la demanda año 2015

Surtido	Vitola	Marca	Plan	Real	Cumplimiento	%
Double Corona 2/C 1/40	Prominentes	Hoyo M	61420	73704	12284	20
Double Corona SLB 1/M1/20	Prominentes	Hoyo M	48804	13280	-35524	-73
Lusitania 2/C 1/40	Prominentes	Partagás	86320	31872	-54448	-63
Double Corona 2/C 1/40	Prominentes	Punch	147378	120582	-26796	-18
Churchills L/C T/A 3/C 1/40	Julietas	RYJ	7447	10290,4	2843,4	38
Churchills T/A 1/C 1/100	Julietas	RYJ	17940,5	7717,8	-10222,7	-57
Siglo I SLB 1/M 1/40	Perlas	Cohiba	1095	5329	4234	387
Siglo II SLB 1/M 1/40	Marevas	Cohiba	5623,5	12553,85	6930,353	123
Siglo I P/C 5/T Disp 1/40	Perlas	Cohiba	35405	13152,53	-22252,5	-63
Siglo II P/C 3/T Disp t/a1/66	Marevas	Cohiba	32996	31776,2	-1219,8	-4
Montecristo No. 4 2/C 1/40	Marevas	Montecristo	118950	100350,2	-18599,8	-16
Montecristo No. 5 1/C 1/100	Perlas	Montecristo	10701	12045,86	1344,861	13
Romeo No 2 T/A 3/C 1/40	Petit Corona	RYJ	31921	27227,11	-4693,89	-15
Mille Fleurs 2/C 1/40	Petit Corona	RYJ	79242	67953,49	-11288,5	-14
Robusto SLB Barniz 1/40	Robusto	Cohiba	52240,5	10003,5	-42237	-81
Edmundo SBN 2/C 1/40	Edmundo	Montecristo	225387	322794	97407	43
EdmundoP/C3/TT/ADi sp. 1/66	Edmundo	Montecristo	263484	302922,2	39438,15	15
Petit Edmundo SBN 2/C 1/40	Petit Edmundo	Montecristo	290056,5	294894	4837,5	2
Petit EdmundoT/A P/C3/TDisp. 1/66	Petit Edmundo	Montecristo	354858	358142,4	3284,4	1
Serie D # 4 T/A P/C 3/T Disp 1/66 NP2008	Robusto	Partagás	60016	95306,4	35290,4	59
Serie D # 4 SBN 2/C 1/40	Robusto	Partagás	237484,5	282356,3	44871,75	19

Anexo 13. Lista de chequeo para comprobar el cumplimiento de la disciplina tecnológica indicada por el Grupo Tabacuba.

MP DCM-03 Anexo 1

Hoja No. 1

INFORME DE LA COMPROBACIÓN REALIZADA

Empresa: EABTT Cienfuegos

UEB: Tabaco Torcido Castillo de Jagua

Nivel que ejecuta la comprobación:

Nación: Provincia: Empresa: UEB:

Aspectos a Controlar	Puntos	
	A Obtener	Obtenidos
1- Recepción y Almacenamiento de Materia Prima	100	69
Registros de comprobación del contenido	20	13
Se corresponde la clase con el marcaje del bulto.	5	5
Se corresponde el peso marcado con el real.	6	5
Evidencia de reclamaciones por no conformidades detectadas.	6	0
Existencia del área de productos no conformes.	3	3
Registros de comprobación del tiempo de fumigación	10	4
Registro de lotes rechazados por clases, especificando los motivos en cada caso.	10	10
Registro de resultados de la Inspección.	10	10
Registro de Reclamaciones.	10	10
1.1 Almacenamiento de Materia Prima.	15	14
Cumplimiento de las normas de almacenaje.	5	4
Existencia de tarjetas de identificación en los bultos.	5	5
Identificación de productos no conformes.	5	5
1.2 Manejo integrado de plagas	20	6
Existencia de las trampas.	5	1
Situación de la higiene y limpieza	5	3
Registro del monitoreo de las trampas	5	0
No existencia de plagas vivas	5	2
1.3 Fumigación de la materia prima	5	2
Registro de fumigación	5	2
2- Preparación y Acondicionamiento de la Materia Prima	100	71
Zafado de las capas.	10	9
Humedad	3	2
Despegue de las hojas	5	5
Acomodo en canastas o cajas	2	2
Humectado y conservación de las Capas.	15	14
No existencia de exceso de agua	10	9
Correcta colocación de las gavillas	5	5
Despalillo de las Capas.	10	10

Correcto planchado	3	3
No existencia de roturas por manipulación	2	2
No existencia de residuos de tabacos en el palo del tabaco.	5	5
Clasificado o Rezagado.	10	10
No existencia de hojas rotas fuera del banco	5	5
Correspondencia de color y longitud con la vitola a elaborar	3	3
Condiciones de conservación	2	2
Conteo de las Capas.	15	15
Acondicionamiento de tripas y capote.	15	13
Humedad acorde a la clase	8	6
Conservación	7	7
Preparación de la Ligada.	15	15
Correcta manipulación	5	5
Composición de las clases	5	5
Conservación	5	5
Registros de calidad en cada fase del proceso	10	10
3- Elaboración del Tabaco Torcido	100	80
Registro de los resultados de la Inspección de calidad que contendrá la cantidad de tabacos no conformes por torcedor y la causa.	7	7
Resultados del muestreo a 10 torcedores, comprobando:	12	10
Confección (estirado de capa, terminación de la cabeza, consistencia, empalmes, retorcidos, zapatón, mala colocación del capote y relleno)	10	8
Ligada.	2	2
Control del tiro.	18	15
Registros del control del tiro.	1	1
% del total de tabacos elaborados que se le comprueba el tiro.	4	4
Acciones correctivas derivadas de las no conformidades.	1	0
Resultados del muestreo del tiro de los tabacos del escaparate.	10	8
Mantenimiento de las máquinas de tiro	1	1
Marcaje correcto de los moldes.	1	1
Control del peso.	10	7
Registros del control del peso.	3	1
Análisis de las desviaciones y acciones correctivas indicadas.	1	1
Resultados del muestreo de tabacos del escaparate.	6	5
Evaluación sensorial	3	3
Funcionamiento y certificación de la comisión de degustación	2	2
Registro de los resultados de la evaluación	1	1
3.1 Fumigación del producto.	18	14
Registro de fumigación con la fecha de las mismas.	8	4
Aplicación del procedimiento para la fumigación con Fosfamina.	10	10
Estado de la cámara de fumigación.	6	6
Vertimiento de los gases a la atmosfera.	2	2
Tratamiento a los residuales de la fumigación.	2	2
3.2 Desecado de los Tabacos Torcidos (Escaparate)	32	24
Registro de entrada y salida de tabacos en el escaparate.	12	5
Cumplimiento del tiempo de reposo de los tabacos.	8	2
Identificación de las producciones por torcedor.	4	3

Condiciones generales del Escaparate.	20	19
Limpieza e Higiene del local.	5	5
Utilización de los mini roderos.	5	5
Control y registro de las condiciones de humedad y temperatura.	5	5
Funcionamiento del escaparate	5	4
4- Clasificado y Envasado de Tabacos	100	96
Cumplimiento de lo que se establece en el proceso.	40	38
Resultados del muestreo de cajones escogidos según NCA establecido.	20	18
Depuración de los conceptos de rezago (Capa y Rotos).	5	5
Limpieza de los envases.	10	10
Registros de calidad.	5	5
4.1 Anillado de Tabacos Torcidos	30	30
Cumplimiento de lo que se establece en el proceso.	30	30
Uniformidad de la altura del anillo.	15	15
Anillos sin exceso de pegamento.	10	10
Registros de calidad.	5	5
4.2 Adornado de Cajones.	30	28
Cumplimiento de lo que se establece en el proceso.	30	28
Tiempo de secado de los cajones habilitados.	10	8
Manipulación correcta de los envases.	10	10
Almacenamiento en lugares limpios y secos.	5	5
Registros de calidad.	5	5
5- Terminado	100	96
Cumplimiento de lo que se establece en el proceso.	45	45
Cumplimiento de la norma de embalaje.	20	20
Correcto marcaje y Precintado.	15	15
Aspecto exterior,	5	5
Registros de calidad. (PIF)	5	5
5.1 Almacenamiento del Producto Terminado	55	51
Registro de productos embalados.	5	5
Registro de entradas y salidas de Productos terminados del almacén.	5	5
Registros del control de la humedad antes de la venta.	10	10
Cumplimiento de las normas de almacenaje.	10	10
Condiciones de almacenaje.	10	8
Certificación del proceso de carga y transportación del producto terminado.	10	8
Registro de calidad. (PIF)	5	5

RESUMEN

Parámetros	Puntos Obtenidos	% Ponderación	Puntos Ponderados
Recepción y almacenamiento de materia prima	69	10	6.9
Preparación y acondicionamiento materia prima	71	20	14.2
Elaboración del tabaco torcido	80	40	32.0
Clasificado y envasado de tabacos	96	10	9.6
Terminado	96	20	19.2
TOTAL		100	81.9

Rango de Puntos Ponderados	Equivalente Cualitativo
90-100	Bien
70-89	Regular
Menos de 70	Mal

Calificación Obtenida:	Regular
------------------------	---------

Fecha:	Resumen del año 2015
--------	----------------------

Anexo 14. Método para el cálculo del coeficiente de competencia de los expertos.

Para seleccionar los expertos, se debe:

Elaborar una lista de candidatos que cumplen con los requisitos predeterminados de experiencia, años de servicio, conocimientos sobre el tema.

Determinar el coeficiente de competencia de cada experto.

Este último paso permite asegurar que los expertos que se consultan verdaderamente pueden aportar criterios significativos respecto al tema objeto de estudio.

Cuestionario para la determinación del coeficiente de competencia de cada experto.

Nombre y Apellidos:

Autoevalúe en una escala de 0 a 10 sus conocimientos sobre el tema que se estudia.

Marque la influencia de cada una de las fuentes de argumentación siguientes:

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted			
Experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales que conoce			
Trabajos de autores extranjeros que conoce			
Conocimientos propios sobre el estado del tema			
Su intuición			

Se utiliza la fórmula siguiente: $K_{comp} = \frac{1}{2} (K_c + K_a)$

Donde:

Kc: Coeficiente de Conocimiento: Se obtiene multiplicando la autovaloración del propio experto sobre sus conocimientos del tema en una escala del 0 al 10, por 0,1.

Ka: Coeficiente de Argumentación: Es la suma de los valores del grado de influencia de cada una de las fuentes de argumentación con respecto a una tabla patrón, se emplea en esta investigación la siguiente tabla:

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales que conoce	0.05	0.04	0.03
Trabajos de autores extranjeros que conoce	0.05	0.04	0.03
Conocimientos propios sobre el estado del tema	0.05	0.04	0.03
Su intuición	0.05	0.04	0.03

Dados los coeficientes Kc y Ka se calcula para cada experto el valor del coeficiente de competencia Kcomp siguiendo los criterios siguientes:

La competencia del experto es ALTA si $K_{comp} > 0.8$

La competencia del experto es MEDIA si $0.5 < K_{comp} \leq 0.8$

La competencia del experto es BAJA si $K_{comp} \leq 0.5$

Anexo 15. Lista de los expertos, indicando su nombre y apellidos, y cargo que ocupa.

1. Michel Feitó Cespón. Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Cienfuegos
2. Nélide Borrego Ayala. Directora UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua.
3. Martha López Maturell. Especialista C en Gestión de la calidad UEB Tabaco Torcido Castillo de Jagua.
4. Aimara Menéndez Fraga. Directora económica EABTT
5. Geysa L. López Rodríguez. Especialista principal en recursos humanos EABTT
6. Manuel Puentes Andreu. Especialista A integral para la actividad agroindustrial y forestal.
7. Ildester Sánchez Ruíz. Especialista A integral para la actividad agroindustrial y forestal.
8. Dania Mena Chacón. Especialista B en Gestión de la calidad EABTT
9. Daisy M. López Calaña. Especialista en Gestión de la calidad EABTT

Anexo 16. Análisis de Concordancia de los expertos sobre las variables.

E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
E1	10	8	9	8	5	5	4	10	2	10	8	7	6	8	2	6	7	7	8	6	9	10	10	8	9	6
E2	9	8	9	8	5	5	4	9	2	10	8	7	6	8	3	6	7	7	8	5	9	10	10	8	8	6
E3	9	7	9	7	4	5	4	9	1	9	5	8	7	7	3	7	6	7	9	7	8	10	9	5	8	6
E4	10	8	8	7	4	4	5	8	2	9	8	7	6	8	2	7	6	6	8	7	8	9	9	8	7	7
E5	8	9	8	8	3	5	4	9	2	10	8	7	7	8	3	7	6	6	9	7	8	10	9	8	7	7
E6	9	7	9	9	5	4	5	9	2	10	9	7	7	9	3	6	6	6	8	7	7	9	9	7	6	6
E7	9	7	8	7	5	4	2	8	2	10	8	8	6	8	2	7	6	6	8	5	9	9	8	8	6	6
E8	10	8	9	7	5	5	4	8	2	10	8	8	6	8	3	7	6	6	8	5	9	10	9	8	7	7
E9	10	8	7	7	5	5	4	8	2	10	7	8	6	8	3	6	6	6	8	5	9	10	9	7	7	7

Anexo 17. Matriz de impactos entre los efectos negativos (EN)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	■	2	3	3	3	3	2	3	3	1	2	1	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	
2	3	■	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	■	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	■	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	■	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	■	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	3	1	1	2	3	3	3	■	1	2	0	0	1	1	1	0	0	1	0	2	0	0	3	3	0	3	0
9	1	0	0	0	1	1	0	0	■	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	1	0	1	1	0	1	■	0	0	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	2	3	3	1	0	1	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	■	2	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	■	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
14	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
17	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	■	1	0	0	0	1	1	0	1	2	
18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	0	1	1	0	■	0	0	0	2	0	0	2	3	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	■	0	0	2	3	0	3	3	
20	2	2	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	■	0	1	1	1	2	1
21	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	1	3	3	1	0	0	0	0	0	0	■	0	1	1	0	0
22	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	■	0	1	0	3
23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	■	0	2	2
24	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	■	0	2
25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	3	0	0	0	1	■	1	
26	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	3	3	3	3	2	0	0	2	3	0	2	2	1	3	■	

Anexo 19. Tipos de insumos para la realización del tabaco torcido

1 Pegamento CMC	kg	22 Calzo de cartón	mu
2 Harina de trigo	kg	23 Papel glassine	mu
3 Precinta de embalaje	kg	24 Stick Habanos Chico	mu
4 Cajas p/tabaco Habano	mu	25 Display de cartón	mu
5 Etiqueta adhesiva de garantía	mu	26 Petacas de cartón 3 tabacos	mu
6 Cubierta	mu	27 Láminas de cedro	mu
7 Puntillas doradas	kg	28 Tubos de Aluminio	mu
8 Volante 4 idiomas	mu	29 Cintillo Churchills	mu
9 Stick Habanos	mu	30 Tapa con clavos	mu
10 Vista	mu	31 Petacas de cartón 5 tabacos	mu
11 Anillos	mu	32 Sello de garantía	mu
12 Filete	mu	33 Sello de garantía chico	mu
13 Costero	mu	34 Lámina No 3	mu
14 Bofetón	mu	35 Cinta Sandra	m
15 Larguero	mu	36 Petacas de cartón 1 tabaco	mu
16 Papel retal	kg	37 Cintillo Serie D No. 4	mu
17 Papel bond	kg	38 Capote	kg
18 Papeleta	mu	39 Fortaleza 1	kg
19 Contraseña	mu	40 Fortaleza 2	kg
20 Pliego amarillo Montecristo	mu	41 Fortaleza 3	kg
21 Envase	mu	42 Capa	Mjos

Anexo 20. Plan anual de ventas a Habanos S.A para el 2016

Vitola/Surtido	Vitolas	Marca	Precio	Norma de Embalaje	Total	
					MU	MP
CHURCHILLS T/A 3/C 1/40	JULIETA 2	RYJ	3385	450	35,4	119,8
Double Corona SLB 1/M 1/20	Prominentes	Hoyo M	3320	400	21,5	71,4
Double Corona SLB 1/M 1/20	Prominentes	Punch	3190	400	16,1	51,4
Siglo II P/C 3/T Disp t/a	Marevas	Cohiba	2920	690	25,0	73,0
Siglo I SLB 1/M 1/40	Perlas	Cohiba	1825	1200	2,5	4,6
Siglo I P/C 5/T Disp 1/40	Perlas	Cohiba	1825	1200	35,2	64,2
Montecristo # 5 2/C 1/40	Perlas	Montecristo	1230	1300	17,4	21,4
Romeo No 2 T/A 3/C 1/40	Petit Corona	RYJ	1165	700	76,2	88,8
Romeo No 2 CB-UW- C/P-5-A/T-50	Petit Corona	RYJ	1165	600	100, 0	116,5
Mille Fleurs CB-UW-n-10- n-10	Petit Corona	RYJ	940	1000	22,7	21,3
Edmundo SBN 2/C 1/40	Edmundo	Montecristo	2370	600	100, 0	237,0
Edmundo P/C 3/T T/A	Edmundo	Montecristo	2815	510	200, 0	563,0
Petit Edmundo SBN 2/C 1/40	Petit Edmundo	Montecristo	1935	600	100, 0	193,5
Petit Edmundo T/A P/C 3/T	Petit Edmundo	Montecristo	2380	720	196, 0	466,5
Robusto SLB Barniz 1/40	Robusto	Cohiba	3705	675	42,7	158,2
Serie D # 4 SBN 2/C 1/40	Robusto	Partagás	2035	750	63,2	128,6

Anexo 21. Consumo de insumos para la marca Montecristo

Producto	UM	Promedio	
		Cantidad	Importe
Pegamento CMC	kg	14,185	222,4208
Harina de trigo	kg	8,73796	41,9876
Precinta de embalaje	kg	0,12436	418,9508
Cajas p/tabaco Habano	mu	6,47268	154,6104
Etiqueta adhesiva de Garantía	mu	0,7134	37,062
Cubierta	mu	0,1242	1,044
Puntillas doradas	kg	6,47268	42,5396
Volante 4 idiomas	mu	2,97113333	37,6826667
Stick Habanos	mu	0,7134	50,46
Vista	mu	116,2996	912,1244
Anillos	mu	2,8188	52,026
Filete	mu	1,4268	35,496
Costero	mu	0,7134	17,226
Bofetón	mu	1,4268	31,146
Larguero	mu	37,4484	19,2916
Papel retal	kg	3,1668	12,354
Papel bond	kg	0,7134	21,924
Papeleta	mu	0,7134	58,29
Contraseña	mu	0,0418	6,612
Piego amarillo Montecristo	mu	2,97113333	18447,778
Envase	mu	0,7134	11,484
Calzo de cartón	mu	5,675	20,5
Papel glassine	mu	58,625	743,75
Stick Habanos Chico	mu	11,725	6647,75
Display de cartón	mu	58,625	8294,75

Anexo 22. Consumo de insumos para Romeo y Julieta

Producto	UM	Promedio	
		Norma de consumo	Importe (Pesos)
Pegamento CMC	kg	0,0341	0,174
Harina de trigo	kg	0,125	1,007
Precinta de embalaje	kg	0,077	0,37
Cajas p/tabaco Habano	mu	0,00125	4,0145
Etiqueta adhesiva de Garantía	mu	0,051375	0,2905
Cubierta	mu	0,051375	5,3475
Puntillas doradas	kg	0,00571	0,0445
Volante 4 idiomas	mu	0,051375	0,374
Stick Habanos	mu	0,051375	0,65375
Vista	mu	0,051375	6,29525
Anillos	mu	1,02	11,69125
Filete	mu	0,222225	4,80025
Costero	mu	0,11275	5,28025
Bofetón	mu	0,051375	8,42325
Larguero	mu	0,29725	5,32175
Papel retal	kg	0,33	0,48825
Papel bond	kg	0,286375	2,227
Papeleta	mu	0,051375	7,49725
Contraseña	mu	0,1025	8,387
Envase	mu	0,051375	102,65375
Láminas de cedro	mu	1,02	24,8916667
Tubos de Aluminio	mu	1,02333333	177,279667
Cintillo Churchills	mu	1,02	6,477
Tapa con clavos	mu	0,1025	7,494
Petacas de cartón 5 tabacos	mu	0,204	0,037

Anexo 23. Consumo de insumos para Cohiba.

Producto	UM	Promedio	
		Norma de consumo	Importe(Pesos)
Pegamento CMC	kg	0,03405	0,1677
Harina de trigo	kg		
Precinta de embalaje	kg	0,077	0,3693
Cajas p/tabaco Habano	mu	0,001	1,68466113
Etiqueta adhesiva de Garantía	mu	0,041	0,8085
Volante 4 idiomas	mu	0,0475	0,796875
Stick Habanos	mu	0,041	0,51944
Vista	mu		
Anillos	mu	1,025	28,451925
Papel retal	kg	0,33	0,165
Envase	mu	0,041	253,8105
Calzo de cartón	mu		
Papel glassine	mu	0,088	6,452
Stick Habanos Chico	mu	0,306	3,87967
Display de cartón	mu	0,054	25,374
Petacas de cartón 3 tabacos	mu	0,335	2,805
Láminas de cedro	mu		
Tubos de Aluminio	mu	1,025	36,365
Petacas de cartón 5 tabacos	mu	2,04	1,464
Sello de garantía	mu	0,04966667	0,97941333
Sello de garantía chico	mu	0,2695	17,4775
Lámina No 3	mu	1,025	26,265
Cinta Sandra	m	0,02	0,0032
Petacas de cartón 1 tabaco	mu	1,025	45,66

Anexo 24. Consumo de insumos para Hoyo de Monterrey

Producto	UM	Norma de consumo	Precio actual	Importe
Pegamento CMC	kg	0,034100	4,92	0,167772
Harina de trigo	kg	0,125000	15,68	1,96
Anillo	mu	1,025000	3,03	3,10575
Etiqueta adhesiva de Garantía	mu	0,020500	19,60	0,4018
Volante 4 Idiomas	mu	0,020500	6,64	0,13612
Stick Habanos	mu	0,020500	12,68	0,25994
Cinta Sandra	km	0,015000	103,44	1,5516
Papel Glassine	kg	0,090800	6,80	0,61744
Papel retal	kg	0,330000	0,50	0,165
Cajas p/tabaco Habano	mu	0,001250	0,0269	0,00003362
Precinta de embalaje	kg	0,077000	4,80	0,3696
Envase	MU	0,020500	7205,00	147,7025

Anexo 25. Consumo de insumos para Punch

Producto	UM	Norma de consumo	Precio actual	Importe
Pegamento CMC	kg	0,034100	4,92	0,167772
Harina de trigo	kg	0,125000	15,68	1,96
Anillo	mu	1,025000	5,99	6,13975
Etiqueta Adhesiva de Garantía	mu	0,020500	23,88	0,48954
Volante 4 Idiomas	mu	0,020500	6,64	0,13612
Stick Habanos	mu	0,020500	12,68	0,25994
Cinta Sandra	km	0,015000	0,16	0,0024
Papel Glassine	kg	0,090800	6,80	0,61744
Papel retal	kg	0,330000	0,50	0,165
Cajas p/tabaco Habano	mu	0,001250	0,0201	0,000025
Precinta de embalaje	rollo	0,077000	4,80	0,3696
Envase	mu	0,020500	7205,00	147,7025

Anexo 26. Consumo de insumos para Partagás

Producto	UM	Norma de consumo	Precio actual	Importe
Pegamento CMC	kg	0,034100	4,92	0,167772
Harina de trigo	kg	0,125000	7,9	0,9875
Cintillo Serie D No.4	mu	1,025000	5,50	5,6375
Etiqueta adhesiva de Garantía	mu	0,041000	23,88	0,97908
Volante 4 Idiomas	mu	0,041000	2,5912	0,1062392
Stick Habanos	mu	0,041000	2,59	0,1062392
Papel retal	kg	0,330000	20,856	6,88248
Cajas p/tabaco Habano	mu	0,001250	0,079	0,00009875
Precinta de embalaje	Rollo	0,077000	4,866	0,3747128
Envase	MU	0,041000	6512,00	266,992

Anexo 27. Recursos para dar cumplimiento a la demanda del segundo semestre y estado de las restricciones

Cantidades	UM	Montecristo	Romeo y Julieta	Cohiba	Hoyo de Monterrey	Punch	Partagás
Demanda	mu	437,4	186,4	74	31,6	23,5	34,2
Inventario inicial	mu	21,05	9,10	119,17	0,00	14,00	2,50
Obreros		42					
Contratas		0					
Capote	kg	1128,49	583,43	0	349,81	28,17	378,59
Fortaleza 1	kg	1137,24	629,1	0	152,31	29,93	164,84
Fortaleza 2	kg	2366,33	1124,92	0,01	274,29	57,78	296,86
Fortaleza 3	kg	651,73	432,45	0	118,18	23,19	127,91
Capa	Mjos	1279,39	545,22	0,01	92,43	30,29	100,03
Producción Horas Normales	mu	399,04	151,22	0	14,25	4,52	30,06
Producción Horas Extras	mu	38,36	35,18	0	17,35	5,83	4,14
Producción cedida	mu	0	0	0	0	0	0
Costos Producción Normal	MP	35,91	13,61	0,00	1,28	0,41	2,71
Costos Producción Extra	MP	86,30	79,15	0,00	39,05	13,13	9,32
Costo de Producción cedida	MP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo contratas	MP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo de Capote	MP	187,09	96,73	0,00	58,00	4,67	62,77
Costo de F1	MP	167,57	92,70	0,00	22,44	4,41	24,29
Costo de F2	MP	339,83	161,55	0,00	39,39	8,30	42,63
Costo de F3	MP	93,28	61,89	0,00	16,92	3,32	18,31
Costo de Capa	MP	783,94	334,08	0,00	56,64	18,56	61,30
Costos Mano de Obra	MP	122,22	92,76	0,00	40,33	13,53	12,02
Costos de Insumos	MP	349,99	72,98	0,00	4,94	0,16	9,65
Ventas	MP	23466,51	7749,58	4810,00	2622,80	1874,13	1739,92
Gasto Total	MP	2043,92	912,69	0,01	238,65	52,95	230,97
Utilidades	MP	21422,59	6836,89	4809,99	2384,15	1821,17	1508,96
Restricciones para el segundo semestre							
Nombre			Valor de la celda		Estado		Demora
Capacidad Horas extras Noviembre			18,55780284		No vinculante		1,411886763
Capacidad Horas extras Diciembre			12,6739642		No vinculante		7,295725402
Capacidad Horas extras Julio			18,5320455		No vinculante		1,437644102
Capacidad Horas extras Agosto			13,98162062		No vinculante		5,988068979
Capacidad Horas extras Septiembre			18,55675027		No vinculante		1,412939327
Capacidad Horas extras Octubre			18,56381186		No vinculante		1,405877736

Anexo 28. Resumen de los indicadores principales a medir en el taller de torcido en el periodo de análisis. Tabla 1.

No. Op.	% Calidad							% Consumo de MP						
	Promi n.	Julie ta	Edm undo	Robu sto	Petit Edm.	Mare va	Perla	Prom in.	Juliet a	Edm undo	Petit Edm.	Robu sto	Mare va	Perla
47					100						101,8			
48	99	99	99,2	99,1	99,2			87,6	101,6	102,1	100,9	102,2		
49	99,1		99,1	99,2	99,6			101,7		101,4	99,6	101,4		
50			98,2		98		96,6			101,2	99,7			107
51	100	99	97		99,2			0	99,9	101	99,9			
52		97,9	99,1		99,1				102,4	92,4	102,3			
53			100							102,4				
54			98,4	97,8	97,6	98,2				103,1	96,6	101,1	100,9	
55			98	97,7		98,7				99,8		101,7	101,6	
56			92		96,2	97,8				101,5	100		101,4	
57				97,3	96,9						103,9	101,6		
58	94,1	98,5		97,6	99,1	98,8		102,4	99,4		101,2	102	100	
59	98,9	98,3		99,2	99,2	98,8		101,2	100,8		100	102	100	
60			98	98,5	99,1					102,4	99,9	101,4		
61			96,3	96,6	97,8					100,9	101,7	103,1		
62														
63				99	98,7		97,1				101,3	113		118,1
64				98,4	98,3		98,9				103,3	102,2		95,2
65			97	97,7	98,4	99	97,4			101,8	98	102,2	100	103,4
70														
71				94,6	96,2	94,4	96,6				105,4	109	101,9	87,5
72					93,8						106,8			
73					100	100					103,9		104	
85		100	100		100				102,1	98,9	101,6			
86			98			97,4	98,4				103,2		69,5	86,2
87		100								102,5				
88	96	96,6	95,6	95,4	98			80,2	102,3	101,4	102,4	101,9		
89			97	97,8	96,4						101,1	100,8	102,1	
90			94,4	92,4	96,6						98,3	90,7	104	
91			97,3		97,5		99				102,4	100,8		103,4
92	100	96,2	98,9	95,9	96,5			95,5	100,5	105,3	100,1	102,7		
93			98,4		95,8						102,9	99,8		0
94			96,3		97,6		97,7				105,2	98,1		91,2
95					94,8		98,5					103,8		77,6
96					97,9							105,3		
100			94		92						102,4	100		
101			98,9		96,2		97,9				102,8	100,3		103,4
102					98,5		94,5					102,4		97,3
103			100	96	94,9		94				102,7	100,9	102,8	102,2
104					100							102,8		
105					96,8	96	96,6					102,3	101,3	95
107					100							103,2		
108			100	100	100						102,7	102,1	102,8	
109					96,9	99,6	99,9					105,5	98,9	92,8
110		100			100				98,7			111,9		
158					100	100						95	66,2	

*Aplicación de principios de manufactura esbelta para la planeación de la producción de tabacos
torcidos en la UEB Castillo de Jagua*

Tabla 2.

No. Op.	% Cumplimiento del plan de producción							% Desempeño general						
	Prom in.	Juliet a	Edm undo	Petit Edm.	Robu sto	Mare va	Perla	Prom in.	Juliet a	Edm undo	Petit Edm.	Robu sto	Mare va	Perla
47				84,6							83,1			
48	127,7	100,8	103,4	87,3	100			144,3	98,3	100,4	85,8	97,1		
49	138,6		115,9	103,1	117,5			134,9		113,3	103	115,4		
50			109,2	83,4			100			106,1	82			90,2
51		109,1	106,9	77,4					108,1	102,7	76,8			
52		94,4	107,7	79,6					90,2	115,5	77,1			
53			86,4							84,4				
54			108,5	97,2	131,0	86,7				103,5	98,5	126,4	84,3	
55					131,0	103,5						129,3	100,5	
56			101,3			111							107,2	
57				87,2	94,9						81,4	90,5		
58	95,4	106,3		89,4	91,3	51,9		87,7	105,4		87,5	88,7	,2	
59	116,3	116,1		100	92,6	92,6		113,7	113,2		99,2	90	91,5	
60			90,6	110,7	112,2					86,7	109,8	109,7		
61			110	93,5	80,3					105	89,9	76,2		
62														
63				98,3	56,4		100				95,7	49,3		82,2
64				94,5	89,7		100				89,9	86,2		103,9
65			103,5	111,3	118,3		100			98,6	111,7	113,9		94,2
70														
71				78,3	84,7	95,2	100				71,5	74,7	88,2	110,3
72				83,6							73,5			
73				79,8		196,3					76,8		188,7	
85		117,3	108,3	81,9					114,9	109,5	80,6			
86			98,7			94,1	100			93,7			131,9	114,2
87		93							90,7					
88	102	97,6	92,1	98	67,1			122,1	92,1	86,8	93,8	64,5		
89			107,2	88,8	103					102,9	84,9	97,3		
90			109,7	87,5	97,6					105,3	93,2	90,7		
91			114,1	87,3			100			108,3	84,5			95,7
92	91,7	109,8	125,3	77,2	107,4			96	105,1	117,6	74	100,8		
93			103,6	97			100			99,1	93,2			
94			98,5	88,5			100			90,1	88,2			107,2
95				91,3			100				83,5			126,8
96				67,6							62,8			
100														
101			102,6	88,6			100			98,7	85			94,7
102				100,4			100				96,6			97
103														
104				69,8							67,9			
105				86		88,1	100				81,4		83,5	101,6
107														
108			110,6	96	103,8					107,7	94	101		
109				71,4		86,1	100				65,6		86,7	107,6
110		67,4		69,2					68,2		61,9			
158				87,7		66,1					92,3		99,8	