

**4**

**Teoría de restricciones como  
herramienta de desarrollo estratégico  
productivo del sector textil**

Mario Bombón 1, Andréa Jordán 2, Jorge Jordán 3,  
1,2,3 Universidad Técnica de Ambato, 1 mario314@hotmail.com,  
2 andrejv97@gmail.com, 3 jorgeejordan@uta.edu.ec

Fecha de presentación: 04 de junio de 2019

Fecha de aceptación: 09 de julio de 2019

DOI: <https://doi.org/10.33386/593dp.2019.5.116>

# RESUMEN

El presente escrito analiza las principales problemáticas que las empresas del sector textil atraviesan al momento de ejecutar su producción, inadecuado manejo de inventarios, recursos restrictivos y cuellos de botella. A la vez, se propuso a la teoría de restricciones como una herramienta que solvente dicha problemática mediante indicadores de gestión y evaluación, con el propósito de evidenciar el impacto financiero de cada actividad dentro de la empresa, para aquello, se tomó como referente a la empresa PRODUTEXI CIA. LTDA. El objetivo de la investigación fue determinar la situación productiva de la empresa referente, a partir de la aplicación de la metodología planteada. El estudio abordó un diseño metodológico experimental-longitudinal, mediante un enfoque cuantitativo. El alcance del estudio es correlacional, pues evidenció cómo se relacionan los periodos de estudio con los cambios implementados. Se utilizó el modelo estadístico de ANOVA de un factor para aseverar el criterio hipotético. Los resultados obtenidos revelaron que, el indicador de utilidad neta evidencia que los bóxeres de microfibra producen mayor utilidad a la organización, no obstante, la empresa obtiene un retorno sobre la inversión del 19% en el ejercicio. Las conclusiones obtenidas, sugieren a las pequeñas empresas del sector adoptar el modelo TOC para mejorar su productividad y beneficios económicos.

**Palabras claves:** indicadores operativos, teoría de restricciones, PyMES.

# ABSTRACT

This paper analyzes the main problems that textile companies face when executing their production, inadequate handling of inventions, restrictive resources and bottlenecks. At the same time, the theory of constraints was proposed as a tool that solved this problem through management and evaluation indicators, with the purpose of demonstrating the financial impact of each activity within the company. as a reference to the company PRODUTEXI CIA. LTDA The objective of the research was to determine the productive situation of the referring company, based on the application of the proposed methodology. The study addressed an experimental-longitudinal methodological design, using a quantitative approach. The scope of the study is correlational, since it showed how the periods of study are related to the changes implemented. The one-factor ANOVA statistical model was used to assert the hypothetical criterion. The results obtained revealed that, the indicator of net profit, shows that the microfiber jugs produce greater utility to the organization, nevertheless, the company obtains a return on the investment of 19% in the year. The conclusions obtained suggest to the small companies of the sector to adopt the TOC model to improve their productivity and economic benefits.

**Keywords:** operational indicators, theory of constraints, SMEs.

## Introducción

Las empresas manufactureras de productos textiles atraviesan diferentes desafíos al momento de obtener un mayor beneficio, tanto económico como productivo; es así, que el inadecuado manejo de stocks de productos en bodega, repercute a menudo en el incremento de los costos financieros y produce una reducción en el capital de trabajo (Almeida, 2015; Jaramillo y Lloret, 2017).

De acuerdo, a un análisis sectorial realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos en el año 2012 establece que existen 11.006 establecimientos dedicados a actividades de manufactura, en los cuales el 74,2% corresponde a la fabricación de prendas de vestir, con la excepción de prendas de piel; el 8,2% a elaboración de artículos transformados de materiales textiles, excepto prendas de vestir; el 8,2% a producción de calzado, y el 9,5% restante a otras actividades de manufactura. A nivel geográfico, Pichincha (27%), Guayas (17%), Tungurahua (8,1%), Azuay (7,5%) e Imbabura (4,5%) son las provincias donde se asientan el mayor número de establecimientos del sector textil (INEC, 2012). Es así, que la provincia de Tungurahua contiene a 3818 empresas dedicadas a dicha actividad económica. Sin embargo, es importante señalar que la fabricación de textiles y prendas de vestir forman parte de la industria manufacturera del país (Guerrero, 2019).

En la actualidad, la empresa que domina el sector es la que realiza cambios constantes, que son impuestos por el mercado y parten desde mejoras continuas en los procesos y modelos de gestión, puesto que, al no innovar, la ventaja obtenida suele desvanecer (Rivero y Rivas, 2013). A través del modelo de Teoría de Restricciones denominado en adelante como TOC, se pretende que las empresas sean más competitivas, sin dejar de lado, la utilización adecuada de costos operacionales e identifiquen sus problemas constantes con relación a la competencia.

La teoría de restricciones en un sistema

productivo, conjetura una incidencia directa sobre el nivel de ingresos de una empresa y su comportamiento con relación a costos (Rahman, 2014). A su vez requiere del apoyo de herramientas como la Teoría de restricciones (TOC), técnica que gestiona de manera efectiva y optima el uso de diferentes recursos que se encuentran sujetos a condiciones de carácter restrictivo. Dicha herramienta, brinda soporte al gerente general y de producción, para obtener una toma de decisiones multicriterio en condición de su capacidad de producción y demanda (Reyes, Altamirano, Aldás, Morales y Reyes, 2017).

Este escrito analizó un estudio de caso, que cita a una empresa del sector, PRODUTEXI CIA. LTDA, dedicada a la confección de ropa interior para damas y caballeros; de esta manera, el tema comprende los principales problemas que atraviesan las empresas por el desconocimiento del correcto manejo de inventarios del sector textil de la provincia de Tungurahua, con el propósito de reducir costos de operación e incrementar la velocidad de entrega de productos al cliente y cumplir con la orden de producción.

Para ello, se diseñó un modelo bajo la filosofía TOC (Teoría de restricciones) con la finalidad de generar políticas de producción apegadas a la empresa en términos de cumplimiento, disminución de costos y eliminación de problemas en el proceso productivo. El objetivo de la investigación se enmarca en determinar la situación productiva de PRODUTEXI CIA. LTDA., a partir de la aplicación de la Teoría de Restricciones.

Se presenta a continuación, las siguientes interrogantes por las cuales atravesó la investigación ¿Qué mejoras se obtendría al aplicar TOC (Teoría de restricciones)? y ¿Qué tipo de indicadores necesitan las empresas textiles para medir su eficiencia? Por estas principales razones, es de vital importancia que las empresas pequeñas y medianas optimicen su productividad, que alcancen la satisfacción del cliente y logren incrementar su rentabilidad, a través de sus utilidades.

En el apartado de introducción de este escrito, evidencia algunos fundamentos teórico-aplicativos relacionados con la TOC (Teoría de restricciones) y sus indicadores de medición en las empresas. El apartado de resultados presenta el caso puntual de la empresa textil sobre la cual se aplica el modelo anteriormente especificado. De esta forma, se impregna los resultados logrados en efecto de cómo llevan los inventarios las empresas del sector textil.

En las PyMES se encuentra presenta un modelo de negocio empírico, lo que provoca que se fortalezcan diferentes principios, que responden a una lógica funcional, que lleva a pensar a los gerentes, que no se requiere un cambio en la manera de ejecutar actividades operativas (Fuentes, Del Solar, Samillán y Vázquez, 2014; Guerrero, 2019). En el momento que una empresa no se rige bajo esta premisa, busca nuevas estrategias que efectivicen su dinámica en el mercado. Una manera de hacerlo es mediante la aplicación de la TOC (Teoría de restricciones), según Kim, Jane y Davies (2008), que tiene como propósito excluir los cuellos de botella en los procesos y analizar sus costos, con base las restricciones del sistema de operación.

### Teoría de restricciones

La Teoría de Restricciones tuvo sus inicios a partir de 1980, y es el resultado del "Programa de Optimización de la Producción" implementado por el físico israelí Eliyahu M. Goldratt. Después de publicar su libro "La Meta", su teoría se dio a conocer y actualmente es aplicada en varias empresas exitosas del mundo (Kim y otros, 2008).

La teoría de restricciones también conocida como TOC (Teoría de restricciones) por sus siglas en inglés (Theory of constraints) es una herramienta que es resultado de la combinación de la teoría de colas y técnicas de pensamiento sistémico (Solis y Chávez, 2010). Mediante esta herramienta se ha generado mejoras fundamentales en la administración de recursos restrictivos, es decir, cuellos de botella de las empresas. No obstante, el aplicar la teoría de restricciones involucra un giro radical en la

organización; de ahí que Ortiz (2013) expresa que las empresas manufactureras mejoran significativamente la productividad de planta y entrega a tiempo. Además, manifiestan que, para obtener tales ganancias, se necesita de entrenamiento del talento humano y cambio de políticas, tanto a nivel de la administración como en la planta (Jaramillo y Lloret, 2017).

De la misma forma, para Almeida (2015) expresa que es una nueva filosofía fundamentada en una serie de métodos, que se encuentran vinculados a la investigación de operaciones, direccionadas a la optimización y administración de los recursos e insumos de producción, con el propósito de lograr el objetivo que toda empresa desea alcanzar: obtener recursos económicos de manera continua, mientras se reduce los costos y gastos de operación e inventarios. Su representación se visualiza mediante la lógica causa-efecto por medio de procesos sistemáticos e iterativos, para obtener un beneficio integral de los recursos inmersos y cumplir con los requerimientos del sistema (Pisco, 2013).

Cada empresa presenta obstáculos que le limitan a obtener ganancias desmedidas. Dichos obstáculos, son considerados en su mayoría como criterios de decisión erróneos, y se los denomina como "Restricciones" y son el eje de cuidado del TOC (Teoría de restricciones) (Pavlica, 2013; Vettorazzo, 2017). Para obtener una mejor comprensión del concepto, se diferencian a continuación, las formas de como aparecen las restricciones, como lo presenta la figura 1.

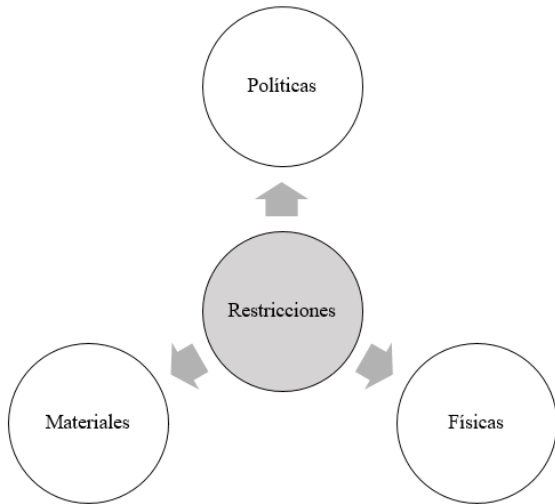


Figura 1. Centro de Restricciones del TOC (Teoría de restricciones)

El Centro de Restricciones del TOC (Teoría de restricciones), enuncia tres restricciones que intervienen en la filosofía de la teoría, y se las detalla a continuación: a) Restricciones Políticas (RP), se presentan frecuentemente y como aproximación, el 90% de RP se encuentran en todas las empresas de manufactura, estas consisten en: procedimientos, imposiciones y lineamientos imperiosos, establecidos de manera errónea por las empresas, estas a su vez, son condicionadas al sistema en dirección contraria a su meta (Penagos-Vargas, Acuña-Guerrero y Galvis-Crespo, 2017). Sus repercusiones son visualizadas de forma indirecta, como turnos excesivos de producción para disminuir costos de mantenimiento, priorizar un proceso en la cadena de producción, generar exclusividad de producción para pedidos con un alto nivel de demanda en el mercado; b) Restricciones Física (RF), se presentan con menor frecuencia y representan aproximadamente al 8% de las restricciones totales. Las RF se encuentran relacionadas de manera directa con la capacidad de producción, es decir, la disponibilidad de recursos que son utilizados para transformar la materia prima en producto terminado (Pavlica, 2013; Penagos-Vargas y otros, 2017). A pesar de ello, no siempre puede atribuirse la inadecuada capacidad de producción a este tipo de restricción, puesto que, los recursos muchas veces no son utilizados de manera

adecuada, por ende, la capacidad de producir con eficiencia permanece oculta. Las RF son determinadas por la maquinaria, mano de obra y la demanda del mercado; c) Restricciones de Material, su aparición es mínima y reúnen el 2% de restricciones totales. Son generadas a partir de la escasez de materiales e insumos de producción. Su problemática de origen viene entrelazada a la cadena de suministro o por errores de asignación o planificación de materiales. Su probabilidad de error es relativamente baja, puesto que, es ineludible una carencia de materia prima de producción, con excepción de factores no controlables (Ortíz, 2013; Penagos-Vargas y otros, 2017).

En síntesis, la mayoría de restricciones no recae en la disponibilidad de los recursos, al contrario, prevalecen sobre las políticas de utilización de los mismos, de modo que la implementación debe enfocarse hacia las políticas empresariales y su proceder en la mejora de los procesos (Grimaldo-León y Silva-Rodríguez, 2014). Desde otra perspectiva, han sido establecidos un proceso esquemático de cinco pasos para solucionar las restricciones que un sistema puede presentar, como lo describe la figura 2.

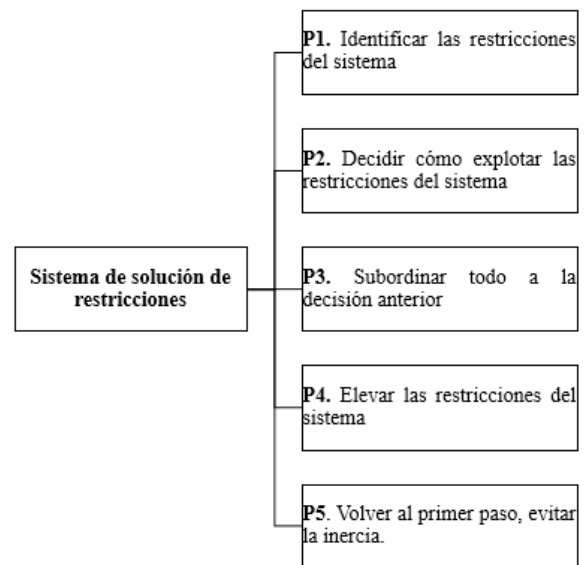


Figura 2. Sistema de Solución de Restricciones.

De acuerdo a Parra, Ballesteros y González (2017) enuncian las siguientes etapas: a) Identificar las restricciones del sistema, consiste en localizar exactamente la ubicación de la



restricción. Por lo general, se lo visualiza con facilidad, puesto que, sus síntomas son encontrar cúmulos de inventario frente a las máquinas, lo que ocasiona los cuellos de botella; b) Decidir cómo explotar la restricción del sistema, una vez identificado el cuello de botella, se debe tomar en cuenta las medidas que accedan a explotarlo y suprimir la medida restrictiva. En esta etapa se elige el mecanismo para efectivizar la utilización de recursos; c) Subordinar todo a la decisión anterior, una vez establecida la estrategia para evitar la restricción, el proceder es evitar el desabastecimiento, así se logra equilibrar el flujo de material mediante la restricción y el flujo del sistema; d) Elevar las restricciones del sistema, permite adquirir sistemas de información o maquinaria, con el propósito de obtener datos ecuanímenes sobre la realidad de las empresas; e) Volver al inicio, evitar la inercia, en esta etapa la restricción es liberada, no obstante, TOC (Teoría de restricciones) protege el proceso de mejora continua, precisamente suprime las restricciones que el sistema genere (Juiña, Cabrera y Reina, 2017; Marín y Gutierrez, 2013).

#### Adaptación de la empresa al modelo TOC (Teoría de restricciones)

Como se demuestra, la TOC (Teoría de restricciones) es una herramienta para toma de decisiones gerencial que ha sido implementada con éxito en varias empresas. A pesar de ello, en Ecuador no existe una sistematización adecuada sobre su implementación en pequeñas y medianas empresas (PyMES), por lo cual, denota la originalidad del estudio (Jaramillo y Lloret, 2017). Utilizar TOC (Teoría de restricciones) dentro de las PyMES demostrará, un proceder de adaptación en los postulados de la teoría, al contexto de una empresa pequeña y se alcanzará resultados cuantificables que favorecen a la toma de decisiones (Fuentes y otros, 2014; Guerrero, 2019).

Centralizar la investigación al estudio de una PyME del sector textil manufacturero, tiene como objetivo central, realizar un diagnóstico de su proceso productivo y organizacional y revelar sus restricciones primordiales. En el proceso se valoró la utilidad de TOC (Teoría

de restricciones) en el caso respectivo, y se configuró el protocolo de implementación del sistema.

#### Medición del desarrollo productivo del sistema TOC (Teoría de restricciones)

Durante la evaluación de los resultados financieros de TOC (Teoría de restricciones), es ineludible conocer el impacto económico que se obtendrá en el transcurso de la aplicación de la teoría. Es necesario establecer criterios de medición precisos sobre los resultados, puesto que, al no manejar indicadores, existe un desconocimiento total de logros o deficiencias (Tulasi y Rao, 2014). Por tal razón, es esencial mantener una herramienta que facilite tomar decisiones acertadas basadas en los costos que genera la empresa, estos son indicadores operativos globales e indicadores estratégicos (Jaramillo y Lloret, 2017; Tejada, Gisbert y Pérez, 2018).

#### Indicadores operativos globales

Son aquellos que permiten valorar el resultado de una decisión interna sobre la meta global con relación al tróput, inventarios y gastos de operación, a continuación, se detalla cada término: a) Tróput, Se denomina a la velocidad en la cual, cada sistema genera dinero mediante sus ventas, caso contrario, solo es un despilfarro de recursos. Su término es utilizado para el dinero que ingresa y se lo traduce como una diferencia entre el precio de venta y los costos variables totales sin descartar el costo de materia prima; b) Inventario, se caracteriza por ser el dinero que una empresa invierte en compras de materia prima e insumos que se pretende procesar o vender, por ende, se establece como un activo (Jaramillo y Lloret, 2017; Pavlica, 2013; Penagos-Vargas y otros, 2017). Desde la perspectiva de Kim y otros (2008) lo considera como un rubro que se asigna a proveedores por elementos que forman parte de un producto, cabe denotar que para su formulación se excluye rubros como mano de obra y gastos de fabricación. De tal manera, el inventario es una expresión para el dinero que se encuentra paralizado en un sistema de almacenamiento

para ser transformado y comercializado; c) Gastos de operación, son aquellos rubros que la empresa incurre en periodos constantes para mantener su funcionamiento. De tal manera, Jaramillo y Lloret (2017) lo determinan como los recursos económicos que un sistema gasta para convertir el inventario en truput (ventas), a continuación se detalla las fórmulas respectivas de cálculo.

Tabla 1. Indicadores operativos globales

Truput	Inventario
$T = PV - CVT \quad (1)$ <p>Donde: T = Truput PV= Precio de venta CVT= Costos variables totales</p>	$EOQ = \sqrt{\frac{2S * D}{C}} \quad (2)$ <p>Donde: EOQ = Cantidad óptima de pedido D= # de unidades vendidas anualmente C= Costo unitario de mantenimiento</p>

### Indicadores estratégicos

Estos indicadores evalúan el impacto directo de una decisión local sobre el sistema. En sucesión, se establecen los indicadores recomendados a utilizarse en TOC (Teoría de restricciones); a) Utilidad neta, dicho indicador se reporta en el estado de resultados. Su función es simplificar dos categorías, producto y gasto, en una sola. Luego, se obtiene la divergencia entre truput y el gasto operativo; b) Retorno sobre la inversión, es una métrica utilizada para conocer cuánto una empresa ganó en un determinado periodo mediante sus inversiones. Para deducir el ROI es esencial obtener los ingresos totales, sustraer de estos los costos y, en último lugar, dividir dicho resultado por los costos totales. De la misma forma, para Pavlica (2013) establece que su valor es obtenido a través de la relación entre la utilidad neta y la inversión realizada.

Tabla 2. Indicadores estratégicos

Utilidad Neta	Retorno sobre la inversión
$UN = T - GO \quad (3)$ <p>Donde: UN = Utilidad neta T= Truput GO= Gastos de operación</p>	$ROI = \left(\frac{UN}{I}\right) * 100 \quad (4)$ <p>Donde: RCB = Retorno sobre la inversión UN = Utilidad neta I= Inventario inicial</p>

De esta forma, se procede a establecer la hipótesis de discusión de la investigación: la teoría de restricciones incide en el desarrollo estratégico productivo de la empresa PRODUTEXI CIA. LTDA de la provincia de Tungurahua

### 2. Método

El estudio abordó un diseño metodológico experimental-longitudinal, debido a que se recolectó datos de diferentes momentos (escenarios) que la empresa atravesó, con el propósito de referenciar los cambios obtenidos luego de establecer la teoría de restricciones. A su vez se utilizó un enfoque cuantitativo, debido que la contabilidad es una disciplina científica que permite elaborar la representación de la realidad de la empresa a través de escalas de observación (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Lucio, 2014). El alcance del estudio es correlacional, pues pretende evidenciar cómo se relacionan diferentes cambios (o si no se relacionan); en la aplicación del caso de estudio, se relaciona los escenarios de ingresos en ventas de los periodos 2016, 2017 y 2018, con el objetivo de demostrar los cambios suscitados luego de aplicar TOC (Teoría de restricciones) (Popper, 2015).

#### Recolección de información

Se obtuvo la información contable de los periodos de estudio 2016, 2017 y 2018 (Estados de pérdidas y ganancias, Balance general e

Inventarios) para aplicar la TOC (Teoría de restricciones). Luego se obtuvo los informes de producción, diagramas de procesos, tiempos y movimientos; con el propósito de establecer el modelo TOC de la Empresa PRODUTEXTI. Se utilizó el software Megastat para realizar la verificación de hipótesis

### 3. Resultados

A continuación, se describe los principales hallazgos obtenidos mediante la intervención del área de gerencia de la empresa PRODUTEXTI, puesto que, existe preocupación ante la baja productividad del subproceso de confección reflejada con negatividad en el aumento de pedidos pendientes en el proceso de tendido; situación que, reflejo molestias en el equipo de ventas al visualizar procesos tardíos de entrega, y los clientes emitían inconformidad constante. En consecuencia, la facturación de la empresa presenció un impacto, debido a la inadecuada rotación del producto en el mercado y la insatisfacción de los clientes. Su afectación generó repercusiones en la cancelación de pedidos y alianzas comerciales con otras empresas del sector. Se detalla en la tabla 3, el tiempo de proceso de una docena.

Durante el proceso de aplicación de la TOC (Teoría de restricciones), se estableció la problemática existente dentro del sistema de producción de la organización. Es así, que en la etapa 1: identificar la restricción. Se evidenció que existían de dos tipos: políticas y físicas, como lo enuncia el caso de Almeida. Se puede anunciar que existen restricciones físicas, a partir del momento que han sido eliminadas

las restricciones políticas. Por tal razón, dichas restricciones son las que aparecen en la mayor parte de las empresas. Esto se refleja como un impedimento en el sistema, al momento de obtener un mayor rendimiento en su objetivo de ventas (Almeida, 2015). De tal manera, PRODUTEXTI identificó sus restricciones en el área de tendido y área gerencial, puesto que, al contar con una política limitada de contratos, no se podía contratar personal para colaborar en el proceso; en consecuencia, la restricción física para el proceso de tendido, se presentó mediante acumulación de materia prima en bodegas, al presentar tiempos tardíos a partir de: a) trasladar los rollos de tela a la mesa correspondiente; b) fijar clavos y papel en la mesa, siempre y cuando lo amerite; c) desenfundar el rollo y colocar en el coche; d) verificar fallas en los rollos de tela; e) cortar tela cuando se ha tendido en la mesa de acuerdo al número capas requeridas; f) pesar tela sobrante; g) registrar en hojas de control el material utilizado y sobrantes; h) trasladar la tela sobrante al área respectiva de almacenamiento; i) entregar hojas de control al jefe de área. Por ende, los procesos de corte y empaçado fueron afectados por las deficiencias en el procedimiento detallado con anterioridad. Brevemente, se detalla los escenarios presenciados antes de aplicar TOC (teoría de restricciones) en el procesamiento de una docena de cada producto (ver tabla 3) y el número de operarios que ejecutaban dichas actividades en los periodos de estudio (ver tabla 4) en los periodos 2016 y 2017.

Tabla 3. Informe de tiempos y movimiento (min/docena)

	TIEMPO ESTANDAR (Min/Docena)						N° de operarios
	Proceso	Bóxer	Calzoncillo	Bóxer microfibra	Panty	BVD	
2016	Tendido	1,42	1,25	1,39	0,71	3,45	3
	Corte	1,71	1,98	2,10	2,47	0,31	2
	Empacado	0,63	0,49	0,47	0,38	0,26	1



2017	TIEMPO ESTANDAR (Min/Docena)						N° de operarios
	Proceso	Bóxer	Calzoncillo	Bóxer microfibra	Panty	BVD	
Tendido	1,33	1,17	1,24	0,64	3,07	3	
Corte	1,51	1,76	1,76	2,08	0,26	2	
Empacado	0,57	0,44	0,41	0,33	0,22	1	

Como evidencia la tabla 3. Informe de tiempos y movimientos en el procesamiento de productos en una docena, mantuvieron un ritmo producción promedio, con el mismo número de operarios en el área de tendido. Dichos procesos se lograron con exceso de cargas laborales y horarios extendidos de trabajo, lo que ocasionó variación en la producción. De la misma forma, en la etapa 2: explotar las restricciones, determinó el área de gerencia y jefatura de producción, ceder ante la política de contratación de personal e incrementar dichos colaboradores al área de tendido, debido que, genera tiempos tardíos en el área de corte y empacado, lo que provoca retrasos en la entrega, e insatisfacción en el cliente. (ver tabla 4)

Tabla 4. Número de operarios según periodos de estudio.

TIPO DE OPERACIÓN	OPERARIOS		
	2016	2017	2018
Tendido	3	3	6
Corte	2	2	2
Empacado	1	1	2

Como refleja la tabla 4. Con base a la problemática suscitada se contrató a 3 personas operativas, distribuidas de la siguiente forma: 2 para el proceso de tendido, puesto que, los retrasos se deben al exceso de actividades laborales en el área de tendido y la insuficiencia por el número de personas operativas en dicha área. Además, la persona restante fue designada al área de empacado, debido que, el incremento de operarios en el área de tendido ocasionó acumulamiento de los productos en dicha zona, de esta manera, se logró solventar dicha deficiencia. Seguido, se detalla la mejora de tiempos por proceso en cada área (tendido, corte y empacado) con base a una cantidad de producción de una jornada laboral.

Luego de establecer la solución de la restricción, se realizó un estudio de tiempos y movimientos comparativo, consecuente a la aplicación de TOC (Teoría de Restricciones), por tal motivo, se estableció la cantidad estándar de docenas que fueron producidas en una jornada de cada producto (bóxer, calzoncillo, bóxer microfibra, panty y BVD). Se evidenció que existe una diferencia clara en el tiempo de producción en el proceso de tendido (ver tabla 6).

De acuerdo con los datos detallados de la tabla 6, se observa una clara diferencia en la optimización de tiempo en el proceso de tendido durante el año 2018, periodo en el cual se aplicó TOC (Teoría de Restricciones), se evidencia que en la producción de bóxeres se optimiza 35 minutos; en calzoncillos - 26 minutos; en bóxeres - 70 minutos; pantys - 29 minutos; y BVD 113 minutos. Esta diferencia se vincula a la integración del personal operativo al área de tendido, si bien es cierto, a diferencia de los años 2016 y 2017 se desconocía del problema, por lo cual, los colaboradores que se desempeñaban en el área de tendido trabajaban en horarios extendidos y fines de semana, para cumplir con los pedidos y, aun así, no se cumplía con el lapso de entrega de los pedidos a los clientes.

En la etapa 3: subordinar todo a la restricción, se estableció el amortiguador para asegurar que todos los recursos se encuentren direccionados en cumplir con sus tareas de tal manera que preserven el cumplimiento de la planificación y fechas de entrega.

Se tomó en cuenta la variabilidad de la demanda, puesto que, al no tener cifras exactas de ventas de años anteriores, por decisión de gerencia se tomó por base a los presupuestos emitidos por gerencia y en función a la capacidad de producción, se identificó el cuello de botella en

Tabla 5. Tiempo estándar de producción (min/docena), luego de aplicar TOC.

TIEMPO ESTANDAR (Min/Docena)												
2016	Proceso	docenas promedio	Bóxer	docenas promedio	Calzoncillo	docenas promedio	Bóxer microfibra	docenas promedio	Panty	docenas promedio	BVD	
		Tendido	155	221,11	130	162,48	250	347,55	200	142,78	163	563,20
		Corte	155	265,13	130	257,87	250	524,01	200	493,52	163	50,91
		Empacado	155	97,42	130	63,18	250	118,56	200	76,78	163	41,92
TIEMPO ESTANDAR (Min/Docena)												
2017	Proceso	docenas promedio	Bóxer	docenas promedio	Calzoncillo	docenas promedio	Bóxer microfibra	docenas promedio	Panty	docenas promedio	BVD	
		Tendido	155	207,20	130	152,27	250	309,41	200	127,11	163	501,39
		Corte	155	234,89	130	228,46	250	441,02	200	415,36	163	42,84
		Empacado	155	88,79	130	57,59	250	102,65	200	66,48	163	36,29
TIEMPO ESTANDAR (Min/Docena)												
2018	Proceso	docenas promedio	Bóxer	docenas promedio	Calzoncillo	docenas promedio	Bóxer microfibra	docenas promedio	Panty	docenas promedio	BVD	
		Tendido	155	186,16	130	136,80	250	277,98	200	114,20	163	450,46
		Corte	155	192,43	130	187,16	250	361,31	200	340,28	163	35,10
		Empacado	155	75,95	130	49,25	250	87,80	200	56,86	163	31,04

Tabla 6. Tiempo estándar de producción (min/docena), luego de aplicar TOC.

Periodos	Proceso	Bóxer	Optimización (Min/Docena)	Calzoncillo	Optimización (Min/Docena)	Bóxer microfibra	Optimización (Min/Docena)	Panty	Optimización (Min/Docena)	BVD	Optimización (Min/Docena)
2016	Tendido	221,11	----	162,48	----	347,55	----	142,78	----	563,20	----
2017	Tendido	207,20	13,91	152,27	10,22	309,41	38,14	127,11	15,67	501,39	61,81
2018	Tendido	186,16	34,95	136,80	25,68	277,98	69,57	114,20	28,58	450,46	112,74

Fórmula (5)

**Amortiguador = Consumo diario de Producto terminado x Lead Time x Variabilidad**

el área de producto terminado. Para realizar el cálculo del buffer (amortiguador) se toma en cuenta las siguientes variables (ver formula 5)

Donde, el consumo diario es el promedio del presupuesto de ventas dividido para el número de días hábiles de venta, Lead Time, es el tiempo que se tarda en llegar el producto terminado hasta las bodegas, a partir de la emisión de la orden de producción, la variabilidad, representa el nivel de servicio que se espera obtener y su procedencia es mediante la curva generada en la campana da Gauss. (ver figura 2)

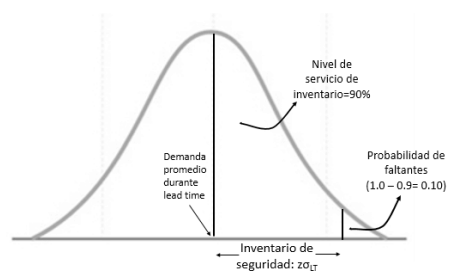


Figura 2. Campana de Gauss, representación del índice de variabilidad.

Con esta decisión se logró tener un stock de seguridad por eventuales excesos de demanda siempre y cuando no sean exagerados. A la vez, se controla los inventarios de materia prima y producto terminado. Además, se homologó todos los procesos de producción (tendido, corte y empaque) con una programación productiva por jornada (ver tabla 5), para evitar, supuestos,

sino al contrario, predecir la demanda. Es así, que se establece el amortiguador y sus colores pertinentes de decisión, frente una orden de producción. (ver figura 3)

AZUL	VERDE	AMARILLO	ROJO	NEGRO
<0%	0.0%	33.3%	66.7%	>= 100%
	33.2%	66.6%	99.9%	

Figura 3. Amortiguador de producción.

Interpretación de colores:

Negro: Prioridad absoluta en todo el proceso, ventas perdidas.

Rojo: Liberación de órdenes de producción inmediata, sin importar las eficiencias locales.

Amarillo: Siempre libere ordenes de producción, se encarga de dar la mayor eficiencia a los equipos. Está prohibido no liberar una orden que está en amarillo.

Verde: No es indispensable liberar ordenes de producción, pues, se considera adecuado que el planificador tenga la opción de esperar al siguiente día hasta que la eficiencia del lote sea más adecuada.

Azul: Exceso de inventario, no enviar a producir más

Con estos cambios implementados por la TOC, en la etapa 4: Elevar la restricción, involucra a una sucesión de mejoras a nivel del recurso restrictivo, con el propósito de incrementar la capacidad del proceso. En el caso que la demanda incremente de manera repentina es necesario que la restricción trabaje al máximo de su capacidad y se implemente una política de operación que consistirá en lo siguiente: Se evadirán los descansos para salir a comer, de manera que se turne las horas de refrigerio y almuerzo entre los operadores. El incremento generado será de un 30% con relación al cumplimiento de entrega de pedidos. En la etapa 5: volver a la etapa 1, indica que, si en las etapas anteriores se ha eliminado la restricción, debe existir una retroalimentación para evitar errores y pérdidas en el área de producción.

Indicador operativo

A continuación, se muestra el Trúput que se generó por las ventas anteriores y la ganancia neta mensual luego de aplicar las técnicas de producción, para incrementar la eficiencia.

Truput

El trúpud es la velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas. Mediante la optimización de tiempo en la producción se prevé tener las siguientes ganancias, de manera mensual (ver tabla 7).

Indicadores Estratégicos

Utilidad neta

Para el escenario 2018 de la empresa PRODUTEXTI, luego de aplicar TOC (teoría de restricciones), se alcanzó un margen de ganancia neta mensual de \$15.204,73. para el producto I (Bóxer microfibra) con el margen de ganancia del 32% se obtuvo \$4.865,51. Consecuente, con el 25% el producto II (calzoncillos) han aportado con \$3.801,18; el producto III (Panty) representa el 21% con el valor de \$3.192,99; el producto IV (Bóxer) representa el 12% con un valor de \$1.824,57; finalmente, el producto V (BVD) representa el 10% de utilidad neta con un valor de \$1.520,47.

Para obtener una mejor apreciación, se presenta seguido los valores obtenidos en el ejercicio (ver tabla 8).

Tabla 7. Generación económica del sistema Trúput

Productos	Costo de venta mensual	Costo de materia prima/ mensual	Trúput
Bóxer	\$ 39.556	\$ 34.402,07	\$ 5.154,30
Calzoncillo	\$ 82.409	\$ 71.670,99	\$ 10.738,12
Bóxer Microfibra	\$ 105.484	\$ 91.738,86	\$ 13.744,79
Panty	\$ 69.224	\$ 60.203,63	\$ 9.020,02
BVD	\$ 32.964	\$ 28.668,39	\$ 4.295,25

Tabla 8. Utilidad neta mensual por producto.

Productos	Trúput	Gastos operativos	Utilidad neta	Margen de ganancia de producto
Bóxer	\$ 5.154,30	\$ 3.329,73	\$ 1.824,57	12%
Calzoncillo	\$ 10.738,12	\$ 6.936,94	\$ 3.801,18	25%
Bóxer Microfibra	\$ 13.744,79	\$ 8.879,28	\$ 4.865,51	32%
Panty	\$ 9.020,02	\$ 5.827,03	\$ 3.192,99	21%
BVD	\$ 4.295,25	\$ 2.774,77	\$ 1.520,47	10%

\$ 15.204,73

Retorno sobre la inversión (RCB)

Para la elaboración del indicador Retorno sobre la Inversión, se obtuvo del valor de utilidad neta (UN) y el valor de inventario inicial de materias primas (I) que se lo obtuvo del estado de pérdidas y ganancias del año en el cual, se aplicó TOC (ver fórmula 4).

$$RCB = \left( \frac{UN}{I} \right) * 100 \quad \text{Formula (4)}$$

$$RCB = \left( \frac{\$ 15.204,73}{\$ 81.731,74} \right) * 100$$

$$RCB = \left( \frac{\$ 15.204,73}{\$ 81.731,74} \right) * 100$$

$$RCB = 19\%$$

En razón principal, este indicador se utilizó para evaluar la inversión, lo que significa que la empresa se desempeña de manera favorable, puesto que, mientras mayor sea el Retorno de la Inversión (19 %), es mayor el porcentaje de recuperación del capital invertido en materias primas. Para culminar, se pone énfasis en el RCB,

debido a su simplicidad al momento de evaluar una empresa, y se puede determinar que existe un retorno mensual favorable con relación a la inversión que realiza la organización.

#### 4. Discusión

Mediante el modelo estadístico ANOVA de un factor, se relacionó el nivel de ingresos mensuales de los tres periodos de estudio (2016-2017-2018) con relación a los escenarios antes y después de aplicar TOC (Teoría de Restricciones) con el propósito de realizar una aseveración estadística de los resultados obtenidos. De esta manera, se obtuvo un valor p, menor o igual a 0,05 lo que admite aseverar el criterio de decisión con respecto al caso de estudio (ver tabla 9).

Tabla 9. ANOVA. Estadístico de prueba.

Source	SS	df	MS	F	p-value
Treatment	55.446.958.344,201900	2	27.723.479.172,1010000	3,23	0,05
Error	308.711.740.689,781000	36	8.575.326.130,2717000		
Total	364.158.699.033,983000	38			

En la figura 4. Se establece un diagrama de dispersión, producto del modelo estadístico, donde, se relaciona los periodos de discusión, y se obtiene una correlación lineal de 0,75; es decir, mientras el resultado sea más cercano a uno, existe una relación latente en el estudio.

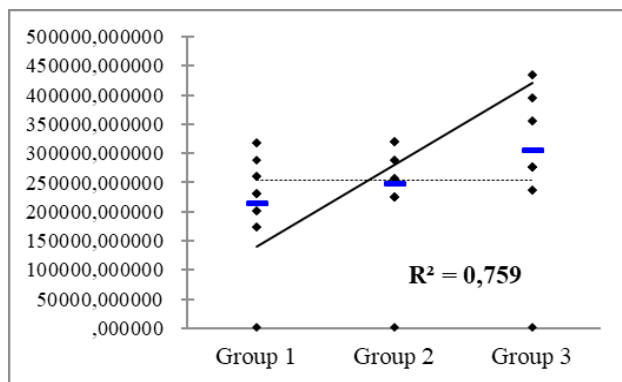


Figura 4. Diagrama de dispersión, relacionado a la hipótesis de discusión.

Con respecto al criterio hipotético señalado al inicio del estudio, se logró afirmar la suposición prevista antes de la investigación, es decir, la aplicación de la Teoría de Restricciones si favorece al desarrollo productivo de las empresas.

En breve, se destaca los principales hallazgos obtenidos luego de realizar un exhaustivo análisis financiero y productivo de la empresa.

Al iniciar el estudio, se estableció la principal restricción detectada en el área de producción, efecto de una política del área de gerencia, lo cual impedía contratar personal necesario para cumplir con las metas de ventas, para aquello, se dio solución a través de la contratación de tres personas, distribuidas en el área de tendido, corte y empaque, puesto que, el principal inconveniente era el retraso en el proceso de tendido lo que ocasionaba demoras de entrega

del producto al cliente.

Con relación, a los tiempos de entrega del producto, se logró mejorar, mediante la optimización de tiempo, lo que generó mayor cumplimiento con la facturación y satisfacción en el cliente. No obstante, se estableció el tiempo que se optimiza en una jornada laboral, con referencia a los ciclos de estudio (ver tabla 6).

Conforme a los indicadores operativos, se estableció el sistema tróput, que hace énfasis a la velocidad que la empresa obtiene dinero con respecto a sus ventas, por otra parte, mediante los indicadores estratégicos, se visualiza que los bóxeres de microfibra producen mayor utilidad a la organización, no obstante, la empresa obtiene un retorno sobre la inversión del 19% cada mes, lo que significa que la empresa tiene un desempeño favorable en la actualidad.

Se logró realizar una aseveración al criterio hipotético del estudio, mediante el modelo estadístico ANOVA, es decir, los cambios económicos en los ingresos, ocurridos luego de implementar TOC (teoría de restricciones) son evidentes, debido que, generan optimización de recursos (tiempo y dinero) a la empresa e incrementan sus ingresos en ventas de manera mensual.

Para culminar, las empresas confeccionistas de productos textiles de la provincia de Tungurahua desconocen de la teoría de restricciones, para lo cual, esta investigación abre la perspectiva de análisis a dichas organizaciones, con el propósito de que adopten el modelo, y así, aumentar sus ingresos y obtener un incremento productivo. De esta manera, aportar al desarrollo empresarial y disminuir el desempleo.



## 5. Referencias bibliográficas

- Almeida, C. (2015). Aplicación de la teoría de las restricciones a una empresa de caucho. Carlos Almeida. Universidad Central del Ecuador. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Fuentes, S., Del Solar, E., Samillán, J., & Vázquez, L. (2014). Reducción del tiempo de producción en la etapa de hilandería de la empresa textil S. A. mediante la Teoría de Restricciones (TOC), en la ciudad de Chiclayo, Lambayeque-Perú. *Revista de La Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*, 7(1), 3–10.
- Grimaldo-León, G., & Silva-Rodríguez, J. (2014). Análisis de métodos y tiempos: empresa textil Stand Deportivo. III+3 - Investigación, Innovación e Ingeniería, 2(1), 120–139. <https://doi.org/10.24267/23462329.77>
- Guerrero, J. (2019). El Lean Manufacturing y la competitividad dentro del sector textil del Cantón de Ambato. Universidad Técnica de Ambato.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Lucio, P. B. (2014). Metodología de la Investigación. (M. Toledo, Ed.), *Animal Genetics* (Sexta). México D.f.: McGraw Hill.
- INEC. (2012). Infoeconomía - Análisis sectorial. Boletín de estadísticas.
- Jaramillo, D., & Lloret, A. (2017). Plan de Implementación de la Teoría de las Restricciones en el proceso de producción de tejidos de punto en la empresa S.J. Jersey Ecuatoriano C.A. Universidad de las Américas (UDLA). Retrieved from <https://historia1imagen.files.wordpress.com/2013/10/tesis-monica-aravena-y-nicolle-reyes.pdf>
- Juiña, L., Cabrera, V., & Reina, S. (2017). Aplicación de la teoría de restricciones en la implementación de un Sistema de Manufactura CAD-CAM en la industria Metalmecánica-Plástica. Enfoque UTE, 8(3), 56. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n3.167>
- Kim, S., Jane, V., & Davies, J. (2008). The theory of constraints thinking processes: Retrospect and prospect. *International Journal of Operations and Production Management*, 28(2), 155–184. <https://doi.org/10.1108/01443570810846883>
- Marín, W., & Gutierrez, E. (2013). Desarrollo e implementación de Teoría de Restricciones para sincronizar las operaciones en la cadena de suministro. *Revista EIA*, 10(19), 67–77.
- Ortiz, M. (2013). Theory of constraints and LP modeling as strategic decision tools for productivity increasing in the towel line of a textile-confection sector company. *Prospectiva*, 11(1), 21–29. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4697675&info=resumen&idioma=ENG>
- Parra, F., Ballesteros, L., & González, L. (2017). Sistema de costes contables a partir del estudio de tiempos y movimientos en PYMES de la provincia de Tungurahua: caso de estudio “Sector Calzado.” *Revista Publicando*, 3(12), 111–115.
- Pavlica, R. (2013). Implementación del modelo de teoría de restricciones para generar el manejo eficiente de inventarios y su impacto en la mejora de costos financieros en la empresa Distribuidor Ferretero. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Penagos-Vargas, J. W., Acuña-Guerrero, M. B., & Galvis-Crespo, L. L. (2017). Teoría de Restricciones Aplicada a Empresas Manufactureras y de Servicios. *Ingeniare*, 7(12), 79–86. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.12.636>
- Pisco, R. (2013). Análisis y Planteamiento de Mejoras de una Planta de Producción de Materiales de Aceros Laminados

- Aplicando Teoría de las Restricciones (TOC). Universidad Superior Politécnica del Litoral.
- Popper, K. R. (2015). La lógica de la investigación científica. (E. T. S.A., Ed.), Madrid (Segunda Ed, Vol. 29). Londres: HUTCHINSON & Co. LTD. Retrieved from <http://psikolibro.blogspot.com>
- Rahman, S. ur. (2014). Theory of constraints: A review of the philosophy and its applications. *International Journal of Operations and Production Management*, 18(4), 336–355. <https://doi.org/10.1108/01443579810199720>
- Reyes, J., Altamirano, I., Aldás, D., Morales, L., & Reyes, C. (2017). Modelo de planeación y programación de la producción para el troquelado de cuero en la industria de calzado. *Revista Ingeniería Industrial*, 16(3), 233–249.
- Rivero, P., & Rivas, J. (2013). Optimización de la productividad en la Industria , para lograr rentabilidad y competitividad. *Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 10, 1–23.
- Solis, R., & Chávez, O. (2010). Teoría de las restricciones aplicada a la empresa fundiciones y trabajos técnicos. Universidad de Cuenca.
- Tejada, N., Gisbert, V., & Pérez, A. (2018). Metodología De Estudio De Tiempo Y Movimiento; Introducción Al GSD. *3C Empresa: Investigación y Pensamiento Crítico*, 6(5), 39–49. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.39-49>
- Tulasi, C. H. L., & Rao, A. R. (2014). Review on theory of constraints. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 3(1), 334–344. Retrieved from <http://www.e-ijaet.org/media/3817-IJAET0703704-Review-on-theory-of-constraints.pdf>
- Vettorazzo, D. (2017). Maximización de ganancias a través de la mezcla de productos en PyMES. Universidad Nacional de Luján.