

**“PROPUESTA PARA LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN CON BASE EN
TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO DE
LA EMPRESA CONFECAB”**

**CRISTIAN CAMILO GIRALDO ARIAS
HUMBERTO ANTONIO RAMÍREZ BEDOYA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2014**

**“PROPUESTA PARA LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN CON BASE EN
TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO DE
LA EMPRESA CONFECAB”**

CRISTIAN CAMILO GIRALDO ARIAS
HUMBERTO ANTONIO RAMÍREZ BEDOYA

Trabajo de Grado para optar el Título de:
Tecnólogo en Producción Industrial

Asesora
LINA MARÍA SALAZAR VILLEGAS
Docente

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2014**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Medellín - Antioquia, Mayo de 2014

A Dios primeramente ya que ha permitido y ha puesto las herramientas totales para vencer los obstáculos físicos y mentales, a nuestros padres por su apoyo incondicional, a la docente Lina María Salazar Villegas por su interés, compromiso y dedicación, también por compartir sus experiencias para el desarrollo del trabajo, a la empresa CONFECAB por abrirnos sus puertas para el desarrollo y ejecución de este proyecto, y a quien pueda interesar como referente en el camino transformador de la educación y el conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO, ya que me acogió como un hijo más de forma tal, poderles demostrar en la aplicación del conocimiento impartido dentro y fuera del aula de clases, ya que fue fundamentado con cada uno de los elementos disponibles y las personas que integran dicha entidad educativa, con los conceptos teóricos y técnicos esenciales para nuestro crecimiento personal.

A nuestra asesora LINA MARÍA SALAZAR VILLEGAS por su orientación como asesora de este proyecto, y especialmente, por su tiempo y dedicación en este trabajo.

Señor ÁLVARO BOTERO y Señora ORIANA GARCÍA, propietarios de la empresa CONFECAB por el apoyo e interés en la realización de este proyecto en las instalaciones de su empresa.

A los ingenieros de producción Sr WALTER ALEXANDER GOMEZ ZAPATA y YORNANDY ALONSO MARTINEZ PEREZ, por su acompañamiento y apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Todos los empleados de CONFECAB, especialmente a la ingeniera JANNETH TORRES y supervisores de planta por su tiempo disponible.

Por último a todas las personas de que alguna u otra manera nos brindaron apoyo y confiaron en nosotros, especialmente a nuestras familias por su tiempo y consejos en el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	14
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. MARCO REFERENCIAL.....	18
4.1 MARCO TEÓRICO	18
4.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE TOC	20
4.2.1. Balancear el flujo.	20
4.2.2 El lote de proceso debe ser variable	21
4.2.3 Los gerentes y las restricciones.....	22
4.3 HERRAMIENTAS PARA IMPLEMENTAR LA TEORÍA DE RESTRICCIONES	22
4.3.1 Balanceo de líneas	22
4.3.2 Planillas de inspección u hojas de control.....	23
4.3.3 Estudio de tiempos con cronómetro.....	24
4.3.4 Matriz de Polivalencia.	24
4.3.5 Diagramas de flujo de procesos.....	25
4.4 MARCO CONCEPTUAL	25
4.4.1 Área administrativa	26
4.4.2 Área de contabilidad	26
4.4.3 Área de producción	26
4.4.4 Proceso.....	28
4.4.5 Misión de la compañía.	28
4.4.6 Visión de la compañía.....	28
4.4.7 Organigrama.....	29
5. DISEÑO METODOLÓGICO	30
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
5.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	30
5.2.1 Metodología de investigación empírica	30
5.3 DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR.....	30
5.4 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	31
5.4.1 Fuentes primarias	31
5.4.2 Fuentes secundarias.....	31
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
6.1 CONOCIMIENTO DEL PROCESO - DIAGNÓSTICO INICIAL	33
6.1.1 Resultados de la recolección de la información	33

6.1.2 Resultado del análisis del proceso con base en los factores que inciden en el proceso de la confección.....	35
6.2 PASO 1 - IDENTIFICAR LA RESTRICCIÓN	38
6.3 PASO 2 - EXPLOTAR LAS RESTRICCIONES DEL SISTEMA	42
6.3.1 Diferencias en los tiempos estándar de fabricación.....	42
6.3.2 Falta de Materiales e insumos en el momento de “alistamiento del lote”.	44
6.3.3 Falta plan de Polivalencia del personal.....	45
6.3.4 Balanceo de línea.	45
6.4 PASO 3 - SUBORDINAR LA RESTRICCIÓN	45
6.4.1 Realizar el estudio de trabajo y estandarización del proceso	45
6.4.1.1 Distribución de planta - Diagrama de recorrido propuesto	46
6.4.1.2 Resultados distribución de planta propuesta	47
6.4.2 Logística de materia prima propuesto para disminuir la falta de materiales e insumos en el momento de alistamiento del lote.	47
6.4.3 Lograr el plan de polivalencia del personal.....	48
6.4.3.1 Convención de la tabla de polivalencia.....	49
6.4.4 Balanceo de línea	51
6.5 PASO 4 – ELEVAR LA RESTRICCIÓN MIDIENDO EL NIVEL DE SERVICIO.....	54
6.6 EL SISTEMA DBR (DRUM, BUFFER, ROPE).....	56
6.6.1 Cálculo del amortiguador (Buffer)	57
6.6.2 El tambor (Drum)	58
6.6.3 La cuerda (Rope).....	59
6.7 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	60
6.7.1 Capacitación del personal de planta con respecto a los mejoramientos establecidos mediante la metodología teoría de restricciones.....	60
6.7.2 Un practicante de producción que realice un estudio de métodos y tiempos, estudio de la demanda del mercado, análisis de las restricciones presentadas (75%SMMLV).....	61
6.7.3 Impresión de papelería, fichas de seguimiento, control, afiches motivacionales.	61
6.7.4 Costo total para la implementación de la propuesta	61
7. RESULTADOS	62
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Hoja de registro de muestreo del trabajo con distribución de tiempo entre 10 elementos de trabajo	24
Cuadro 2. Entrevista a empleados.....	33
Cuadro 3. Entrevista gerente y coordinador	34
Cuadro 4. Diagnóstico	35
Cuadro 5. Valoración y clasificación de causas	38
Cuadro 6. Aspectos a evaluar para identificar la restricción	38
Cuadro 7. Matriz de restricciones y valoración	39
Cuadro 8. Resumen de valoraciones de las restricciones	41
Cuadro 9. Resultados diagrama de recorrido actual.....	44
Cuadro 10. Resultados diagrama de recorrido propuesto	47
Cuadro 11. Convención de matriz de polivalencia.....	50
Cuadro 12. Secuencia operacional camiseta tipo polo	51
Cuadro 13. Precedencia camiseta tipo polo	52
Cuadro 14. Distribución y balanceo de líneas.....	53
Cuadro 15. Nivel de servicio enero-febrero 2014.....	55
Cuadro 16. Nivel de servicio después de las mejoras	56
Cuadro 17. Capacitación del personal	60
Cuadro 18. Costo por contratación de practicante	61
Cuadro 19. Costos de inversión en papelería e impresora	61
Cuadro 20. Inversión total para la implementación	61

LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1. Utilización de recursos con capacidad restrictiva	20
Ilustración 2. Restricciones del sistema empresa, libro justo a tiempo línea de ensamble de Henry Ford	21
Ilustración 3. Marcas que se elaboran en la planta CONFECAB	27
Ilustración 4. Organigrama.....	29
Ilustración 5. Gráfico de valoración de las restricciones	41
Ilustración 6. Gráfico de restricciones físicas y no físicas	42
Ilustración 7. Diagrama de recorrido actual	43
Ilustración 8. Diagrama de recorrido propuesto	46
Ilustración 9. Matriz de polivalencia	48
Ilustración 10. Gráfico de precedencia.....	53
Ilustración 11. Grafico estaciones de trabajo	54
Ilustración 12. Semáforo propuesto	57
Ilustración 13. Semáforo para la programación del mes de mayo.	59

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Tabla de suplementos de la OIT	66
Anexo B. Suplementos definidos para el estudio del trabajo en la empresa	67
Anexo C. Estudio de tiempos actual	68
Anexo D. Estudio de tiempos después de las mejoras	69
Anexo E. Demanda actual diseños y camisas en periodo de treinta días.....	70
Anexo F. Semáforo propuesto para realizar la programación.....	71

GLOSARIO

BALANCEO DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN: el balanceo de línea busca que ninguno de los recursos tenga más trabajo del que puede realizar en el tiempo de ciclo y además se busca minimizar los tiempos muertos entre operación y operación.

CINCO PASOS DE ENFOQUE: establecidos en TOC, es un proceso de mejora continua que permite obtener la mayor utilidad explotando la restricción del sistema al máximo. Los pasos consisten en (1) identificar la restricción del sistema, (2) explotar la restricción, (3) subordinar todos los recursos a la restricción, (4) elevar la restricción, (5) regresar al paso 1.

CUELLO DE BOTELLA: es el recurso que limita el flujo de material dentro de los procesos de una compañía. Esto quiere decir que este recurso cuenta con una capacidad de producción menor a la demanda que se ejerce sobre él.

POLIVALENCIA: polivalente es un adjetivo que se aplica a aquel o aquello que resulta valioso en diferentes situaciones o que ofrece varias prestaciones. Lo polivalente, por lo tanto, tiene valor y es importante o útil en distintos contextos. Con la formación de equipos de trabajo flexible que pueda producir diferentes productos en forma eficiente, es necesario comenzar a capacitar a cada uno de los integrantes del equipo en las diferentes operaciones.

RESTRICCIÓN: es la resistencia o capacidad máxima de la organización y es la principal causa por la cual el sistema no puede alcanzar mayores beneficios económicos respecto a su meta.

SISTEMA DBR: el sistema de control de la producción DBR se deriva de la teoría de las restricciones, TOC, introducido por Goldratt durante los años 80 (ver por ejemplo Goldratt y Cox, 1984). El sistema DBR se compone de tres elementos: drum, buffer y rope (tambor, amortiguador y cuerda). Goldratt y Cox (1984) muestran que la estación con menor capacidad gobierna la tasa de salida del sistema entero. Esta estación se conoce como “tambor”. El mecanismo de control de trabajos de una línea es denominado “cuerda”, y se basa en la máxima utilización de la estación del cuello de botella. Finalmente “amortiguador” representa el periodo de tiempo anterior a ser procesado un determinado trabajo desde que llega al cuello de botella hasta su proceso.

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC) (THEORY OF CONSTRAINTS): filosofía de gestión desarrollada por el Dr. Elyahu M. Goldratt que puede ser vista como tres áreas separadas pero relacionadas – logística, medidas de desempeño y pensamiento lógico. Logística incluye programación drum – buffer – rope, gestión de buffers, y análisis VAT. Medidas operacionales incluyen, inventario y gasto operacional y los cinco pasos de enfoque. Las herramientas del proceso de pensamiento son importantes para identificar el problema fundamental.

**“PROPUESTA PARA LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN CON BASE
EN TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE
SERVICIO DE LA EMPRESA CONFECAB”**

**Autores: HUBERTO ANTONIO RAMÍREZ BEDOYA
CRISTIAN CAMILO GIRALDO ARIAS**

Asesora: LINA MARÍA SALAZAR VILLEGAS

RESUMEN

El presente trabajo de grado documenta una metodología de mejora continua en un proceso de confección con base en los principios de la teoría de restricciones, construida mediante la observación directa en la planta de confección y diseño de camisas, la cual permitió validar las debilidades en la planeación y programación que a modo de restricción se presentan de manera habitual en el sector textil, por último se plantea una propuesta empleando el sistema DBR, con el fin de mejorar los tiempos de entrega y mejorar el nivel de servicio de la empresa CONFECAB.

Palabras Clave: teoría de restricciones, sistema DBR, balanceo de línea, polivalencia, precedencia, sector textil.

**“PROPOSAL FOR THE PROGRAMMING OF PRODUCTION BASED ON
THEORY OF CONSTRAINTS TO IMPROVE THE SERVICE LEVEL OF THE
COMPANY “CONFECAB”**

Authors: HUMBERTO ANTONIO RAMIREZ BEDOYA
CRISTIAN CAMILO GIRALDO ARIAS

Advisor: LINA MARIA SALAZAR VILLEGAS

ABSTRACT

The current graduation project documents a continuous improvement in a dressmaking process based on the principles proposed by the Theory of restrictions, put together through direct observation at the tee-shirt manufacturing Factory, which allowed to point out weaknesses in the planning and scheduling, that as a restriction are habitually seen in the textile sector. Last, a proposal utilizing the DBR system is presented, which is meant to improve delivery timing and to better level of service in the dressmaking enterprise.

Key words: restrictions theory, dbr system, line balancing, diversity of applications, textile sector.

INTRODUCCIÓN

La teoría de restricciones propuesta para desarrollar este trabajo aporta una metodología que permite implementar procesos de mejora continua en la gestión de las organizaciones, con el fin de superar las limitantes que impiden el alcance de los objetivos planificados con base en la meta definida.

Existen muchas metodologías o filosofías en las que las empresas incurren para enfrentar todos estos cambios y poder satisfacer al cliente. Una de éstas es la teoría de restricciones, TOC, que es una herramienta para el mejoramiento continuo, fundamentada en mejorar la eficiencia para contribuir con el cumplimiento de la meta de toda empresa: ganar dinero.

La teoría de restricciones viene amarrada con un sistema que ayuda a la programación y planeación en una organización, el sistema DBR. Es un sistema de programación tipo jalado, que libera material en función del requerimiento del cuello de botella. El modelo DBR tradicional libera órdenes de producción de forma de sincronizarla con el recurso de menor productividad (CCR), que si es menor que la demanda del cliente se transforma en el cuello de botella del sistema.

Este proyecto pretende beneficiar a CONFECAB al permitirle alcanzar un aumento en su capacidad, y contar con las herramientas necesarias para planear, programar y controlar la producción mediante el esquema DBR (Drum, Buffer, Rope).

Es importante la evaluación en una planta de confección para desarrollar una metodología que permita identificar y explotar las restricciones que impiden el mejoramiento continuo de los resultados.

Lo que se proyecta en este trabajo es presentar a la empresa, un nuevo sistema de programación de producción, basado en esta metodología, y que permita mejorar los tiempos de entrega al cliente, aumentar su nivel de servicio y ver los beneficios o pérdidas que se obtendrían por medio de una simulación, en caso de aplicarla.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa CONFECAB es una empresa dedicada a la confección de prendas en tejido plano y tejido de punto, la empresa cuenta con un sistema de producción tipo modular “dos módulos”, cada módulo tiene aproximadamente siete operarias, además cuenta con patinadores y personal fuera de los módulos que se encargan del alistamiento del lote manualidades y la revisión del producto.

Se realizó un estudio en el sistema productivo de la empresa en cada una de sus áreas con el fin de identificar las restricciones presentadas en el proceso de confección, después de un análisis del sistema en la planta de producción, se detectaron algunas falencias que retrasaban el proceso, presentando incumplimiento en las fechas de entrega de los pedidos ocasionando inconformidad con los clientes.

Se evidencia posibilidad de mejora en los sistemas de control y programación de la producción dado que actualmente al montar una referencia hay que hacer cambios no planeados como distribución en la planta, distribución del personal largos recorridos de materiales y esto ocasiona cuellos de botella en la elaboración de las prendas.

El control de la producción se basa en los tiempos predeterminados inicialmente en el costo del producto, sin embargo, cuando se inicia la producción no se verifican ni se realizan los mejoramientos de los métodos y tiempos, lo cual conlleva a que los tiempos en operación sean diferentes a los programados, llevando así a no cumplir con las metas propuestas.

La secuencia operacional en el proceso de elaboración no lleva el orden lógico como se debería llevar en un sistema modular, generando largos recorridos del material en proceso, pasándolos de una máquina a otra.

En el personal de la planta se analiza su polivalencia y capacidad para realizar sus operaciones en el manejo de las máquinas por referencias pasadas, lo que hace que los métodos para la confección de una prenda no se encuentran estandarizados, y por ende lleva a las operarias a realizar nuevos métodos para la operación de armado de la prenda generando mayor tiempo de elaboración e incumplimiento de las metas propuestas por el coordinador de producción.

Con estos conocimientos se pretende desarrollar un método para incrementar el Nivel de servicio en la planta CONFECAB a través de sistemas modulares y determinar las restricciones presentadas en el proceso, atacarlas y aumentar la confiabilidad en las entregas al cliente.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

“Propuesta para la programación de producción con base en Teoría de restricciones para mejorar el Nivel de servicio de la empresa. CONFECAB.

2. JUSTIFICACIÓN

Uno de los sectores en el cual se presenta mayor competitividad en el área manufacturera es el de las confecciones, es por esto que para la empresa DISEÑOS Y CAMISAS es importante la búsqueda de una mejora continua, buscando su optimización en pro de lograr un mayor rendimiento a través de la aplicación de ciertos procedimientos formales de ingeniería tales como la teoría de restricciones o sistemas (TOC).

En la confección de camisas como proceso productivo es importante la teoría de restricciones para mejorar y fortalecer los puestos de trabajo en la planta de confección mejorando los procesos en la empresa CONFECAB.

Dicha teoría se analizan los estándares y el balanceo de línea en el sistema modular, analizando también maquinaria, mano de obra y materia prima, ya que esto le permitirá llevar un mejor control de su proceso y una mayor precisión en la programación e incrementar la producción asegurando la calidad de su producto y la calidad en los procesos.

Las demoras en la entrega de los pedidos perjudican el tiempo de los clientes, ocasionando molestias que pueden conducirlo a comprar a la competencia, llevando que la empresa pierda clientes o también se afecte la relación entre el cliente y la empresa.

Si la empresa cumple todas las promesas de venta que establece según lo acordado con el cliente, puede confiar en la empresa para cualquier necesidad futura, con la certeza de que no perderá tiempo ni dinero. Cumplir las promesas genera confianza en el cliente y le permite optimizar su tiempo, que hoy en día es el activo más valioso de todos y a nadie le sobra tiempo para quejas y esperas.

Haciendo un estudio detallado de teoría de restricciones en la planta CONFECAB se busca explotar estas restricciones presentadas en el proceso de fabricación de camisas ya sea en la planeación programación, maquinaria, mano de obra, materia prima y los métodos propuestos para la elaboración de la prenda.

Buscando una mejora continua y solución práctica se propone la teoría de restricciones (TOC) que en esencia es una metodología de gestión que permite identificar las restricciones de un proceso, los cuales se logran eliminar, convirtiéndolas en fuentes de ventaja competitiva, además es más favorable y novedoso y puede ser una alternativa aplicable en cualquier empresa de confección, como también en otros sectores industriales.

Bajo estas expectativas, en este trabajo se pretende desarrollar diagnóstico para determinar los posibles cuellos de botella y luego implementar un modelo bajo los lineamientos y los principios de teoría de restricciones.

Desde el punto de vista académico el trabajo permite la aplicación de gran parte de los conocimientos adquiridos en la carrera, tales como: estudio de métodos y tiempos, calidad, producción, diseño de plantas, análisis financiero y manejo adecuado del recurso humano entre otros.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar las variables que afectan la capacidad y productividad en la empresa CONFECAB retrasando las entregas de pedido al cliente mediante un estudio de teoría de restricciones (TOC).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar el diagnóstico de la empresa Diseños y Camisas con el fin de identificar las posibles causas de los retrasos en las entregas de producción.
2. Identificar y elevar la restricción en cada uno de los procesos identificados del diagnóstico.
3. Diseñar el modelo de programación con base en Teoría de Restricciones (TOC).

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEÓRICO

(Lntini, 1994: 33). La Teoría de las Restricciones es una metodología desarrollada en Israel por el físico Eliyahu Goldratt. Esta teoría se plantea como una respuesta de Occidente a los crecientes avances de las industrias instaladas en el sudeste asiático.

(Noreen, Mackey, 995). Esta metodología está al servicio de la gerencia que permite direccionar la empresa hacia la consecución de resultados de manera lógica y sistemática, contribuyendo a garantizar el principio de continuidad empresarial. Fue desarrollada por el físico israelí Eliyahu Goldratt, quien comenzó a analizar problemas de negocios casi que de manera casual. Un amigo tenía dificultades para programar la producción de una fábrica que producía jaulas para aves. Goldratt quedó muy curioso con el problema y desarrolló un programa de computador innovador, que permitió aumentar la productividad de manera extraordinaria sin elevar los gastos de operación. Los problemas de las fábricas iban más allá de consideraciones puramente fabriles, los gerentes de fábrica enfrentan problemas de gestión y administración general. De esta manera, se hizo necesario crear herramientas para tratar con problemas generales de orden más elevado, especialmente el tipo de problemas resultantes de políticas administrativas inadecuadas.

(Goldratt, 1993). La Teoría de las Restricciones fue introducida en 1984 en el libro la meta. Esta obra expuso esta teoría de gerenciamiento empresarial a través de una novela que tiene como protagonista a Alex Rogo, gerente de fábrica. Este personaje enfrenta múltiples problemas que ponen en peligro la continuidad de la empresa. La fábrica sobrevive a partir de análisis gerenciales que dejan a un lado las prácticas tradicionales de Gerencia Empresarial.

(Dettmer, S.F). La teoría de las restricciones invita a los administradores de empresas a concentrar sus esfuerzos en las actividades que tienen incidencia directa sobre la eficacia de la empresa como un todo, es decir, sobre los resultados globales. Para que el sistema empresarial funcione adecuadamente las operaciones deben ser estabilizadas, para ello es necesario identificar y alterar las políticas contraproducentes. Entonces, se hace conveniente crear un "patrón o modelo que incluya no apenas conceptos, sino principios orientadores y prescripciones, con sus respectivas herramientas y aplicaciones.

(Pellegrinello, 1993: 19). La Teoría de las Restricciones tiene como fundamento los sistemas, cuyo punto de partida es la consideración de que los sistemas son teleológicos; es decir, que tienen un objetivo o propósito. La TOC considera la empresa como un sistema constituido con la intencionalidad de conseguir una meta.

El enfoque sistemático posibilita el análisis de la empresa a partir del estudio de partes menores subsistemas que se interrelacionan entre sí en el cumplimiento

de sus objetivos. De esta manera se puede considerar que "la empresa es un agrupamiento humano jerarquizado que pone en acción medios intelectuales, físicos y financieros, para extraer, transformar, transportar y distribuir riquezas o producir servicios, conforme objetivos definidos por una dirección individual o colegiada, haciendo intervenir, en diversos grados, motivación de beneficio y de utilidad social.

(Goldratt, S.F). Destaca la importancia de la meta global en el análisis del sistema empresa y dice que, el primer paso es reconocer que el sistema fue constituido para un propósito; no creamos nuestras organizaciones sin ninguna finalidad, eso implica que, antes de lidiar con los mejoramientos de cualquier parte del sistema, primero necesitamos saber cuál es la meta global del mismo y las medidas que van a permitir que podamos juzgar el impacto de cualquier subsistema y de cualquier acción local sobre esa meta global.

(Umble, & Srikanth, 1990: 15). Los presupuestos básicos de la teoría de las restricciones respecto de las medidas operacionales de carácter local, son los siguientes:

- Las medidas de desempeño local deben expresar el significado de la meta o propósito general de la empresa.
- Las medidas deben permitir a los administradores de áreas y departamentos, conocer el impacto de su gestión sobre el resultado global.
- Las medidas de desempeño deben expresarse desde el punto de vista financiero, con prioridad sobre otro tipo de medidas físicas.
- El control debe estar orientado hacia la identificación de los desvíos que afectan el resultado.
- Los desvíos ocurren de dos formas: haciendo lo que no debería ser hecho y no haciendo lo que debería ser realizado.
- Cualquiera que sea la situación, el único responsable por el desempeño es el gestor del proceso

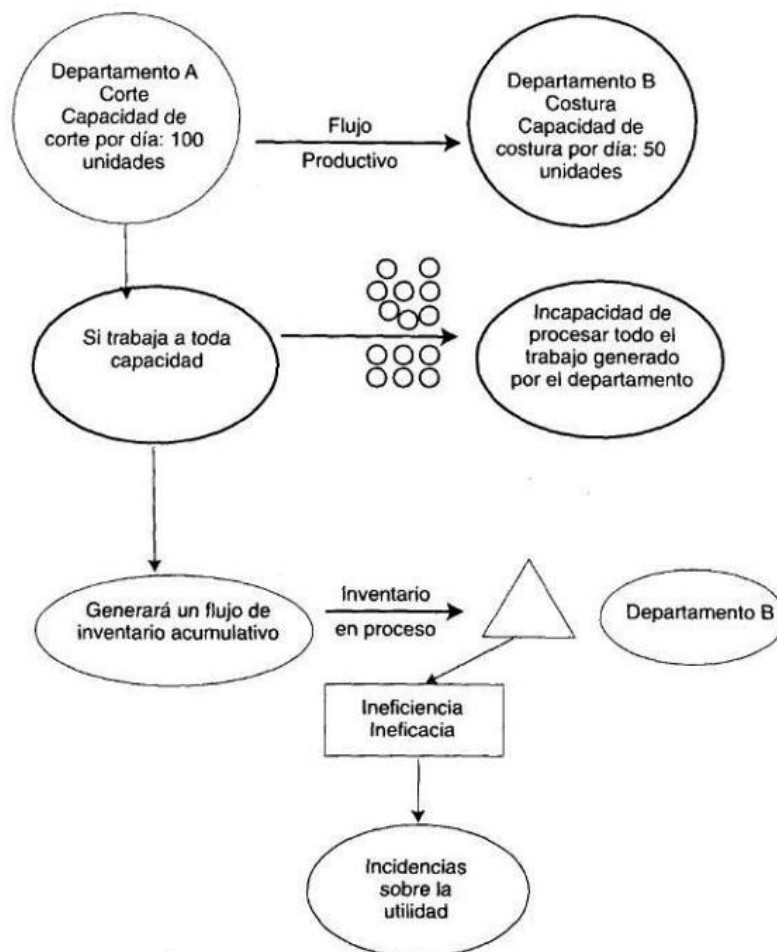
(Goldratt, 1990). No basta con definir el propósito o meta global de la empresa, también es necesario definir las medidas que la expresan de manera directa o indirecta. De esta forma la gerencia podrá definir cuáles son las variables que deben ser objeto de análisis y toma de decisiones, en busca de mejorar el resultado. Goldratt defiende las medidas financieras como la base principal para evaluar la meta de la organización

4.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE TOC

4.2.1. Balancear el flujo. (Goldratt y Fox (1989) Balancear el flujo de producción implica trabajar teniendo como punto de partida los llamados cuellos de botella, es decir, los puntos donde los recursos utilizados limitan el flujo de la empresa como un todo. El balance del flujo productivo tiene efectos directos sobre los niveles de inventario de materias primas, de productos en proceso y de productos terminados. Estos elementos afectan la meta de la empresa, ya que tienen incidencia negativa sobre la utilidad.

De acuerdo con la teoría de las restricciones, la activación de un recurso no lleva a la empresa a obtener el mejor resultado, pero sí la puede conducir a la ineficiencia desde el punto de vista económico (menor ganancia). La activación consiste en el uso de recursos no restrictivos (es decir aquellos que no constituyen cuellos de botella), en volumen superior al requerido por aquellos recursos que sí son restrictivos. Como se puede ver en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Utilización de recursos con capacidad restrictiva



Fuente: (Goldratt y Fox (1989), en su libro "The Race").

Este principio sostiene que los recursos internos con capacidad limitada y demanda de mercado, son los parámetros básicos en el gerenciamiento de las restricciones, recomiendan que:

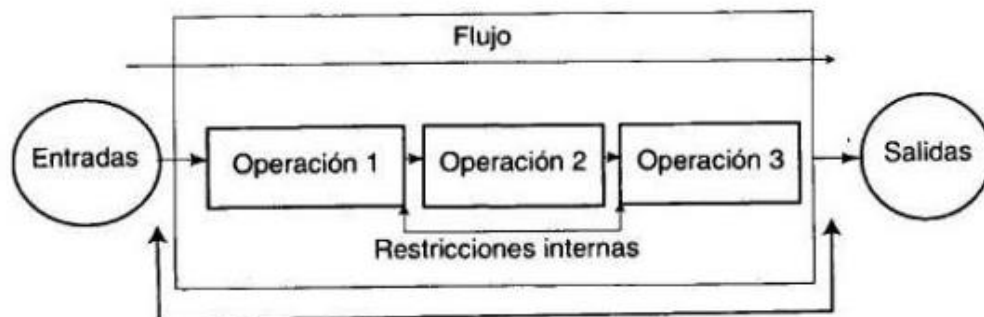
- a) El inventario de piezas frente a recursos con capacidad restrictiva da protección al proceso productivo. Las piezas deben ser aquellas que se necesitan, en las cantidades correctas y en el momento adecuado.
- b) El inventario en un lugar inadecuado tiene un efecto negativo en el flujo productivo.
- c) No proveer materia prima sino apenas para mantener ocupados a los operarios.
- d) Procesar y liberar el material de acuerdo con un programa determinado por las restricciones de la fábrica.

Teniendo en cuenta que la administración de los recursos productivos disminuye el tiempo total de procesamiento del sistema empresa, los administradores deben balancear el flujo y no la capacidad.

4.2.2 El lote de proceso debe ser variable. (Goldratt, s.f) La teoría de las restricciones defiende la idea de trabajar con lotes variables entre las operaciones productivas.

Analizar simultáneamente el conjunto de restricciones del sistema empresa tiene como objetivo optimizar los "lead times" y por consiguiente el resultado obtenido. La ilustración 2 muestra los puntos donde podemos centrar nuestro análisis. Aquí definimos el proceso como un conjunto de operaciones interdependientes, interrelacionadas, ordenadas secuencialmente y orientadas para la consecución de la meta de la empresa.

Ilustración 2. Restricciones del sistema empresa, libro justo a tiempo línea de ensamble de Henry Ford



Las líneas de ensamble trabaja en el último momento posible, es decir que la operación está completa y lista para la operación tres cuando la operación tres la necesita se produce en la operación dos, si la operación tres deja de necesitarla la operación dos deja de producirla.

“Las existencias constituyen el principal obstáculo para el flujo ágil”.

4.2.3 Los gerentes y las restricciones. (Umble y Srikanth), "una restricción es cualquier elemento que limita al sistema en el cumplimiento de su meta de ganar dinero". Es decir, el recurso restricción es un impedimento para que la empresa consiga un desempeño óptimo, por tanto, está íntimamente ligado a la generación de throughput, que se define como la velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas.

La Teoría de las Restricciones propone el siguiente proceso para auxiliar a los gerentes.

(Goldratt, s.f) considera que las restricciones físicas son más fáciles de identificar. Como en el momento en que la restricción es superada, surge otra restricción en otro lugar, no siempre ese lugar es la fábrica. Con frecuencia aparecen restricciones de mercado cuando no hay demanda suficiente para los productos de la empresa, tal situación a veces hace pensar a los gerentes que la restricción está fuera de su control.

Proceso de mejoramiento continuo

- Paso 1: identificar las restricciones del sistema
- Paso 2: explotar las restricciones del sistema
- Paso 3: subordinar cualquier otra cosa a la sección anterior
- Paso 4: elevar las restricciones del sistema
- Pasó 5: si una restricción es superada, vuelva al paso 1, no deje que la inercia sea la mayor restricción del sistema.

4.3 HERRAMIENTAS PARA IMPLEMENTAR LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

“El principal objetivo es tener una información adecuada, para lograr una planeación ajustada al flujo del producto, se debe definir con anterioridad, los tiempos de alistamiento, análisis de la capacidad de planta, polivalencia del personal, diagrama de flujos de procesos” (Goldratt, s.f).

4.3.1 Balanceo de líneas. (Escalona, s.f.) El problema de diseño para encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina problema de balanceo de línea. Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- 1) Cantidad: el volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- 2) Equilibrio: los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- 3) Continuidad: deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles entre otros y la prevención de fallas de equipo.

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

- 1) Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- 2) Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- 3) Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.

4.3.2 Planillas de inspección u hojas de control. La hoja de control u hoja de recogida de datos, también llamada de registro, sirve para reunir y clasificar las informaciones según determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias bajo la forma de datos. Una vez que se ha establecido el fenómeno que se requiere estudiar e identificadas las categorías que los caracterizan, se registran éstas en una hoja, indicando la frecuencia de observación.

Los objetivos más importantes de la hoja de control son:

- Seleccionar el trabajo que se estudiara y determinar los objetivos del estudio.
- Cuellos de botella en el proceso.
- Tiempos improductivos
- Causas de efectos.

Cuadro 2. Hoja de registro de muestreo del trabajo con distribución de tiempo entre 10 elementos de trabajo

Fecha:	Observador:	Estudio núm.:								
Número de observaciones: 75										
	Elementos de trabajo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trabajador núm. 1										
Trabajador núm. 2										
Trabajador núm. 3										
Trabajador núm. 4										

Fuente: *(Libro OIT cuarta edición)*

4.3.3 Estudio de tiempos con cronómetro. El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Se va a realizar una actividad diferente u operación en la producción.

(Marín Vásquez, 2001) el estudio de tiempos con cronómetros lo hace cuando hay diversos factores en la producción, sean estos con respecto al trabajador o con respecto a la producción, o en la alteración del ambiente del trabajo, podemos realizar la medición de tiempos de acuerdo a estos siguientes parámetros:

- Hay altos índices de demora en una operación.
- Cuando se detecta cuellos de botella en los procesos.
- Se pretende fijar tiempos estándar para la remuneración de los operadores.
- Se detecta bajos índices de eficiencia en máquinas o grupos de máquinas.

4.3.4 Matriz de Polivalencia. Polivalente es un adjetivo que se aplica a aquel o aquello que resulta valioso en diferentes situaciones o que ofrece varias prestaciones. Lo polivalente, por lo tanto, tiene valor y es importante o útil en distintos contextos (www.definicion.de).

Significa de igual manera tener múltiples habilidades tecnológicas y operativas; la polivalencia se dirige a cuatro objetivos:

- a. Organizar el equipo en función de la variación de la demanda del cliente (flexibilidad).
- b. Mejorar las condiciones de trabajo gracias a la rotación en los puestos.

- c. Disminuir el impacto de las ausencias previstas (pausa, vacaciones,...) o imprevistas (enfermedad).
- d. Desarrollar la autonomía del equipo.

Para formar un equipo de trabajo flexible que pueda producir diferentes productos en forma eficiente, es necesario comenzar a capacitar a cada uno de los integrantes del equipo en las diferentes operaciones, esto se lleva a cabo por medio de cuatro etapas, las cuales son:

La primera etapa: consiste en verificar si el operario conoce y aplica en su puesto de trabajo todos los procesos operativos y las reglas de seguridad.

La segunda etapa: es verificar si el operario asegura, además el nivel de calidad requerido para el puesto, aquí se comprueba la aplicación sin falla del autocontrol, en esta etapa lo más importante es la calidad.

La tercera etapa: consiste, en que conservando siempre el nivel de calidad, producir la cantidad de productos especificados, se evalúa la cantidad de producción.

La cuarta etapa: evaluar la capacidad del operario para formar a los otros miembros del equipo en su puesto de trabajo.

Finalización del entrenamiento: si el operario, ha pasado con éxito todas las etapas, tiene la posibilidad de realizar lo mismo en otro puesto a fin de llegar a ser polivalente (diapositivas de estudio)

4.3.5 Diagramas de flujo de procesos. Permite entender el encadenamiento de las diferentes fases que culminan en el producto final, por lo que resulta una de las herramientas más utilizadas en la implementación de procesos de gestión de la calidad. Al dejar expuestos los pasos redundantes, los flujos de los re-procesos, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella y los puntos de decisión, los diagramas facilitan la identificación de los problemas y las oportunidades de mejora del proceso.

El diagrama de proceso es uno de los recursos que con mayor claridad posibilita apreciar las características de la elaboración industrial de alimentos. Sus bien definidos bloques (o contenedores), con textos breves y concretos, y la secuencia cronológica indicada por las flechas que los vinculan no solo representan gráficamente el funcionamiento interno de un sistema sino que fijan la organización de todo el proceso, con sus entradas y sus salidas (www.academia.edu).

4.4 MARCO CONCEPTUAL

Confecciones Álvaro Botero Rodríguez SAS (CONFECAB), es una compañía fundada en el año 2002, dedicada a la fabricación de camisas y blusas en

tejido plano y de punto para el mercado nacional e internacional, cuenta con capacidad de tres plantas de producción con 80 empleados directos y 20 indirectos; ofrece los servicios de diseño, corte, confección y terminación.

Cuenta con dos certificaciones reconocimientos internacionales como son: TOE y VF, las cuales la certifican como proveedores de calidad internacional.

Confecciones Álvaro Botero se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín
Calle 72 # 64C-96 Bodega 101
Teléfono: 441 45 25
Fax: 441 7971

Actualmente cuenta con una nueva planta sucursal DISEÑOS Y CAMISAS donde se realiza el estudio para la aplicación de TOC. Esta planta está distribuida en dos módulos y con 20 operarios distribuidos, doce en máquinas, dos patinadores que a la vez hacen las manualidades, tres en planta de terminado, un preparador de lote, una supervisora y una coordinadora de producción.

Los operarios de la empresa CONFECAB tienen contratos a seis meses con todas las prestaciones sociales. Los empleados administrativos, coordinadores y secretaria tienen contrato a un año con sus prestaciones sociales según lo determinado por la ley.

La Dirección y administración está a cargo por el propietario, el señor Álvaro Botero y la señora, Oriana García. Encargados de desarrollar las actividades comerciales, contables y financieras. La empresa cuenta con diferentes áreas de administración para la confección de camisas así:

4.4.1 Área administrativa. En la empresa este proceso es manejado por sus propietarios ya que es una empresa familiar. El área administrativa también es la encargada de la comercialización y son los que dan a conocer la empresa ofreciendo sus servicios.

4.4.2 Área de contabilidad. Esta área se encarga de llevar la contabilidad de la empresa, realizar los pagos a los proveedores y pago de nómina entre personal administrativa y de planta y se encarga de los gastos fijos y variables que se puedan presentar, al igual de la facturación y cobro a los clientes.

4.4.3 Área de producción. Se encarga de programar, planear, controlar, estandarizar los procesos de producción manteniendo los métodos y tiempos de producción para la elaboración de la prenda. Las funciones de programación y coordinación de la producción son dirigidas por la señora Yaneth. Se cuenta con una supervisora, quien en caso de ausencia de sus superiores es responsable de conducir el proceso productivo.

La planta para la confección de camisas está distribuida en un sistema modular y cuenta con maquinaria industrial para la confección como es:

- **Módulo 1:** cinco máquinas planas automáticas, dos máquinas planas mecánicas, tres fileteadoras, una recubridora.
- **Módulo 2:** cinco máquinas planas automáticas, dos máquinas planas sencillas y una fileteadora.
- **Módulo de terminado:** una ojaladora, una botonadura, una plancha industrial, una remachadora.

Cuenta con maquinaria de repuesto en caso de tener una falla mecánica en alguno de los módulos para un total de:

- Diez máquinas plana automática
- Cinco máquinas plana sencilla
- Seis fileteadoras
- Una recubridora
- Una máquina tres agujas
- Una ojaladora
- Una botonadura
- Una plancha industrial
- Una remachadora
- Un devanador de hilo.

Entre sus aditamentos y guías para la maquinaria tiene guías para sesgo - dobladillos y pisadores de diferentes tamaños para realizar los diferentes ruedos y perillas.

La empresa no tiene marca propia es una empresa maquiladora que le confecciona a terceros, confeccionándole a grandes marcas como son:

Ilustración 3. Marcas que se elaboran en la planta CONFECAB



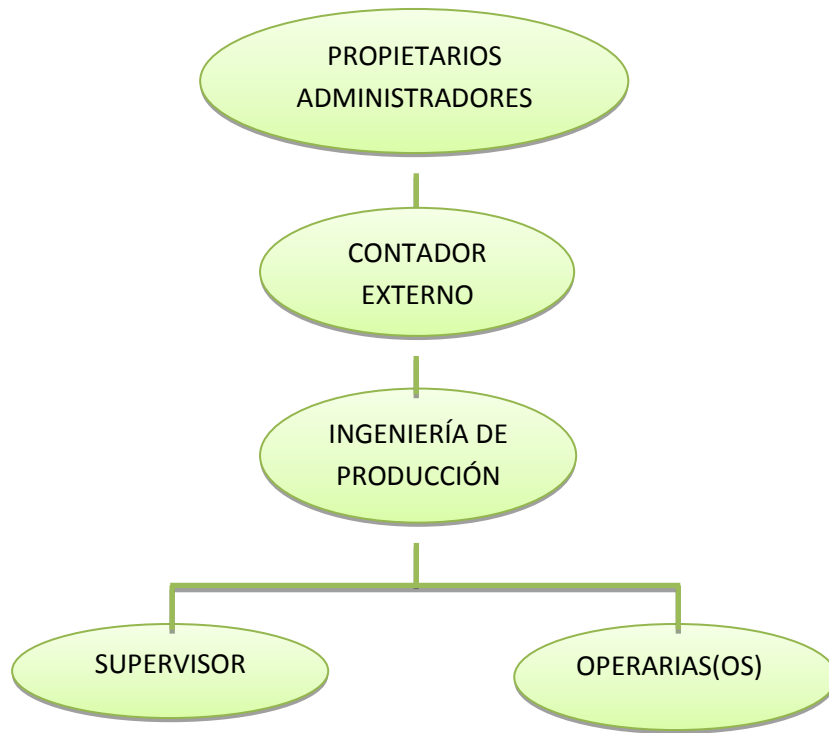
4.4.4 Proceso. Para la confección de camisas en la empresa se comienza con un sistema de producción bajo pedido (MTO) con diseños exclusivos del cliente, siendo el cliente quien lleva la materia prima para la confección, la tela y diseño ya cortados llevando todas sus piezas listas para ensamblar, luego se hace la programación para la confección con sus estándares de tiempos ya definidos.

4.4.5 Misión de la compañía. Nuestra misión es proveer a nuestros clientes un servicio integral en la fabricación de prendas de vestir tanto en mercados nacionales como internacionales, manteniendo un ambiente armónico y respetando el medio ambiente que permita el buen desarrollo y funcionamiento de nuestros empleados, con un compromiso constante hacia la mejora continua de nuestros procesos, con el fin de obtener unos buenos resultados.

4.4.6 Visión de la compañía. Ser una empresa reconocida, distinguida y renombrada, en el mundo textil confección, enfocada al cumplimiento con nuestros clientes y elaborar nuestros productos de gran calidad, siempre en contacto con la tendencia y la moda, para lograr así, enfrentar los mercados internacionales.

4.4.7 Organigrama

Ilustración 4. Organigrama



5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de estudio que se realizó durante esta investigación es la observación directa realizando pruebas y tomas de tiempos, flujos de proceso y la inspección visual para con los datos tomados de primera mano, documentar los hechos y poder llevar a cabo el proyecto en la empresa CONFECAB.

El proyecto se fundamenta en identificar por medio de la observación cuales y el por qué se presentan restricciones en el proceso de confección en la planta DISEÑOS Y CAMISAS lo cual puede generar mayor retraso en las fechas de entrega y menor nivel de servicio.

5.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método deductivo u observación directa, se utiliza principalmente como forma para documentar y evaluar el diagnóstico que será clave en el desarrollo del trabajo técnico, con el fin de fundamentar la teoría basándose en las actividades que realizan las personas en la empresa CONFECAB.

La investigación en fuentes bibliográficas y cibergráficas para elaborar la teoría relacionada con la herramienta de TOC y de igual manera los formatos que se deben diligenciar para optimizar los procesos productivos.

Con la observación directa sobre el método y el estudio de tiempos en la confección de camisas se identifican las restricciones físicas y no físicas que se presentan en el sistema de producción.

5.2.1 Metodología de investigación empírica. Basados en el desarrollo de las actividades diarias en la confección de tejido de punto y elaboración de prendas de vestir, nos enfocamos en las funciones que realizan cada uno de los operarios(os) especializados en la elaboración de prendas, orientando sus conocimientos y brindando una atención pertinente a lo que realizan durante la jornada laboral dentro de la planta de confección.

5.3 DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

Con la recolección de información de medios primarios identificamos y asociamos las funciones y rutinas diarias que se realizan en la planta de producción, mediante la transformación de materias primas en la confección, esto se lleva a cabo por medio del diagnóstico previo donde se documenta la información para la evaluación y orientación técnica a desarrollar, en busca de una mejora continua con base en la teoría de restricciones (TOC).

Por consiguiente se realiza una tabla de diagnóstico donde se analizan cinco aspectos básicos según los factores que pueden generar restricciones en el proceso de confección como:

- Factor material
- Factor maquinaria
- Factor hombre
- Métodos y sistemas de trabajo
- Factor control

Esta tabla nos ayuda a identificar la primera restricción del proceso dando una calificación y ponderación cuantitativa de la situación. Adicional se realizan chequeos periódicos en los puestos de trabajo del área de confección con el fin de nivelar dicho proceso y mejorar los estándares ya planteados, se propone implementar una forma de trabajo que contribuya con la mejora continua.

5.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

5.4.1 Fuentes primarias. Son el resultado de las observaciones y el estudio de métodos y tiempos realizados durante el proceso de la confección, además contamos con el apoyo de los operarios y la coordinadora de producción para detallar los puntos críticos y cuellos de botella, siendo ellos los involucrados más directamente en el proceso. Adicional se realizó una entrevista al gerente de la empresa.

5.4.2 Fuentes secundarias. Están representadas por la información proveniente de personas que no intervienen directamente en el proceso como el Gerente de la empresa. De igual manera se utilizaron:

- Archivos de la empresa
- Libros personales como metodología de la investigación
- Tradiciones orales de los trabajadores de la empresa como problemas más frecuentes en el proceso de la confección
- Archivos personales de computador

5.5 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las técnicas utilizadas fueron entrevistas directas con el personal operativo y con el coordinador de producción, la observación, toma de información de documentos de la compañía y archivos en general, con el fin de documentar el proceso.

5.5.1 Depurar la información. Al terminar el diagnóstico se identifican los factores que intervienen, como máquinas, materia prima, manipulación, defectos, correcciones durante los procesos, entre otros. Para los formatos e instructivos de orientación en los procesos y procedimientos, se elaboran con base en los requerimientos que influyen directa e indirectamente en los procesos con respecto a la confección de camisetas en tejido de punto, por ende se le da prioridad a las partes críticas del proceso y a todos los pasos

específicos de las operaciones que diariamente se realizan en la planta de producción.

Estos datos permitirán tener mayor claridad y actuarán como evidencia para plantear la solución de mejora de los tiempos de entrega, utilizando los cinco pasos propuestos en la teoría de restricciones.

- Paso 1: identificar las restricciones del sistema.
- Paso 2: explotar las restricciones del sistema.
- Paso 3: subordinar cualquier otra cosa a la sección anterior.
- Paso 4: elevar las restricciones del sistema.
- Paso 5: si una restricción es superada, vuelva al paso 1.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 CONOCIMIENTO DEL PROCESO - DIAGNÓSTICO INICIAL

Con el fin de analizar las restricciones presentadas en el proceso productivo de la empresa de confección, y poder aumentar su capacidad se empezaron a analizar las posibles limitaciones presentadas en el proceso y en la planta como tal, para así explotarla cumpliendo con las fechas de la entrega a los clientes y mejorar el nivel de servicio.

El proceso del trabajo con la empresa, se desarrolló mediante un diagnóstico de su estado productivo y organizacional, para detectar sus restricciones principales y trazar un plan de mejoramiento. Este diagnóstico se inició por medio de entrevistas que se realizaron al gerente y propietario de la empresa como también a la coordinadora y personal colaborador de la misma.

Al igual se realizó la observación y recolección de información dentro de la empresa teniendo en cuenta los cinco aspectos o factores que afectan de forma directa e indirecta la capacidad de producción de la empresa tales como factor material, factor maquinaria, factor hombre, métodos y sistemas de trabajo, factor control que podrían generar restricciones.

6.1.1 Resultados de la recolección de la información

Cuadro 3. Entrevista a empleados

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN LABORAL EMPLEADOS 20 PERSONAS				
ÍTEM	Descripción	ALTO	MEDIO	BAJO
1	Tiene experiencia en lo que hace	11	5	4
2	Sabe hacer más de una operación con calidad y eficiencia	14	3	3
3	Se siente satisfecha(o) con lo que hace	10	8	2
4	Como considera su carga laboral	16	3	1
5	Su relación con los compañeros de trabajo es buena	4	14	2
6	Como es su relación con los coordinadores y directores	2	13	5
7	Se siente motivado al empezar el trabajo	4	7	9


ENCUESTA DE SATISFACCIÓN LABORAL EMPLEADOS 20 PERSONAS				
ÍTEM	Descripción	ALTO	MEDIO	BAJO
8	El horario de trabajo es el adecuado	17	3	0
9	La maquinaria y puestos de trabajo son los adecuados para lo que hace	11	7	2
10	Su trabajo le causa estrés	15	3	2


Cuadro 4. Entrevista gerente y coordinador


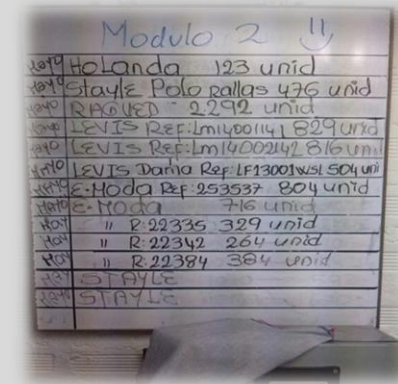
NIVEL DE VALORACIÓN DEL PERSONAL				
ÍTEM	NIVEL DE VALORACIÓN	ALTO	MEDIO	BAJO
1	polivalencia del personal			X
2	desempeño por lo que hace		X	
3	remuneración y beneficios	X		
4	comunicación con los operarios(as)		X	
5	ausentismo del personal		X	
6	reacción al cambio	X		

6.1.2 Resultado del análisis del proceso con base en los factores que inciden en el proceso de la confección

Cuadro 5. Diagnóstico

1. FACTOR MATERIAL		IMAGEN
1	La materia prima para la confección llega a la empresa ya cortada según las tallas y el número del lote de cada una de ellas, los insumos como el hilo para el cocido lo dispone la empresa según la referencia del cliente.	
2	El material entra a la empresa con un orden de pedido y el diseño físico y ficha de confección el cual es recibido y colocado en un área específica pero con falta de adecuación para el almacenamiento.	
3	Los materiales pueden llegar con antelación a la fecha programada lo cual genera pérdida y desorden de insumos fechas específica lo que hace que se almacene materia prima por largos periodos de tiempo.	
4	El material es recibido por un colaborador el cual se encarga de alistar y preparar para la confección, observando que no falte ningún elemento para la confección de las prendas.	
5	El patinador realiza actividades entre diferentes procesos, sin un tiempo definido entre operación y operación lo que lleva a paro de máquinas y tiempos improductivos, mientras se les lleva el material.	

2. FACTOR MAQUINARIA		IMAGEN
1	Falta mayor planeación en la distribución de maquinaria antes de comenzar la confección de las prendas definiendo el recorrido de actividades en la distribución de maquina, antes de comenzar con la confección de las prendas.	
2	Durante el cambio de una referencia a otra se llevan demasiados tiempos en el alistamiento de máquinas.	
3	Hay demasiado recorridos cuando se requiere que una misma persona realice trabajos simultáneos en más de una máquina.	
4	En ocasiones los tipos de máquina utilizados, no es la óptima para cada situación o producto a trabajar.	
3. FACTOR HOMBRE		IMAGEN
1	Falta mayor trabajo en equipo en el módulo de producción, retrasando así los procesos y las entregas	
2	Falta aplicar el estudio de métodos y analizar detalladamente varios procesos.	
3	Se requiere realizar un estudio de polivalencia para lograr que las personas puedan realizar más de una operación, con calidad y en el tiempo estandarizado por la empresa.	
4	Existe en el personal alta presión y estrés por cumplir con la meta de producción propuesta.	
5	Falta cultura de organización y mejora en el personal de la planta.	

7. MÉTODO Y SISTEMA DE TRABAJO		IMAGEN
1	No se identifica un método estandarizado que permita establecer una secuencia de operaciones.	
2	No hay un buen almacenamiento en la zona de empaque para el producto semielaborado.	
3	Se requiere balanceo de línea para evitar represamiento de material en proceso.	
4	No existe una adecuada distribución de la bodega de producto semielaborado.	
5	Constantemente se deben realizar cambios de labor o actividad por falta de suministro de material.	
8. FACTOR CONTROL		IMAGEN
1	Se lleva un tablero de indicadores que mide la velocidad y destreza de mano de obra directa en la producción	
2	No se cuenta con sistemas de medición y seguimiento que permitan el control de procesos y permita mejorar el nivel de entregas.	
3	La empresa no tiene sistematizadas las fechas en que los clientes realizan los pedidos, ni fechas de entrega establecidas en las órdenes de pedido por ende no se realiza la medición de nivel de servicio con base en las fechas de compromiso.	

Cuadro de Valoración y Clasificación de Causas. En el cuadro del diagnóstico se lograron identificar diversas situaciones que afectan directa o indirectamente las condiciones del proceso de confección y, dichas situaciones generan restricciones afectando el truptut de la empresa reflejados en sobrecostos para la empresa.

Con el fin de clasificar e identificar el nivel de impacto de los factores analizados con la observación del proceso, que son causas de demoras, dentro de la planta de producción de la empresa CONFECAB, se define realizar la valoración con base en los siguientes criterios y así iniciar la aplicación del

proceso de mejora con base en la Teoría de Restricciones o más conocido como TOC.

Cuadro 6. Valoración y clasificación de causas

Alto: afecta directamente la operación y admón.	5
Medio Alto: afecta la operación	4
Bajo: el impacto es contrarrestable	3
Bajo medio: el impacto es muy leve	2
Nulo: el impacto afecta en muy poca medida	1

6.2 PASO 1 - IDENTIFICAR LA RESTRICCIÓN

Para este proceso se integra el análisis en 6 aspectos fundamentales y se realiza la ponderación con base en los criterios anteriores y se identifica la de mayor incidencia (mayor puntaje). Ver matriz de restricciones y valoración.

Cuadro 7. Aspectos a evaluar para identificar la restricción

Aspectos a evaluar para identificar la restricción	
1	Material
2	Maquinaria
3	Planeación, programación
4	factor hombre
5	Fabricación del producto
6	Control

Cuadro 8. Matriz de restricciones y valoración

MATRIZ DE RESTRICCIONES Y VALORACIÓN					
Proceso	Ítem	Restricción	Tipo	Valoración	Media
FACTOR MATERIAL	1	La materia prima para la confección llega a la empresa ya cortada según las tallas y el número del lote de cada una de ellas, los insumos como el hilo para el cocido lo dispone la empresa según la referencia del cliente.	Física	1	2,3
	2	El material es recibido por un colaborador el cual se encarga de alistar y preparar para la confección, observando que no falte ningún elemento para la confección de las prendas.	Física	4	
	3	El cliente no lleva los insumos completos, no se cuenta con una lista de chequeo ordenada dentro del alistamiento	No Física	4	
	4	Carencia de insumos y materiales semi-elaborados	Física	2	
	5	Poco personal en preparación del lote, para la entrega de materiales.	Física	3	
	6	Estantería de almacenaje y bodega de materia prima inhadecuada	Física	1	
	7	Inconsistencias en la reserva de materiales	Física	1	
factor maquinaria	1	En ocasiones las variables de la maquina no es la óptima para cada situación o producto a trabajar.	Física	1	2,2
	2	no se cuentan con suficientes pies ni guias para las maquinas que ayudan a agilizar los diferentes procesos en la produccion	Física	1	
	3	falta mantenimiento a herramientas manuales	Física	3	
planeacion y programacion	1	Hay demasiado recorridos cuando se requiere que una misma persona realice trabajos simultáneos en más de una maquina	Física	3	3,7
	2	No se identifican diagramas de flujos que permitan reconocer cada una de las actividades y operaciones relacionadas con la elaboracion del producto en un proceso modular.	Física	3	
	3	Reprogramación de lotes de producción por falta de materiales.	No Física	2	
	4	El material que requiere operación manual se realizan por el patinador, sin un número definido entre operación y operación lo que lleva a paro de máquinas y tiempos improductivos, mientras se les lleva el material.	Física	5	
	5	El material entra a la empresa con una orden de pedido y el diseño físico y ficha de confección el cual es recibido y colocado en un área específica pero con falta de adecuación para el almacenamiento.	Física	4	
	6	El material llega a la empresa sin fechas específica lo que hace que se almacene materia prima por largo periodos de tiempo.	Física	4	
	7	Por falta de una documentación estándar se incurren actividades suplementarias que no agregan valor, vuelven ineficiente la fabricación de las prendas	Física	4	
	8	No existe una adecuada distribución de la bodega de producto semielaborado	Física	4	
	9	Falta de parámetros de asignación en las cargas de trabajo (balanceo de línea)	No Física	4	
9	Los tiempos de alistamiento son demasiado largos realizando operaciones que dejan material en proceso en inventario	Física	4		

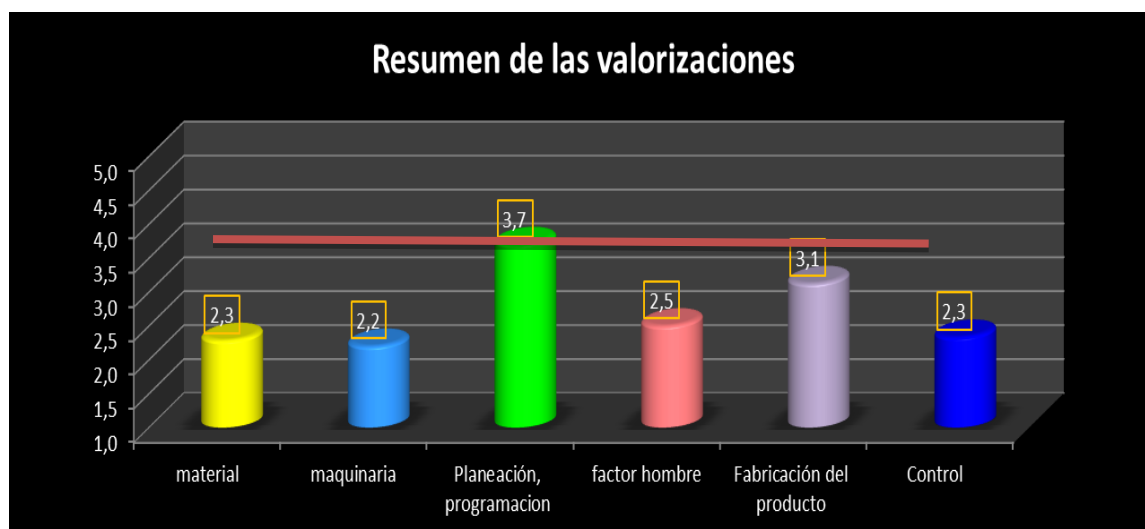
FACTOR HOMBRE	1	Falta mayor trabajo en equipo en el módulo de producción, retrasando así los procesos y las entregas	No Física	3	2,5
	2	Se requiere realizar un estudio de métodos y analizar detalladamente varios procesos.	No Física	2	
	3	Se requiere realizar un estudio de polivalencia y polifuncionalidad para determinar así las personas que puedan realizar más de una operación, con calidad y en el tiempo estandarizado por la empresa.	No Física	3	
	4	Falta cultura de organización y mejora en el personal de la planta	No Física	2	
Fabricación del producto	1	Falta de programación en el centro de confeccion y área de ensamble	No Física	1	3,1
	2	Fecha incorrecta de entrega en los pedidos generados	No Física	4	
	3	No se identifica en el proceso de confeccion una adecuada distribución de planta.	Física	4	
	4	Entrega de material incorrecto en le modulo de confeccion y líneas de ensamble.	Física	4	
	5	Falta de tiempos estándar	No Física	1	
	6	nivel de polivalencia	Física	4	
	7	Tiempo altos en el montaje en la confeccion de una prenda a otra	Física	3	
	8	material cruzado entre las tallas a confeccionar	Física	4	
FACTOR CONTROL	1	Se lleva un tablero de indicadores que mide la velocidad y destreza de mano de obra directa en la producción	Física	1	2,3
	2	no se cuenta un historial de las fechas en que los clientes realizan los pedidos, ni fechas de entrega establecidas en las ordenes de pedido	No Física	3	
	3	Estructurar y controlar un programa de polivalencia en el grupo de trabajo que permita optimizar la mano de obra en todos los procesos	No Física	3	

Evaluados los factores que intervienen en los diferentes procesos en los que se enfoca el estudio, se puede identificar que los de mayor incidencia son la planeación y programación y la fabricación del producto, por ende, nos permite concentrar y actuar sobre los principales puntos que dentro del diagnóstico se han estudiado.

Cuadro 9. Resumen de valoraciones de las restricciones

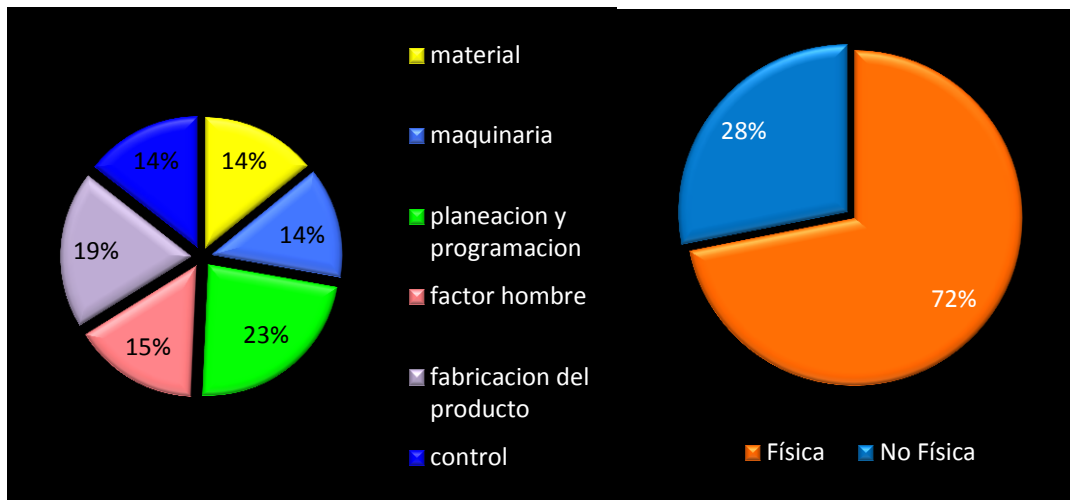
Resumen de las valoraciones		
1	Material	2,3
2	Maquinaria	2,2
3	Planeación, programación	3,7
4	factor hombre	2,5
5	Fabricación del producto	3,1
6	Control	2,3

Ilustración 5. Gráfico de valoración de las restricciones



Índice de Restricciones Físicas y no físicas		
Proceso	Cantidad	%
Física	23	72%
No Física	9	28%
	32	100%

Ilustración 6. Gráfico de restricciones físicas y no físicas



6.3 PASO 2 - EXPLOTAR LAS RESTRICCIONES DEL SISTEMA

Con base en el diagnóstico inicial donde quedan plasmados cada uno de los factores o debilidades del proceso que influyen directamente en los tiempos de entrega al cliente, y para poder explotar las restricciones identificadas, se analizan las posibles causas que generan el RRC “recurso restricción”.

Las posibles causas que se analizaron para no cumplir con los tiempos de entrega por la empresa fueron:

- Diferencias en los tiempos estándar de fabricación
- Falta de materiales e insumos en el momento de “alistamiento del lote”
- Falta de plan de polivalencia del personal
- Balanceo de la línea de producción

6.3.1 Diferencias en los tiempos estándar de fabricación. Se empezó evaluando los tiempos de fabricación de las prendas “camisetas tipo polo” con los tiempos estándar de la empresa. En el estudio de métodos que se realizó se encontró que este tenía diferencia con el proceso productivo actual y que llevaba mayor tiempo de fabricación de las prendas en comparación a los estándares de la empresa (véase Anexo C).

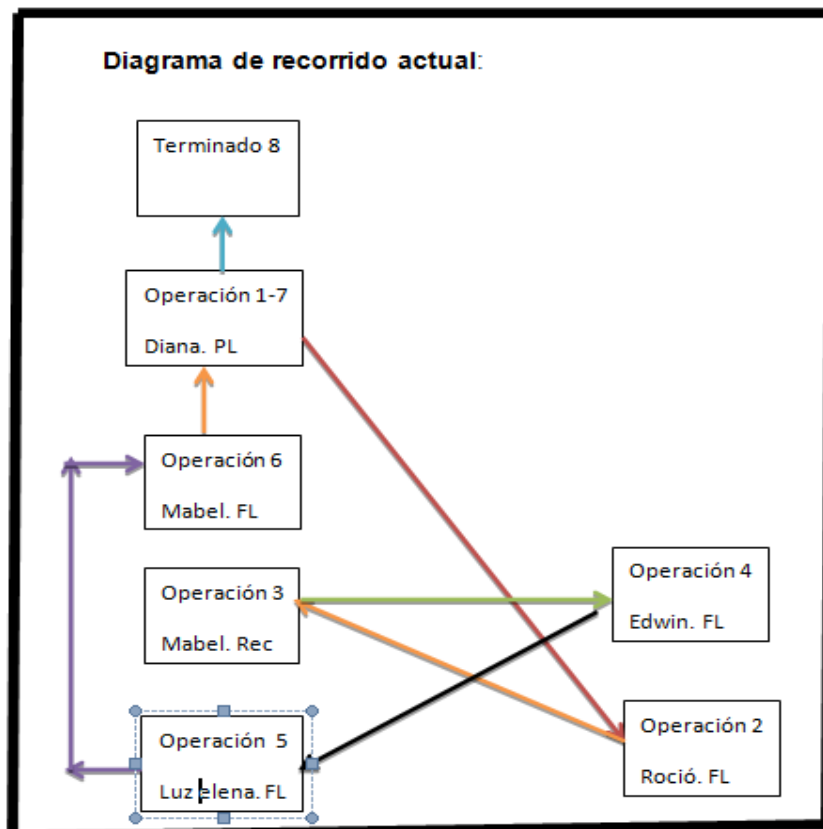
Adicional se analizó la distribución de planta la cual está definida por módulos, ya que ésta brinda herramientas claras para el trabajo en equipo, disminuyendo el tiempo necesario para el procesamiento de una unidad y aumentando de esta manera la productividad.

Se elaboró el diagrama de recorrido del proceso de producción desde la operación uno hasta la operación ocho para poder visualizar los desplazamientos que se presentan tanto para el patinador como para el

personal que tiene que desplazarse en algunas ocasiones para completar alguna actividad en la confección de la prenda (véase ilustración 7).

Adicional se realizó la medición en metros para la cantidad de desplazamientos y se presenta en la tabla a continuación (cuadro 9).

Ilustración 7. Diagrama de recorrido actual



Operación 1: unir cuello – plana

Operación 2: montar cuellos – montar mangas- unir hombros - fileteadora

Operación 3: asentar cuellos – recubridora

Operación 4: cerrar costados – fileteadora

Operación 5: ruedo bajo – fileteadora

Operación 6: ruedo mangas – fileteadora

Operación 7: marquilla – plana

Operación 8: terminado

Cuadro 10. Resultados diagrama de recorrido actual

Resultados distancia en metros - distribución de planta actual

Operación	Distancia en metros
1.	
2.	7,75
3	1,40
4	0,92
5	2,75
6	1,20
7	1,20
8	9,20
TOTAL	24,42

6.3.2 Falta de Materiales e insumos en el momento de “alistamiento del lote”. Con el fin de reducir el tiempo de confección, la materia prima es llevada a las operarías(os) por un patinador que al igual se encarga de operaciones manuales como piquetear, pulir, planchar y dar largos determinados, dependiendo la prenda a confeccionar.

Adicionalmente, el patinador es el encargado de surtir los hilos a las máquinas y embobinar en caso de ser necesario, por ende, realiza procesos no controlados en cada una de las operaciones lo que en algunas ocasiones puede generar faltantes tanto de materiales como de insumos en el momento de alistamiento del lote y a veces, durante el proceso dado que se les acaban a los operarios de las máquinas y se generan paros improductivos mientras se cubre el faltante.

6.3.3 Falta plan de Polivalencia del personal. Durante el análisis de las posibles causas que pueden contribuir con el recurso restricción del sistema, se identificó la especialización de los operarios y la falta de personal que pueda cubrir en momentos de ausencia o requerimiento de aumentar la capacidad en algunas de las actividades que se desarrollan en el proceso, lo cual genera en algunas ocasiones paros improductivos y retrasos con las entregas programadas de la producción.

6.3.4 Balanceo de línea. El balanceo de línea busca que ninguno de los recursos tenga más trabajo del que puede realizar en el tiempo de ciclo y además se busca minimizar los tiempos muertos entre operación y operación. Conociendo la capacidad real de la planta se le puede entregar al cliente las fechas de entrega específicas, sin cometer errores ni tampoco recibir más órdenes de pedido de las que en realidad se pueden realizar.

Actualmente en la empresa no se tiene definido el balanceo de la línea, lo cual genera que en ocasiones se tenga alguno de los centros de trabajo con mayor carga de la que realmente se puede procesar y adicional, al no conocer la capacidad, no se puede identificar si se debe subordinar o elevar la restricción.

6.4 PASO 3 - SUBORDINAR LA RESTRICCIÓN

Para lograr subordinar el recurso restricción se proponen herramientas de mejora que permiten mejorar los procesos, tiempos de entrega y a su vez el nivel de servicio de la empresa. Cada una de las mejoras se desarrolló con base en las causas identificadas.

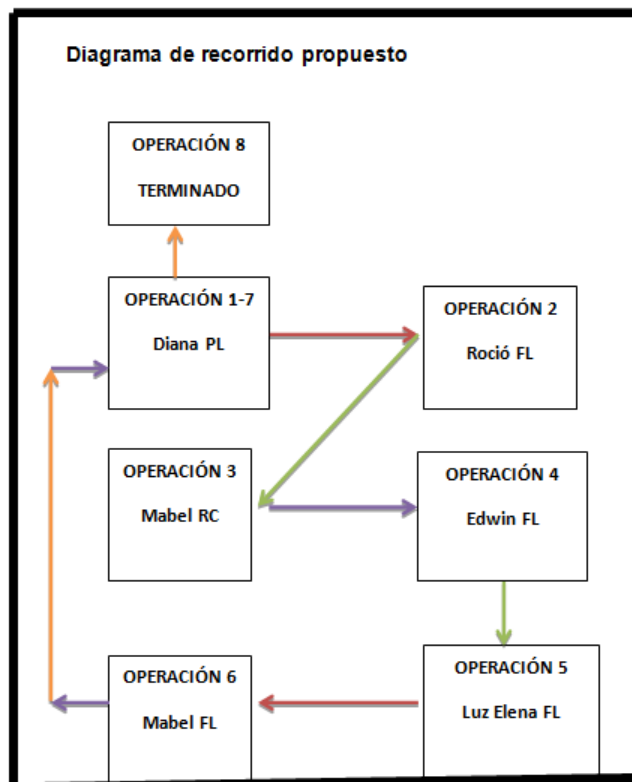
6.4.1 Realizar el estudio de trabajo y estandarización del proceso. El estudio de tiempos se desarrolló mediante ciclos de 10 observaciones directas entre diferentes días y horarios aleatorios dando una valoración al ritmo de trabajo al colaborador según la dificultad de la operación. Luego de haber concluido el análisis de las operaciones y realizar cambios propuestos por los mismos operarios del proceso, se realizó nuevamente la toma de tiempos para la estandarización de los procesos observando disminución en los tiempos de producción (véase tabla toma tiempos).

En esta nueva observación se tuvo en cuenta que en cada una de las operaciones, se encontrará la operaria más calificada dentro del proceso. Se otorgaron los suplementos con base en las condiciones de la planta y teniendo en cuenta la tabla de la OIT (ver tabla Anexo A).

Para nuestro caso, la suma de tales suplementos dio el 15% el cual se asigna a todas las operaciones de confección. Representando así el tiempo necesario para que el operario se recupere de la fatiga para sus necesidades personales y suplementos variables para cada operación (véase Anexo B).

6.4.1.1 Distribución de planta - Diagrama de recorrido propuesto. Por medio del diagrama de recorrido del proceso del material pudimos evaluar la distribución de planta y se identifica que la “distribución por módulos” no está ajustada a lo programado por los coordinadores de producción. Se identificaron los posibles ajustes en los recorridos del material que permitieran disminuir el tiempo de toque en la confección de la prenda. Con base en este diagrama de recorrido se propone una redistribución de la planta mejorando así los tiempos en el proceso.

Ilustración 8. Diagrama de recorrido propuesto



Operación 1: unir cuello – plana

Operación 2: montar cuellos – montar mangas- unir hombros - fileteadora

Operación 3: asentar cuellos – recubridora

Operación 4: cerrar costados – fileteadora

Operación 5: ruedo bajo – fileteadora

Operación 6: ruedo mangas – fileteadora

Operación 7: marquilla – plana

Operación 8: terminado

6.4.1.2 Resultados distribución de planta propuesta

Cuadro 11. Resultados diagrama de recorrido propuesto

Operación	Distancia en metros
1.	
2.	0,92
3	1,20
4	0,92
5	0,80
6	0,92
7	1,80
8	9,20
TOTAL	15,76
Diferencia entre el recorrido actual	8.66

6.4.2 Logística de materia prima propuesto para disminuir la falta de materiales e insumos en el momento de alistamiento del lote. Para reducir tiempo de espera en la entrega de materiales se recomienda una producción equitativa de elementos por parte del patinador y así lograr un inventario ecuánime de las partes procesadas e ir llevándolos en secuencia a las (os) colaboradoras sin que éstas deban parar su actividad esperando la materia prima.

Dentro de las funciones de alistamiento de lote se propone tomar las partes a ensamblar que requieren operaciones manuales por cantidades menores, de 10 a 12 unidades teniendo en cuenta la referencia a confeccionar, evitando tener acumulación de elementos realizados y faltantes en otros. Al igual se plantea embobinar más de un cono de hilo para así tener acumulados en el

momento que las operarias lo soliciten y no tengan paros mientras se está embobinando el hilo.

- Preparar insumos
- Prepara perilla
- Cortar siembra
- Pulir cuellos
- Aplanchar
- Trazar moldes y revisar

6.4.3 Lograr el plan de polivalencia del personal. Es requisito de la empresa que el personal colaborador entre con una experiencia mínima requerida de dos años en el manejo de maquinaria para la confección de prendas, “máquina plana – fileteadora” así también el personal que se encuentra en la sección de empaque y terminado.

Se evaluaron las operaciones que llevan mayor tiempo en el proceso de confección, teniendo en cuenta la rotación del personal y la experiencia de las colaboradoras en el módulo, realizando un estudio de tiempos a estas operaciones otorgando una calificación según la matriz de polivalencia propuesta.

Ilustración 9. Matriz de polivalencia

MATRIZ DE POLIVALENCIA		
OPERACIONES EN TAREAS ELEMENTALES		
A	PEGAR PERILLA DE CAMISETA PIQUETEAR Y ABRIR	
B	ASENTAR PERILLA BORDE EXTERNO -EXTERNO 1/16	
C	HACER CAJA DE PERILLA CAMISETA POLO	
D	FUJAR MARQUILLA EN CUELLO MARCANDO MITAD	
E	UNIR HOMBROS X2	
F	ASENTAR HOMBROS A 1/4	
G	MONTAR MANGA FONDO ENTERO	
H	ASENTRA MANGAS 1/4	
I	PEGAR CUELLO	
J	PEGAR CINTA SESGO A CUELLO	
K	ASENTAR TAPA CUELLO Y ENTALEGAR PERILLA	
L	CERRAR COSTADOS CON INSTRUCCIÓN DE LAVADO	
M	CERRAR PUÑOS X2	
N	REMATAR PUÑOS	
Ñ	PEGAR PUÑOS TUBULARES X2	
O	DOBLADILLAR RUEDO BAJO RECUBRIDORA DELANTERO Y TRACERO	
P	FILETEAR COLAS DE TELOV1	
Q	HACER ABERTURAS DE COSTADOS (TELOV1)	
R	OJALAR X2	
S	MARCAR PARA BOTON X2	
T	BOTONAR X2	
U	PREPARAR ETIQUETAS	
V	PULIR Y REVISAR CAMISETA	
W	PLANCHAR CAMISETA MC	
X	ABOTONAR X2	
Y	DOBLAR, PONER ETIQUETAS Y EMPACAR	
Z		

VALORACION		% Poliv.
0	Desconoce la operación	0%
1	Operación Regular	33%
2	Operación Buena	66%
3	Operación Excelente	90%
Valores dados en cantidad y calidad.		

RESUMEN		
OPERARIOS EXELENTE	0	0%
OPERARIOS BUENOS	9	56%
OPERARIOS REGULAR	6	38%
DESCONOCEN OPERACIONES	1	6%
Totales	16	100%

PROD

6.4.3.1 Convención de la tabla de polivalencia. Según los tiempos tomados a las operarias en las operaciones que presentan más restricción y en comparación con el SAM de la empresa para la confección se otorga esta calificación.

En este estudio pudimos observar qué personal está más capacitado para realizar las operaciones de mayor tiempo, mostrando las operarias que deben capacitarse en otras operaciones, ya que se busca que todas puedan realizar varias operaciones con eficacia (véase cuadro 11).

Cuadro 12. Convención de matriz de polivalencia

MATRIZ DE POLIVALENCIAS																															
Nombre del operario	Operación o Equipo																														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	% Poliv.	Observaciones		
1	adriana	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	1	3	2	3	2	2	1	2	0	3	1	2	2	1	2	1		65%		
2	diana	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	0	2	1	3	1	2	1	2	0	3	2	3	2	1	2	1		50%		
3	astrid	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	1	3	1	3	2	1	2	1		75%		
4	lucero	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	0	2	2	2	2	1	2	1		58%		
5	beatriz	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	1	2	0	3	2	3	2	1	2	2		66%		
6	eliana	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	0	3	1	2	2	1	2	1		76%		
7	ivon	1	1	0	2	1	1	2	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	1	0	3	2	3	2	3	3	3		46%	planta de terminado	
8	yuli	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	0	3	3	3	3	2	3	3		39%	planta de terminado	
9	lina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	0	2	2	3	2	1	2	2		38%	planta de terminado	
10	rocio jaramillo	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	1	3	2	3	2	2	2	1		78%		
11	maria bedoya	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	3	1	2	2	1	2	2		78%		
13	ermilda	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	1	3	3	3	3	3	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2		71%		
14	mavel	2	1	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	0	3	2	2	3	2	2	1		75%		
15	edwin	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	1	3	3	2	2	1	2	1		78%		
16	cristian	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	1	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	1	2	1		76%	terminado	
17	nelson	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	0	0	0	0		9%	mantenimiento	
18																															

6.4.4 Balanceo de línea. Según los tiempos de proceso de cada una de las actividades y analizando sistemáticamente el número de operaciones se pudo realizar el balanceo de línea, teniendo en cuenta que unas colaboradoras tenían las operaciones que requerían menos tiempo, pero, tenían operaciones entre máquina y máquina con diferentes guías lo que llevaba a mayores tiempos mientras la operaria se cambiaba de una máquina a otra.

Para la conformación de los módulos es importante tanto la asignación de cargas como una buena distribución de las máquinas en la planta, de modo que se evite un excesivo manejo de material, disminuyendo los tiempos de operaciones de la prenda en el proceso. Es importante en este procedimiento, el uso de la matriz de polivalencia, la cual nos indica cuáles operarias podemos utilizar en ciertas operaciones.

Para realizar el balanceo de línea se tuvo en cuenta los minutos necesarios para la confección de la prenda, realizando una descripción de operaciones y registrando el número de operaciones que lleva confeccionar la prenda, los tiempos individuales estándar de cada una de las operaciones y asignación de máquina en cada operación.

Antes de la asignación y distribución de la planta es necesario tener clara la precedencia de las operaciones, con el fin de obtener resultados en la distribución de planta. Se puede observar el diagrama de precedencia para las operaciones de la camiseta tipo polo propuesta.

Cuadro 13. Secuencia operacional camiseta tipo polo

ÍTEM	OPERACIONES PARA EL ENSAMBLE DE LA CAMISETA TIPO POLO	MÁQUINA REQUERIDA
A	PEGAR PERILLA DE CAMISETA PIQUETEAR Y ABRIR	PL
B	ASENTAR PERILLA BORDE EXTERNO -EXTERNO 1/16	PL
C	HACER CAJA DE PERILLA CAMISETA POLO	PL
D	FIJAR MARQUILLA EN CUELLO MARCANDO MITAD	PL
E	UNIR HOMBROS X2	FL5H
F	ASENTAR HOMBROS A ¼	PL
G	MONTAR MANGA FONDO ENTERO	FL5H
H	ASENTAR MANGAS ¼	PL
I	PEGAR CUELLO	FL5H
J	PEGAR CINTA SESGO A CUELLO	PL
K	ASENTAR TAPA CUELLO Y ENTALEGAR PERILLA	PL
L	CERRAR COSTADOS CON INSTRUCCIÓN DE LAVADO	FL5H
M	CERRAR PUÑOS X2	FL5H
N	REMATAR PUÑOS	PL
O	PEGAR PUÑOS TUBULARES X2	FL

ÍTEM	OPERACIONES PARA EL ENSAMBLE DE LA CAMISETA TIPO POLO	MÁQUINA REQUERIDA
P	DOBLADILLAR RUEDO BAJO RECUBRIDORA DELANTERO Y TRASERO	PL
Q	FILETEAR COLAS DE TELOVI	FL5H
R	HACER ABERTURAS DE COSTADOS (TELOVI)	PL

A continuación se presenta la propuesta para llevar a cabo el balanceo de la línea de las camisetas del proyecto:

Cuadro 14. Precedencia camiseta tipo polo

BALANCEO PARA LA CONFECCION DE CAMISETA TIPO POLO

Produccion camiseta tipo polo

Producción Und/día
 Tiempo Min. Horas

1

Precedentes por tarea

Tarea	Tiemp. Seg.	Tarea q. precede
A	83,28	-
B	86,54	A-C
C	88,36	A
D	43,33	-
E	41,63	B
F	32,16	K
G	68,98	E
H	65,87	F
I	75,20	E-G
J	72,10	-
K	93,00	J-D
L	102,02	-
M	58,94	J,D,K,F,H
N	44,22	L,Q,R
O	65,43	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N
P	73,87	L,Q,R,N,P
Q	69,90	L,R,N,P
R	132,88	Q,L
Tiempo:	1297,70	

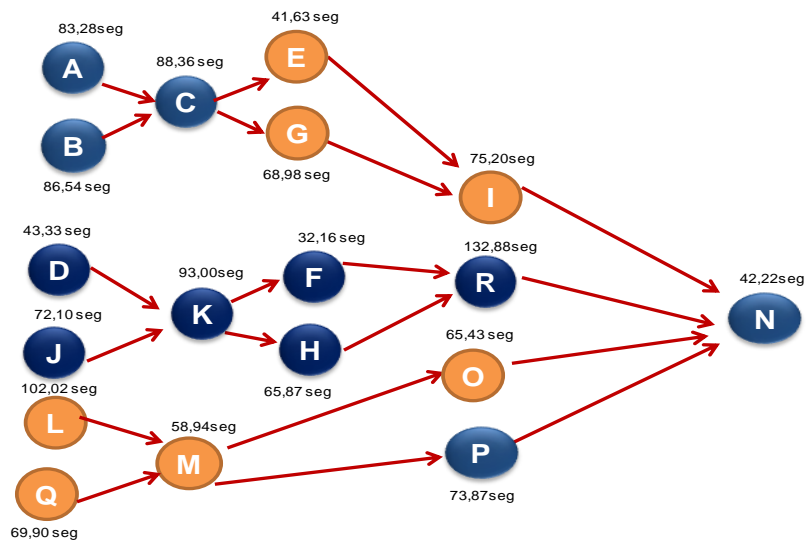
Para hacer A no hay tarea que precede

Para hacer B hay que hacer A

A - D-J-L No requieren de otra tarea para ejecutarse

Ilustración 10. Gráfico de precedencia

2 Diagrama de precedencias



a C	172
B,D,N	172
JKF	197
HR	196
e,g,i	186
L,Q	172
M,O,P	198

Cuadro 15. Distribución y balanceo de líneas

3 Cálculo de tiempo de ciclo

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción por día}} \quad C = \frac{480}{155} = 3,096774 \text{ Min/Und} = 186 \text{ Seg/Und}$$

4 Cálculo del número mínimo de estaciones de trabajo

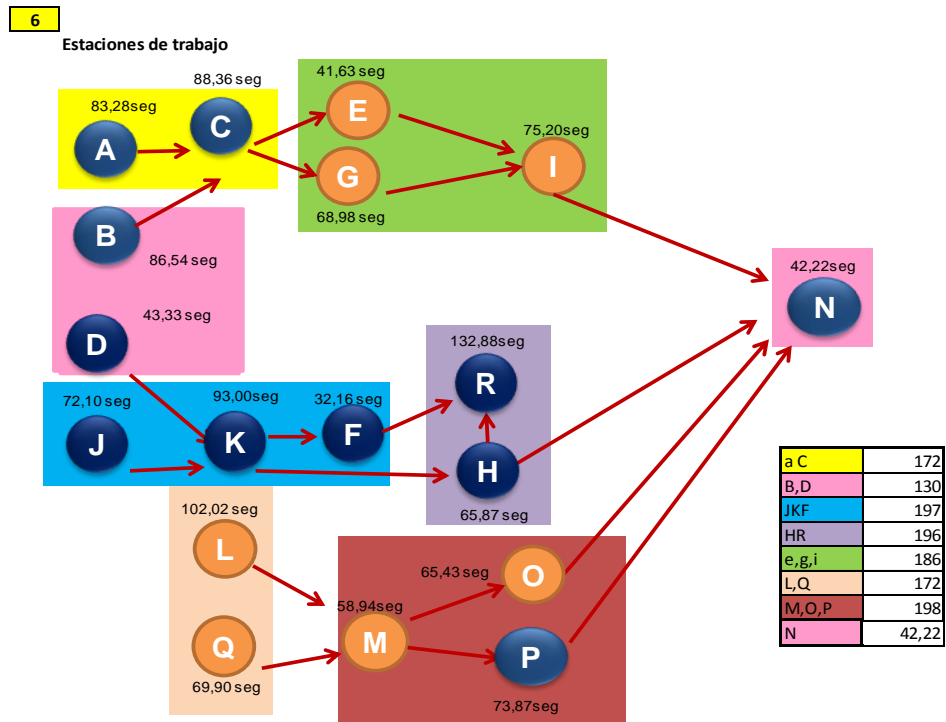
$$Nt = \frac{T}{C} \quad Nt = \frac{1297,702}{185,8065} = 6,984 \text{ Redondear } 7$$

5 Distribución y balanceo de líneas

Dar prioridad a las tareas que tengan tiempos más extensos

Numero Estación	Tiempo Tarea	Tiempo Ciclo	Tiempo No asign	Tarea
1	83,28	186	102,53	A
	88,36	186	97,45	C
2	86,54	186	99,27	B
	43,33	186	142,47	D
3	41,63	186	144,18	E
	68,98	186	116,83	G
	75,20	186	110,60	I
4	72,10	186	113,71	J
	93,00	186	92,81	K
	32,16	186	153,65	F
5	65,87	186	119,94	H
	132,88	186	52,92	R
6	102,02	186	83,79	L
	69,90	186	115,91	Q
7	58,94	186	126,86	M
	65,43	186	120,38	O
	73,87	186	111,94	P
8	44,22	186	141,58	N
	1297,70			

Ilustración 11. Grafico estaciones de trabajo



6.5 PASO 4 – ELEVAR LA RESTRICCIÓN MIDIENDO EL NIVEL DE SERVICIO

De acuerdo a la información suministrada por la planta de producción, y con base en el lead time comercial ofrecido a los clientes de pedidos MTO: 15 días después de ingresada la orden (por políticas de la empresa estos se entregan entre los días quince y treinta de cada mes) se realizan los cálculos de la medición del nivel de servicio durante un mes iniciando el periodo enero 2014 – febrero 2014. Los cálculos se realizan con los datos de la demanda y las fechas de entrega realizadas y los resultados nos arrojan un nivel de servicio del 26% (véase a continuación cuadro 15).

Cuadro 16. Nivel de servicio enero-febrero 2014

Medición Nivel de servicio Enero 2014 – Febrero 2014 (30 días)

FECHA FACTURADA	FECHA PACTADA	DIAS DE RETRASO	CUMPLE[1]/N O CUMPLE[0]	REFERENCIA	CANTIDAD UND	VR. UNITARIO	VALOR TOTAL
18/01/2014	18/01/2014	0	1	6056	588	6,243	3,670,884
16/01/2014	18/01/2014	2	1	7116	609	6,061	3,691,149
06/02/2014	03/02/2014	-3	0	7095	581	3,850	2,236,850
06/02/2014	03/02/2014	-3	0	7121	593	6,380	3,783,340
11/02/2014	03/02/2014	-8	0	7132	406	6,500	2,639,000
12/02/2014	03/02/2014	-9	0	7125	399	6,050	2,413,950
13/02/2014	03/02/2014	-10	0		5	10,500	52,500
18/02/2014	18/02/2014	0	1	7127	395	6,445	2,545,775
24/02/2014	18/02/2014	-6	0	7104	406	6,300	2,760,800
25/02/2014	18/02/2014	-7	0	7038	540	7,000	4,480,000
13/02/2014	03/02/2014	-10	0	BAGUER	269	8,842	2,378,498
13/02/2014	03/02/2014	-10	0	7133	375	4,500	1,687,500
13/02/2014	03/02/2014	-10	0	BAGUER- 2101	64	5,000	320,000
13/02/2014	03/02/2014	-10	0	BAGUER -2109	318	6,000	1,908,000
14/02/2014	03/02/2014	-11	0	BAGUER -2110	258	6,000	1,548,000
15/02/2014	18/03/2014	31	1	BAGUER -2113	159	9,349	1,486,491
13/02/2014	03/02/2014	-10	0	STYLE -2114	83	9,033	298,089
18/02/2014	18/02/2014	0	1	PARENTESIS -2115-212	490	5,498	2,639,040
26/02/2014	18/02/2014	-8	0		70	4,832	3,38,240
		19	5				
		NIVEL DE SERVICIO	26%	TOTAL UNIDADES	6608		

Después de realizadas las mejoras y de lograr subordinar las restricciones del sistema se realizó la medición del nivel de servicio el mes de abril y los resultados arrojan una mejora en cuanto a los tiempos de entrega y logrando un incremento en el nivel de servicio del 44% (véase a continuación cuadro16).

Cuadro 17. Nivel de servicio después de las mejoras

Nivel de servicio en el mes de abril después de las mejoras

FECHA FACTURADA	FECHA PACTADA	DIAS DE RETRASO EN ENTREGA	CUMPLE (1) / NO CUMPLE (0)	REFERENCIA	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR TOTAL
24/04/2014	18/04/2014	- 6	0		271	\$ 3.660,00	991,860
23/04/2014	18/04/2014	- 5	0		1153	\$ 2.950,00	3,401,350
21/04/2014	18/04/2014	- 3	0	RAGGED	952	\$ 9.500,00	9,044,000
09/04/2014	03/04/2014	- 6	0	EZ07547	48	\$ 5.400,00	259,200
16/04/2014	18/04/2014	2	1	BAGUER	409	\$ 5.780,00	2,364,020
09/04/2014	03/04/2014	- 6	0	ESTUDIO F	57	\$ 5.400,00	307,800
15/04/2014	18/04/2014	3	1	2045	2	\$ 16.000,00	32,000
15/04/2014	18/04/2014	3	1	2044	1	\$ 17.000,00	17,000
01/04/2014	03/04/2014	2	1	BAGUER	280	\$ 4.768,00	1,335,040
		9	4	TOTAL UNIDADES	3173		
		NIVEL DE SERVICIO	44%				

Con los datos recopilados como el SAM y estándares de producción, programación, planeación, distribución de planta, mejora del método al patinador, así como el alistamiento total del lote, podemos observar un aumento en el nivel de servicio de un 18% atacando las restricciones presentadas en la planeación.

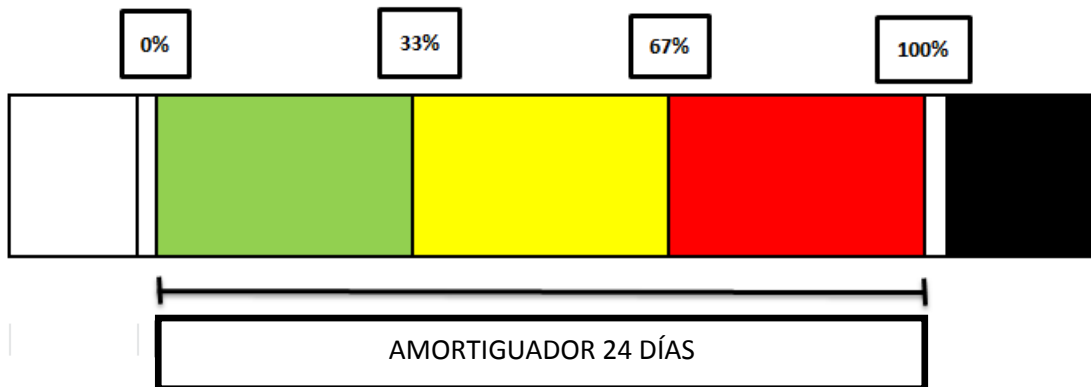
A continuación, para poder elevar la restricción se presenta una de las propuestas planteadas por TOC para órdenes bajo pedido (MTO) empleando el modelo DBR en la planeación y programación de producción en la empresa DISEÑOS Y CAMISAS.

6.6 EL SISTEMA DBR (DRUM, BUFFER, ROPE)

Es la técnica de programación de la producción para lograr la manufactura sincronizada, en palabras de Goldratt. La manufactura sincronizada es una forma sistemática que pretende mover los materiales rápida y suavemente por los diversos recursos de una planta en concierto con la demanda del mercado.

Se propone trabajar con un semáforo de tres colores (verde, amarillo y rojo) y dos por fuera de él: blanco que son las órdenes con fechas de liberación posteriores a la fecha actual y negro que son los pedidos que superaron la fecha prometida de entrega, dividiendo el amortiguador en tres ya que son las tres zonas donde se está moviendo el pedido.

Ilustración 12. Semáforo propuesto



De esta manera, a los pedidos se le dan prioridades de acuerdo al consumo porcentual del amortiguador. Mientras mayor es el consumo, mayor la prioridad que se le debe dar porque está más cerca a la fecha prometida de entrega al cliente. Un pedido que está en blanco, no puede ser liberado a la planta; es una orden congelada hasta que llegue a su fecha de liberación. Si un pedido entra en zona roja, es decir que se ha consumido más del 67% del amortiguador, se deben hacer las preparaciones y alistamientos necesarios para empezar a producirlo y despacharlo antes de que se venza el tiempo, ya que son pedidos en riesgo de atraso real. Si hay varios pedidos en rojo, son los que primero se deben sacar, sin importar el orden ni establecer prioridades entre ellos.

6.6.1 Cálculo del amortiguador (Buffer). Teniendo en cuenta que el tiempo de lead time comercial está definido en 30 días y el tiempo de toque se da según los estudios de tiempos estandarizados para la confección.

Tiempo de toque camiseta tipo polo Sam (28 min)

Este estándar se toma con los tiempos definidos en la estandarización tomados en la planta de confección (véase Anexo B). Tomando como base de 900 unidades al mes según la demanda, el tiempo toque de producción sería:

- Tiempo toque = número de unidades x SAM
- Tiempo toque = 900 x 28 min = 25.200 min

Para la capacidad y los días requeridos para la reposición del pedido se calcula teniendo en cuenta:

- Día = turno 8 horas turno = 480 min
- 7= Número de personas disponibles para realizar esta producción
- Capacidad instalada= Min / turno = 480 x 7 = 3360 min/ turno.

Para calcular los días requeridos de tiempo de espera que lleva realizar la confección de 900 unidades, se toman los minutos necesarios para realizar el

tamaño del lote y lo dividimos por la cantidad de minutos en el día con las siete personas disponibles.

$$\frac{25.200 \text{ min}}{3.360 \text{ min turno}} = 7.5 \text{ aproximando} = 8 \text{ días}$$

Se tiene entonces que el tiempo de toque es ocho días.

Es necesario que todos los alistamientos, ajustes y productos necesarios para la producción, estén listos cuando se libere la orden para evitar retrasos o paros y así se cumpla con las fechas establecidas (esta actividad es previa a la liberación de la orden al proceso).

Siendo lead time comercial propuesto por la empresa de 15 días el amortiguador propuesto podría ser del 50% de este amortiguador. La otra forma de calcular el amortiguador es teniendo en cuenta el tiempo de toque multiplicado por tres, lo cual representa el tiempo suficiente para poder en caso que llegue a rojo la orden, realizar el proceso de confección sin tener atrasos para el cliente. Para nuestro caso se realiza el cálculo del amortiguador con el tiempo de toque por tres, lo cual tenemos un total de 24 días. Esto representa el tiempo de anterioridad con el que se debe mandar una orden de producción, es decir la fecha de liberación de la orden.

Este amortiguador aplica para pedidos con lotes aproximadamente de 900 unidades y con base en el amortiguador se debe ir verificando la carga de cada uno de los centros de trabajo y así poder lograr cumplir con los tiempos de entrega a los clientes y mejorar el nivel de servicio.

Establecer sistema de prioridades en la programación de producción, se hace para alcanzar un mayor nivel de servicio y cumplir con los pedidos de los clientes, teniendo una producción organizada, ya que en la planta se encuentran solo los pedidos con mayor prioridad y no otros pedidos que desordenan y descontrolan la programación, ya que con frecuencia se meten pedidos fáciles y rápidos de realizar y aunque tengan una prioridad menor.

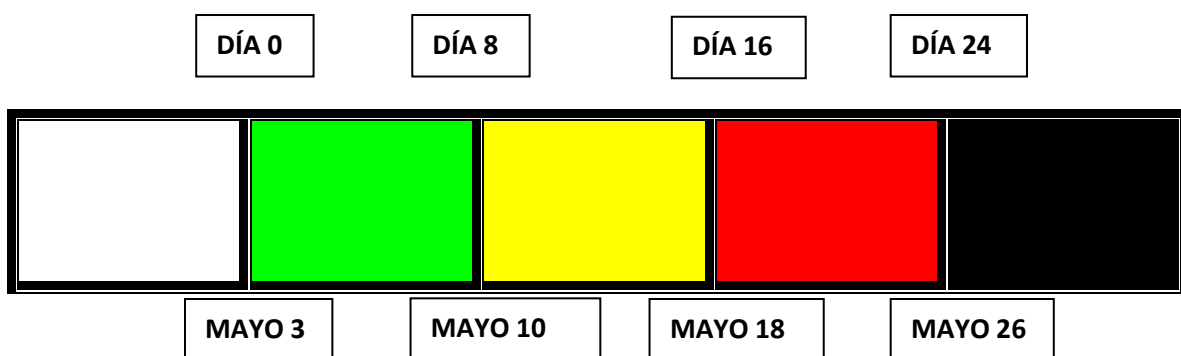
6.6.2 El tambor (Drum). Se refiere a los cuellos de botella que marcan el paso de toda la empresa, es el que gobierna la velocidad de producción de la planta, el recurso que dicta el ritmo de producción, fundamentado en una programación minuto a minuto del recurso restricción y subordinando aquellos recursos no restricción. Constituye realmente la planificación de la producción, se realiza un mejor uso de los recursos limitados que se han identificado al decidir qué producir y cómo el recurso de capacidad restringida va a manejar la carga. El cómo se expresa en la forma de un plan maestro de producción. El establecimiento del amortiguador significa proteger el plan de producción de quedarse sin materia prima y garantizar la integridad de la secuencia del trabajo programado.

6.6.3 La cuerda (Rope). La función de la cuerda es garantizar que el inventario no crezca más de lo necesario, para ello se coordina la velocidad de liberación de materiales al ritmo del amortiguador de tiempo ubicado antes del cuello de botella. Es decir, la cuerda define el cronograma de liberación de los materiales en proceso, que se encuentran justo antes de una restricción, con un tiempo de antelación igual al amortiguador.

A continuación se presenta un flujo de la producción con el fin de visualizar los resultados anteriormente expuestos para la programación del mes de mayo en la empresa DISEÑOS Y CAMISAS, de la referencia Style tipo polo para un lote de 900 unidades.

Utilizando el semáforo propuesto la programación del mes de mayo quedaría de la siguiente manera.

Ilustración 13. Semáforo para la programación del mes de mayo.



Aplicando la metodología del consumo del buffer, nos muestra que esta cuerda debe ser de ocho días (33.3% del amortiguador), la que nos empujaría el pedido durante el proceso de producción del lote al vencimiento del amortiguador.

Para calcular el consumo porcentual del amortiguador (A), se procede así:

$$\text{Consumo \% del A} = \frac{1 - \text{fecha de entrega} - \text{fecha actual}}{\text{amortiguador}}$$

Uno de los controles fundamentales de la teoría nos dice que la primer parte verde, los coordinadores no deben tomar acción. De encontrarse un lote en la parte amarilla solamente se debe verificar que el mismo se encuentre liberado hacia el próximo centro de proceso. En caso de encontrar un lote en la última parte roja el coordinador debe tomar una acción, para evitar incumplir con las metas fijadas en el programa de producción.

6.7 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Los medios que se tendrán en cuenta para la consecución de los objetivos están referidos desde la parte teórica que fundamenta las técnicas operacionales más accesibles, aumentando el rendimiento, el aprovechamiento del tiempo y generando valor agregado, permitiendo el mejoramiento continuo en la Empresa CONFECAB.

Para la realización de este proyecto se toman en cuenta las siguientes variables:

- Capacitación del personal de planta con respecto a los mejoramientos establecidos mediante la metodología teoría de restricciones.
- Un practicante de producción que realice un estudio de métodos y tiempos, estudio de la demanda del mercado, análisis de las restricciones presentadas (75% SMMLV)
- Papelería para impresión de fichas de operación.
- Impresión de fichas de operación.
- Papelería para seguimiento y evaluación del proceso de implementación
- Afiches motivacionales para la implementación de teoría de restricciones.

6.7.1 Capacitación del personal de planta con respecto a los mejoramientos establecidos mediante la metodología teoría de restricciones. Se han estimado cinco horas para la capacitación del personal sobre la implementación de teoría de restricciones y la importancia de una mejora continua, a todo el personal de la empresa, éstas se darían una hora antes de terminar el turno de trabajo en cinco semanas consecutivas.

Cuadro 18. Capacitación del personal

COSTO HORA S.M.L.V	NUMERO DE PERSONAS	NUMERO HORAS	COSTO REFRIGERIO	TOTAL
3208	20	5	3000	\$ 380.800,00

6.7.2 Un practicante de producción que realice un estudio de métodos y tiempos, estudio de la demanda del mercado, análisis de las restricciones presentadas (75%SMMLV)

Cuadro 19. Costo por contratación de practicante

PRACTICANTE DE PRODUCCIÓN	SEIS MESES	75% SMLV	\$ 2.772.000,00
---------------------------	------------	----------	-----------------

6.7.3 Impresión de papelería, fichas de seguimiento, control, afiches motivacionales. Se recomienda para las fichas de control y seguimiento realizar fichas electrónicas e imprimirlas en el momento de ser necesario con el fin de tener un mejor control en el sistema.

Cuadro 20. Costos de inversión en papelería e impresora

IMPRESORA	PAPEL	AFICHES DE MOTIVACIÓN
Impresora Hp 4625 Todo En Uno Sistema De Tinta Continuo	RESMA TIPO CARTA	3 AFICHES 1x70 CON UN COSTO DE \$25000 c/u
\$ 380.000,00	\$ 10.000,00	\$ 75.000,00

6.7.4 Costo total para la implementación de la propuesta

Cuadro 21. Inversión total para la implementación

COSTO TOTAL	
capacitación del personal	\$ 380.800,00
practicante producción	\$ 2.772.000,00
papelería y otros	\$ 465.000,00
TOTAL	\$ 3.617.800,00

7. RESULTADOS

- Se propone una programación de la producción adoptando la metodología Teoría de restricciones, ya que éste controla desde la planeación de la producción hasta el aseguramiento de las fechas de entrega de los pedidos. Teniendo así una empresa preparada y capaz de responder a los cambios en la demanda, entregando productos de calidad y oportunamente a los clientes, puede ganar más participación en el mercado y adquirir una ventaja competitiva, volviéndola más atractiva a los ojos de los clientes.
- Para realizar esa programación basado en el sistema DBR es necesario una tabla electrónica donde nos muestre el tiempo que el amortiguador ha consumido, determinando así el tiempo mínimo que debo lanzar la orden de pedido para cumplir con las fechas de entrega al cliente propuestas (véase Anexo F).
- Se desarrolló el semáforo propuesto se empezó a implementar como prueba piloto con base en la programación del mes de abril (véase cuadro 16), con las mejoras en la programación, se tomó como base las fechas de entrega propuesta por el amortiguador se logró aumentar el nivel de servicio en un 18%.
- Los diagramas de recorrido documentados evidencian las prácticas con el orden lógico más conveniente para el logro de los objetivos operacionales inmediatos dentro del conjunto de tareas a realizar por el equipo operativo en la planta de producción.
- Se propone dentro de la planeación pasar la secuencia operacional y los diagramas de recorrido del material a la persona encargada de la distribución de planta, para que en el alistamiento de cada lote la planta esté distribuida antes de comenzar con un nuevo lote de producción, evitando así reflujo de material
- La Matriz de polivalencia que se implementa permite garantizar el ejercicio de la funcionalidad y la cooperación entre los operarios, para llevar a cabo las tareas de manera complementaria eficazmente, retroalimentando las funciones operativas de una manera lógica, también permite medir los niveles de funcionalidad, destreza y habilidades operativas de los empleados.
- Esta matriz es dejada a la empresa en forma electrónica, con el fin de que se tenga un porcentaje más objetivo de la polivalencia del personal cuando haya rotación del mismo, o poder dar una calificación cuantitativa en el momento de realizar referencias nuevas o con operaciones poco conocidas en el proceso de la confección.

- Las Hojas de balanceo de línea en Excel le ayudarán a ejercer las labores administrativas con mayor efectividad al momento de lanzar un lote de producción y tener mayor control en el momento que haya un cambio en el sistema de producción.
- Al igual permiten realizar cambios y mejoras durante el balanceo en el momento de presentarse un ausentismo de alguno de los operarios del módulo, equilibrando con mayor exactitud las cargas de trabajo, pudiendo cumplir con los objetivos propuestos de producción.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Finalizado el proceso de investigación se puede concluir que en la empresa CONFECAB los retrasos en las entregas de producción se dan gran parte debido al proceso de planeación y programación de la empresa según los datos arrojados mediante el estudio de tiempos en el proceso, balanceo de líneas, alistamiento de lote, diagramas de recorrido, siendo cada uno de estos parte primordial en el proceso de la confección.
- La investigación muestra cómo el cumplimiento de las promesas de entrega está determinado por una buena medición de los tiempos en los procesos, ya que con estos se puede estimar el tiempo que se demoraría el ensamble y confección de camisetas en tejido de punto, teniendo en cuenta el tamaño y complejidad del lote, ayudando a determinar más exactamente el lead time de la empresa.
- Con el diagnóstico realizado se logra evidenciar las restricciones presentadas en el sistema, para así explotarlas y elevarlas mediante el estudio y análisis de cada una de ellas. Se plantea un plan de polivalencia del personal lo que lleva a realizar más acertadamente la programación de un lote según el personal disponible para lograr los objetivos propuestos. Con la implementación de diagrama de preferencia se logra realizar una mejor distribución de planta y disminuir las distancias de recorrido de material y operarios(as).
- Como se pudo evidenciar a lo largo de este trabajo, esta metodología de TOC es una herramienta que aumenta la productividad de la empresa sin cambiar radicalmente la operación ni el proceso. Explora la capacidad de los equipos sin necesidad de altas inversiones o altos costos. Esto puede representar una ventaja para empresas medianas y pequeñas que buscan métodos para mejorar y que no tienen un amplio presupuesto para invertir.
- Se propone por tanto, la implementación del proyecto que consistió en crear un semáforo según el amortiguador definido para la empresa, propuesta que se socializa y se deja como herramienta de programación de la producción en la empresa para mejorar los tiempos de entrega y aumentar su nivel de servicio.
- Al mejorar el nivel de servicio de una empresa, se espera una mayor confianza por parte de los clientes y se puede generar un voz a voz que haga a la empresa ganar participación en el mercado y aumentar las ventas.
- Cuando se logre el nivel de servicio esperado por la empresa se debe retornar al paso 1 en el cual se identifican de nuevo las restricciones y se aplica el ciclo de mejoramiento propuesto en la metodología expuesta en el trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHASE, Jacobs Aquilano. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. 10 ed., 288 p.

DETTMER, William. Restricciones de la teoría de Goldratt: un enfoque de sistemas para Mejora Continua. ASQC Quality Press, Milwaukee.

ESCALONA, Iván. Ingeniería Industrial. UPIICSA – IPN.

GOLDRATT, Eliyahu. El Síndrome del Pajar: información para el manejo de datos. Croton-on Hudson, North River Press. Nueva York, 1990.

----- . La teoría de restricciones, obra citada.

-----.. La teoría de restricciones.

-----; COX, Jeff. La Meta. North River Press. 1993.

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/pcplinen.htm>

Introducción al estudio del trabajo. 4 ed. Capítulo 19, 266 p.

----- . Capítulo 8, 122 p.

ISHIKAWA, Kaoru. Qué es el control de calidad. 1986, 209 p.

J., Edward. Libro Justo a Tiempo. Normal, 20 p.

KAORU, Ishikawa. "Guía para el Control de la Calidad". 1943.

LNTINI, P. Vicente. Um Pouco Além do Justo a tempo: Uma Abordaje una teoría das Restrições. Revista de Administração de Empresas. v. 34 (5), p. 33. Ajuste de entrada / salida. 1994.

MARÍN VÁSQUEZ, Rafael. Almacén de Clase Mundial: propuesta para una operación logística rentable. Medellín: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2001. 198 p. ISBN 958-33-1630-X.

NOREEN, Eric; SMITH, Debra & MACHEY, T. James. La Teoría de las Restricciones y sus consecuencias para la Contabilidad de Gestión. North River Press, Great Barrington, MA, 1995, 45 p.

UMBLE, Michael, Michael & SRIKANTH, Mokshagundam. Principios de Manufactura Synchronous por un manufacturero mundial. Ohio. South Western Publishing Co. 1990, 15 p.

www.definiciones.de

Anexo A. Tabla de suplementos de la OIT

TABLA DE SUPLEMENTOS (según la O.I.T.) ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO			
1	SUPLEMENTOS CONSTANTES	Hombre	Mujer
	Suplementos por necesidades personales	5	7
	suplemento básico por fatiga	4	4
2	CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA		
a.	Suplemento por trabajar de pie	2	4
b.	Suplemento por postura anormal		
	Ligeramente incómoda	0	1
	Incómoda (inclinada)	2	3
	Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
c.	Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar tirar o empujar)		
	Peso levantado o fuerza ejercida (en Kilos)		
	2,5.....	0	1
	5.....	1	2
	7,5.....	2	3
	10.....	3	4
	12,5.....	4	6
	15.....	6	9
	17,5.....	8	12
	20.....	10	15
	22,5.....	12	18
	25.....	14	-
	30.....	19	-
	40.....	33	-
	50.....	58	-
d.	Intensidad de la luz		
	Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0
	Bastante por debajo	2	2
	Absolutamente insuficiente	5	5
e.	Calidad del aire (factores climáticos)		
	Buena ventilación o aire libre	0	0
	Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
	Proximidad de hornos, calderas, etc.	5	15
f.	Tensión visual		
	Trabajos de cierta precisión	0	0
	trabajos de precisión o fatigosos	2	2
	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
g.	Tensión auditiva		
	Sonido continuo	0	0
	Intermitente y fuerte	2	2
	Intermitente y muy fuerte	5	5
	Estridente y fuerte	5	5
h.	Tensión Mental		
	Proceso bastante complejo	1	1
	Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
	Muy complejo	8	8
i.	Monotonía mental		
	Trabajo algo monótono	0	0
	Trabajo bastante monótono	1	1
	Trabajo muy monótono	4	4
j.	Monotonía Física		
	Trabajo algo aburrido	0	0
	Trabajo aburrido	2	1
	Trabajo muy aburrido	5	2

Anexo B. Suplementos definidos para el estudio del trabajo en la empresa

Suplementos personales	7%
Suplementos básicos por fatiga	4%
Suplementos por postura normal (ligeramente incomoda)	1%
Intensidad de la luz (ligeramente por debajo)	0%
Calidad del aire (buena ventilación)	0%
Tensión visual (trabajos de cierta precisión o fatigosos)	2%
Tensión auditiva (sonido continuo)	0%
Tensión mental (proceso bastante complejo)	1%
TOTAL	15%

Anexo C. Estudio de tiempos actual

DISEÑOS Y CAMISAS		TOMA DE TIEMPOS ACTUAL																
OBSERVADOR: cristian girado										HOJA: 1 / 1								
PRODUCTO: camiseta tipo polo										FECHA: AGOSTO 3 DE 2012								
REFERENCIA:										FECHA:								
60																		
No.	OPERACIÓN	MUESTRAS TIEMPO EN SEGUNDOS										RESUMEN				SUPLEMENTOS	Tiempo estandar	Tiempo en minutos
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Σ T	T	Factor de Valoracion	Tiempo Basico			
1	PEGAR PERILLA DE CAMISETA PIQUETEAR Y ABRIR	125,40	88,80	127,80	120,00	127,20	138,60	124,80	121,20	123,00	129,00	1225,80	122,58	90%	136,20	15%	156,63	2,61
2	ASENTAR PERILLA BORDE EXTERNO -EXTERNO 1/16	209,40	209,80	190,00	154,80	183,00	193,80	211,80	191,40	198,00	198,60	1940,60	194,06	85%	228,31	15%	262,55	4,38
3	HACER CAJA DE PERILLA CAMISETA POLO	170,90	187,20	149,40	150,60	137,40	130,20	154,80	147,00	192,00	185,40	1604,90	160,49	80%	200,61	15%	230,70	3,85
4	FIJAR MARQUILLA EN CUELLO MARCANDO MITAD	55,00	60,00	90,00	48,00	72,00	60,00	75,00	59,00	72,00	52,00	643,00	64,30	80%	80,38	15%	92,43	1,54
5	UNIR HOMBROS X2	54,00	49,00	38,00	47,00	42,00	39,00	49,00	44,00	53,00	51,00	466,00	46,60	85%	54,82	15%	63,05	1,05
6	ASENTAR HOMBROS A 1/4	55,00	72,00	90,00	78,00	71,00	60,00	71,00	75,00	58,00	66,00	696,00	69,60	90%	77,33	15%	88,93	1,48
7	MONTAR MANGA FONDO ENTERO	69,78	70,04	69,00	69,16	69,79	68,19	69,45	70,35	68,19	70,56	624,73	69,41	95%	73,07	15%	84,03	1,40
8	ASENTAR MANGAS 1/4	65,19	64,20	68,21	67,34	61,80	63,04	61,20	66,06	62,50	67,32	519,60	64,95	85%	76,41	15%	87,87	1,46
9	PEGAR CUELLO	60,05	61,45	63,25	59,07	60,04	61,06	60,12	61,98	59,78	60,56	607,36	60,74	85%	71,45	15%	82,17	1,37
10	PEGAR CINTA SESGO A CUELLO	75,34	74,89	76,25	79,45	72,78	76,12	75,89	75,98	76,05	76,13	758,88	75,89	85%	89,28	15%	102,67	1,71
11	ASENTAR TAPA CUELLO Y ENTALEGAR PERILLA	92,05	93,56	91,05	82,08	92,79	95,74	91,78	92,67	89,67	93,49	914,88	91,49	85%	107,63	15%	123,78	2,06
12	CERRAR COSTADOS CON INSTRUCCIÓN DE LAVADO	87,00	93,06	91,43	87,36	94,78	95,56	93,21	94,33	89,56	92,67	918,96	91,90	80%	114,87	15%	132,10	2,20
13	CERRAR PUÑOS X2	52,05	52,39	51,12	52,43	50,02	51,47	52,09	53,78	51,18	51,04	517,57	51,76	90%	57,51	15%	66,13	1,10
14	REMATAR PUÑOS	58,67	58,12	57,46	59,12	58,90	58,17	57,28	59,67	58,61	58,56	584,56	58,46	85%	68,77	15%	79,09	1,32
15	PEGAR PUÑOS TUBULARES X2	98,04	97,72	98,23	96,52	97,78	97,43	98,23	98,78	98,16	98,41	979,30	97,93	85%	115,21	15%	132,49	2,21
16	DOBLADILAR RUEDO BAJO RECUBRIDORA DELANTERO Y TRACERO	83,45	85,16	83,56	86,34	81,85	83,24	89,04	82,67	87,34	83,54	846,19	84,62	85%	99,55	15%	114,48	1,91
17	FILETEAR COLAS DE TELOVI	33,45	34,12	31,67	36,06	31,67	33,67	33,34	33,67	35,62	34,23	337,50	33,75	100%	33,75	15%	38,81	0,65
18	HACER ABERTURAS DE COSTADOS (TELOVI)	153,60	156,32	156,34	151,42	156,38	159,12	151,93	157,26	154,32	157,23	1553,92	155,39	100%	155,39	15%	178,70	2,98
19	OJALAR X2	15,02	15,01	15,04	15,05	15,05	15,02	15,02	15,02	15,20	15,09	150,52	15,05	100%	15,05	15%	17,31	0,29
20	MARCAR PARA BOTON X2	10,54	10,56	10,34	10,23	10,56	10,12	10,78	10,23	10,34	10,45	104,15	10,42	100%	10,42	15%	11,98	0,20
21	BOTONAR X2	15,45	15,23	15,38	15,15	15,23	15,03	15,12	15,18	15,34	15,32	152,43	15,24	100%	15,24	15%	17,53	0,29
22	PREPARAR ETIQUETAS	22,34	22,45	22,12	22,32	22,45	22,13	22,34	22,45	22,45	23,56	224,61	22,46	110%	20,42	15%	23,48	0,39
23	PULIR Y REVISAR CAMISETA	117,25	116,34	116,45	116,09	117,02	116,45	117,34	115,56	116,23	116,45	1165,18	116,52	80%	145,65	15%	167,49	2,79
24	PLANCHAR CAMISETA MC	131,34	135,21	131,45	133,22	132,01	131,76	132,81	133,09	134,54	135,28	1330,71	133,07	85%	156,65	15%	180,04	3,00
25	ABOTONAR X2	20,87	21,06	19,49	21,07	20,65	21,78	20,56	21,05	21,67	20,54	208,74	20,87	100%	20,87	15%	24,01	0,40
26	DOBLAR, PONER ETIQUETAS Y EMPACAR	78,25	76,59	76,34	77,21	76,19	77,32	78,45	77,12	76,85	77,45	771,77	77,18	85%	90,80	15%	104,42	1,74
TOTAL TIEMPO																	2662,89	44,38

Anexo D. Estudio de tiempos después de las mejoras

DISEÑOS Y CAMISAS		TOMA DE TIEMPOS MEJORA																	
OBSERVADOR: cristian girado										HOJA: 1 / 1									
PRODUCTO: camiseta tipo polo										FECHA: AGOSTO 3 DE 2012									
REFERENCIA:										FECHA:									
60																			
No.	OPERACIÓN	MUESTRAS TIEMPO EN SEGUNDOS										RESUMEN				SUPLEMENTOS	Tiempo estandar	Tiempo en minutos	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Σ T	T	Factor de Valoracion	Tiempo Basico				
1	PEGAR PERILLA DE CAMISETA PIQUETEAR Y ABRIR	68,12	69,34	68,76	68,05	69,34	68,56	69,18	69,14	68,67	67,93	619,16	68,80	95%	72,42	15%	83,28	1,39	
2	ASENTAR PERILLA BORDE EXTERNO -EXTERNO 1/16	70,56	72,14	71,34	70,12	71,56	70,67	73,43	71,72	72,16	71,18	714,88	71,49	95%	75,25	15%	86,54	1,44	
3	HACER CAJA DE PERILLA CAMISETA POLO	73,19	72,22	73,09	72,23	72,78	73,07	73,67	73,09	72,84	73,74	729,92	72,99	95%	76,83	15%	88,36	1,47	
4	FUAR MARQUILLA EN CUELLO MARCANDO MITAD	38,13	37,59	37,23	37,78	38,05	37,34	37,78	38,23	37,56	37,12	376,81	37,68	100%	37,68	15%	43,33	0,72	
5	UNIR HOMBROS X2	36,15	37,18	36,40	35,82	36,02	36,05	35,75	36,19	36,15	36,29	362,00	36,20	100%	36,20	15%	41,63	0,69	
6	ASENTAR HOMBROS A 1/4	28,19	27,72	28,56	28,12	27,98	28,03	27,58	27,63	27,82	28,03	279,66	27,97	100%	27,97	15%	32,16	0,54	
7	MONTAR MANGA FONDO ENTERO	60,00	61,03	59,04	60,34	59,12	60,18	60,60	59,78	60,03	59,67	599,79	59,98	100%	59,98	15%	68,98	1,15	
8	ASENTA MANGAS 1/4	55,90	57,18	59,30	56,45	57,34	58,12	56,89	57,98	56,34	58,03	515,50	57,28	100%	57,28	15%	65,87	1,10	
9	PEGAR CUELLO	55,80	54,31	54,56	55,76	54,78	56,18	56,83	57,12	55,34	53,89	500,26	55,58	85%	65,39	15%	75,20	1,25	
10	PEGAR CINTA SESGO A CUELLO	65,40	63,42	64,32	62,12	63,03	62,10	61,98	61,34	60,43	62,79	626,93	62,69	100%	62,69	15%	72,10	1,20	
11	ASENTAR TAPA CUELLO Y ENTALEGAR PERILLA	81,23	80,97	81,05	81,34	81,12	80,16	80,63	80,71	80,45	81,04	808,70	80,87	100%	80,87	15%	93,00	1,55	
12	CERRAR COSTADOS CON INSTRUCCIÓN DE LAVADO	70,45	70,56	71,19	71,20	70,45	70,56	70,93	71,23	71,98	71,12	709,67	70,97	80%	88,71	15%	102,02	1,70	
13	CERRAR PUÑOS X2	45,21	43,67	44,23	43,18	43,72	44,96	42,72	41,23	44,71	42,04	435,67	43,57	85%	51,26	15%	58,94	0,98	
14	REMATAR PUÑOS	38,67	38,12	37,46	39,12	38,90	38,17	37,28	39,67	38,61	38,56	384,56	38,46	100%	38,46	15%	44,22	0,74	
15	PEGAR PUÑOS TUBULARES X2	57,32	53,21	58,34	55,12	59,78	57,67	59,34	59,13	55,34	53,67	568,92	56,89	100%	56,89	15%	65,43	1,09	
16	DOBLADILLAR RUEDO BAJO RECUBRIDORA DELANTERO Y TRACERO	66,60	65,16	63,56	66,34	61,85	63,24	65,04	62,67	64,34	63,54	642,34	64,23	100%	64,23	15%	73,87	1,23	
17	FILETEAR COLAS DE TELO V1	30,45	30,12	31,67	30,06	30,45	30,18	31,34	31,67	30,62	331,23	607,79	60,78	100%	60,78	15%	69,90	1,16	
18	HACER ABERTURAS DE COSTADOS (TELO V1)	113,19	118,32	116,34	111,42	116,38	119,12	111,93	117,26	114,32	117,23	1155,51	115,55	100%	115,55	15%	132,88	2,21	
																	1297,70	21,63	
19	OJALAR X2	13,02	13,01	12,04	13,05	13,05	13,02	12,02	13,02	12,20	12,09	126,52	12,65	100%	12,65	15%	14,55	0,24	
20	MARCAR PARA BOTON X2	8,54	8,56	8,34	8,23	8,56	8,12	8,78	8,23	8,34	8,45	84,15	8,42	100%	8,42	15%	9,68	0,16	
21	BOTONAR X2	13,45	13,23	13,38	13,15	13,23	13,03	13,12	13,18	13,34	13,32	132,43	13,24	100%	13,24	1%	13,38	0,22	
22	PREPARAR ETIQUETAS	21,34	20,45	21,12	21,32	21,45	21,13	21,34	20,45	21,45	20,56	210,61	21,06	120%	17,55	15%	20,18	0,34	
23	PULIR Y REVISAR CAMISETA	117,25	112,34	111,45	113,09	115,02	116,45	117,34	115,56	113,23	114,45	1146,18	114,62	80%	143,27	15%	164,76	2,75	
24	PLANCHAR CAMISETA MC	79,20	78,15	78,20	78,32	79,14	79,02	78,56	79,25	78,81	79,34	708,85	78,76	85%	92,66	15%	106,56	1,78	
25	ABOTONAR X2	21,04	21,06	21,49	21,07	20,65	21,78	20,56	20,05	21,67	21,54	210,91	21,09	100%	21,09	15%	24,25	0,40	
26	DOBLAR, PONER ETIQUETAS Y EMPACAR	55,32	56,06	56,17	56,12	55,78	56,24	56,34	55,96	56,49	56,28	560,76	56,08	85%	65,97	15%	75,87	1,26	
																	TOTAL TIEMPO	3024,64	28,48

Anexo E. Demanda actual diseños y camisas en periodo de treinta días

FECHA FACTURADA	REFERENCIA	CANTIDAD DEMANDA ACTUAL	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
18/01/2014	6056	588	6,243	3,670,884
16//01/2014	7116	609	6,061	3,691,149
06/02/2014	7095	581	3,850	2,236,850
06/02/2014	7121	593	6,380	3,783,340
11/02/2014	7132	406	6,500	2,639,000
12/02/2014	7125	399	6,050	2,413,950
13/02/2014	Sin dato	5	10,500	52,500
18/02/2014	7127	395	6,445	2,545,775
24/02/2014	7104	406	6,300	2,760,800
25/02/2014	7038	540	7,000	4,480,000
13/02/2014	BAGUER	269	8,842	2,378,498
13/02/2014	7133	375	4,500	1,687,500
13/02/2014	BAGUER-2101	64	5,000	320,000
13/02/2014	BAGUER - 2109	318	6,000	1,908,000
14/02/2014	BAGUER - 2110	258	6,000	1,548,000
15/02/2014	BAGUER - 2113	159	9,349	1,486,491
13/02/2014	STYLE -2114	83	9,033	298,089
18/02/2014	PARENTESIS -2115-2125	490	5,498	2,639,040
26/02/2014	Sin dato	70	4,832	338,240

Anexo F. Semáforo propuesto para realizar la programación

			<table border="1"> <tr> <td>0%</td> <td>33%</td> <td>67%</td> <td>100%</td> <td>ORDEN VENCIDAD</td> </tr> <tr> <td colspan="5">AMORTIGUADOR 8 DIAS</td> </tr> </table>					0%	33%	67%	100%	ORDEN VENCIDAD	AMORTIGUADOR 8 DIAS				
0%	33%	67%	100%	ORDEN VENCIDAD													
AMORTIGUADOR 8 DIAS																	
HOY	25/05/2014																
	MIN TURNO	480															
LEAD TIME	15	DIAS															
ITEM	CLIENTE	REFERENCIA	FECHA DE ENTRADA	FECHA DE ENTREGA PROPUESTAS	SAM	TAMAÑO DEL LOTE	NUMERO DE OPERARIOS	CICLO DE PRODUCCION X DIAS	NUMERO DE UNIDADES x DIA	DIAS AMORTIGUADOR	LIBERACION ORDEN DE PRODUCCION	ESTADO					
1	Holanda	Holanda	22/04/2014	14/05/2014	22	123	6	1	131	8	06/05/2014	240%					
2	Stayle	polo roja de rallas	22/04/2014	14/05/2014	28	476	7	4	120	8	03/05/2014	240%					
3	Ragged	Ragged	24/04/2014	16/05/2014	25	2292	8	15	154	8	24/04/2014	213%					
4	Levis	Lm14001141	25/04/2014	17/05/2014	42	829	6	12	69	8	27/04/2014	200%					
5	Levis	Lm14002142	26/04/2014	18/05/2014	42	816	6	12	69	8	29/04/2014	187%					
6	levis dama	lf 13001wsl	26/04/2014	18/05/2014	42	504	6	7	69	8	03/05/2014	187%					
7	E. moda	253537	28/04/2014	20/05/2014	20	804	8	4	192	8	08/05/2014	160%					
8	E. moda	263236	04/05/2014	26/05/2014	22	716	8	4	175	8	14/05/2014	80%					
9	E. moda :	22342	03/05/2014	25/05/2014	28	264	5	3	86	8	14/05/2014	93%					
10	E. moda	22335	05/05/2014	27/05/2014	28	329	7	3	120	8	17/05/2014	67%					
11	E. moda	22384	06/05/2014	28/05/2014	28	384	7	3	120	8	17/05/2014	53%					
12	stayle polo dama	Stayle	07/05/2014	29/05/2014	26	835	7	6	129	8	15/05/2014	40%					
13	stayle polo	stayle	08/05/2014	30/05/2014	28	800	7	7	120	8	16/05/2014	37%					
14	Levis	LM029575	09/05/2014	31/05/2014	42	342	6	5	69	8	19/05/2014	13%					
15	levis	LM026634	10/05/2014	01/06/2014	42	358	6	5	69	8	19/05/2014	0%					
16	stayle	TM8075	12/05/2014	03/06/2014	28	702	7	6	120	8	21/05/2014	-27%					
17	stayle	PR8060	12/05/2014	03/06/2014	28	650	7	5	120	8	21/05/2014	-27%					
18	E. moda	13/05/2014	04/06/2014	20	220	6	2	144	8	26/05/2014	-40%					
19	Ragged	Ragged	13/05/2014	04/06/2014	25	650	6	6	115	8	22/05/2014	-40%					
20	stayle	CM8035	13/05/2014	04/06/2014	20	550	7	3	168	8	24/05/2014	-40%					
21	Ragged	253537	14/05/2014	05/06/2014	25	435	6	4	115	8	25/05/2014	-53%					
22																	