

**CUADROS DE MANDO PARA LA VISUALIZACIÓN DE
INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN UNA
EMPRESA TEXTIL.**

Sitio Web:

<https://cuadrodemandodeindicadoresdecalidadyproductividadtextiles.shinyapps.io/Tesis/>

Carlos Eduardo Gutiérrez Franco^{1 a}, Duván Felipe González Castrillón^{2 a}.

Jaime Andrés Gutiérrez Monsalve. Msc. PhD(e) ^{1 b}.

^a *Estudiante de Ingeniería Industrial, Universidad Católica de Oriente, Rionegro – Antioquia.*

^b *Profesor, Asesor del Proyecto de Grado, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Católica de Oriente, Rionegro-Antioquia.*

Semillero de Investigación de Operaciones y Estadística (SIMIO)

Resumen.

Un cuadro de mando o Balanced Score Card (BSC) es un aplicativo de visualización que muestra de manera ágil indicadores de productividad y calidad necesarios para la toma de decisiones estratégicas. Esta herramienta puede ser funcionalizada, por medio de páginas web que permiten comprender la información de manera rápida e intuitiva y en tiempo real. El desarrollo de estos BSC requiere del uso de algoritmos, de minería de datos, estadística y el uso de software especializado como R. Muchas empresas textiles, como la analizada en este artículo, presentan dificultades relacionadas con el incumplimiento del indicador de la No Calidad representada en los constantes metros de tela que salen de tipo B (segundas), lo que a su vez genera pérdida de productividad y gran cantidad de material para reproceso sin que se conozcan las verdaderas causas. Por otro lado, la empresa textil carece de un sistema estadístico eficiente e integrado que permita visualizar los indicadores de calidad y productividad en tiempo real. En este artículo se diagnosticó las etapas del proceso de producción textil, a partir del diseño del diagrama de flujo de proceso, se identificaron las etapas críticas de control de calidad y se diseñaron las medidas críticas de control a partir de una metodología de indicadores KPI's (Key Performance Indicators). Seguidamente se construyó un BSC en entorno web que da cuenta de todos los indicadores de calidad y productividad desarrollados. Dicho cuadro de mando puede ser consultado en este link (<https://cuadrodemandodeindicadoresdecalidadyproductividadtextiles.shinyapps.io/Tesis/>). Por último, se logró mostrar la viabilidad y factibilidad del desarrollo web, donde la Tasa Interna de Retorno (TIR) fue de 79% anual, el Valor Actual Neto (VAN) fue de (\$267.651.305,84) y el Beneficio anual uniforme equivalente (BAUE) fue de (\$58.883.287,28.). Los resultados de este trabajo de investigación pueden ser implementados en otras empresas textiles con el fin de mejorar la calidad y la productividad de los procesos, a partir de la visualización en tiempo real de los indicadores claves de proceso.

Palabras clave: balanced score card, cuadro de mando de control, indicadores críticos de control, etapas críticas de control de calidad, mejoramiento continuo.

Introducción.

En las empresas de producción textil, uno de los problemas más importantes se relaciona con el incumplimiento del indicador de la No calidad; dichas dificultades están representadas en la cantidad de metros de tela que salen de tipo B (segundas), pérdidas de la productividad y gran cantidad de material para reproceso (RedCapacitación, n.d.).

El mercado textil en Colombia se ha mantenido con una producción decreciente en el tiempo. En la Figura 1 se muestra la evolución de la producción de hilaturas, en porcentaje, tomando como base el año inmediatamente anterior. En dicha Figura 1 se observa que entre el 2015 y el 2017 se han presentado disminuciones significativas en la producción, pero entre 2017 y 2018 hubo un aumento del 2.6%. Por otra parte, en la Figura 2 se evidencia como la venta de hilaturas para los años 2015, 2016 y 2017 tuvo una merma porcentual significativa en las ventas, pero un aumento entre 2017 y 2018. Por su parte en la Figura 3 se puede observar como la industria textil año tras año ha venido facturando en menor porcentaje, a excepción de los años 2017 y 2018 donde ha mostrado un aumento que no puede considerarse una tendencia al alza (Inexmoda, 2020).

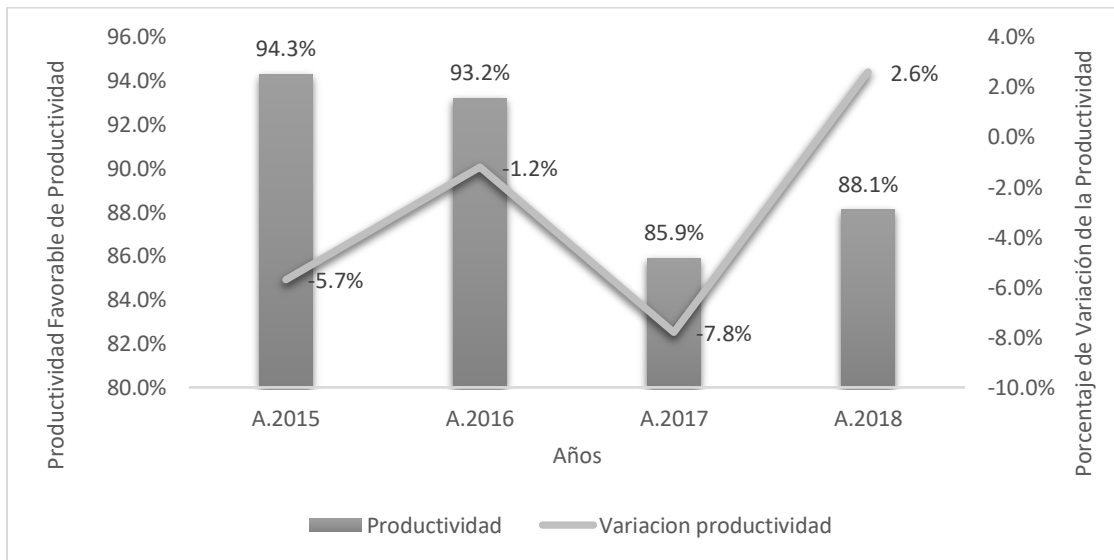


Figura 1. Índice de Producción de Hilatura, Tejeduría y Acabado de Productos Textiles (Inexmoda, 2020). Las etiquetas sobre de las barras indican los niveles de productividad relativa en cada uno de los años, Los números dentro de las barras indican la variación en la productividad respecto al año inmediatamente anterior.

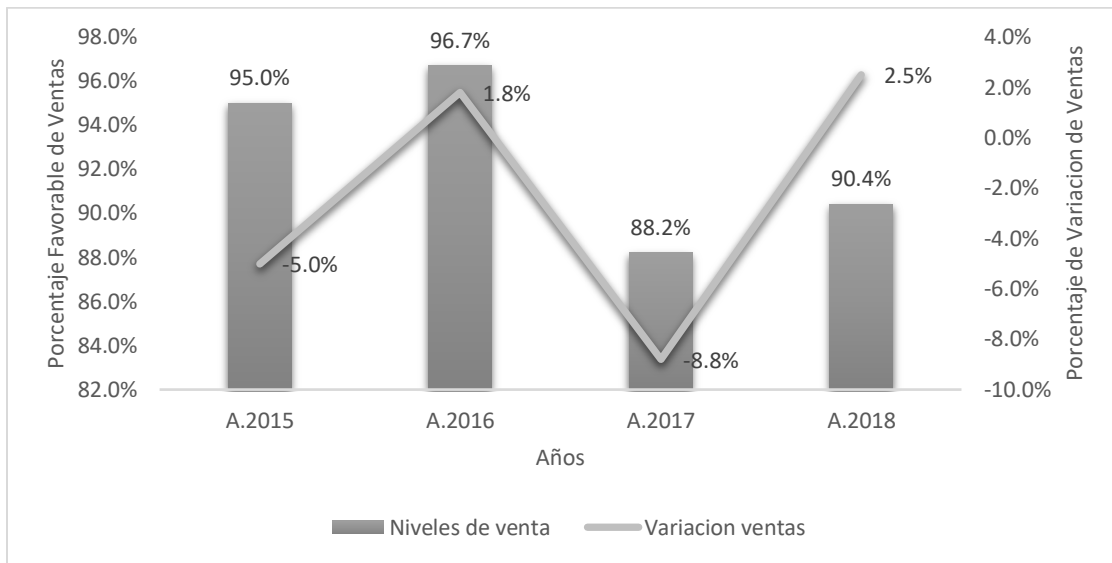


Figura 2. Índice de Venta de Hilatura, Tejeduría y Acabado de Productos Textiles (Inexmoda, 2020). Las etiquetas sobre de las barras indican los niveles de venta relativa en cada uno de los años, Los números dentro de las barras indican la variación en las ventas respecto al año inmediatamente anterior.

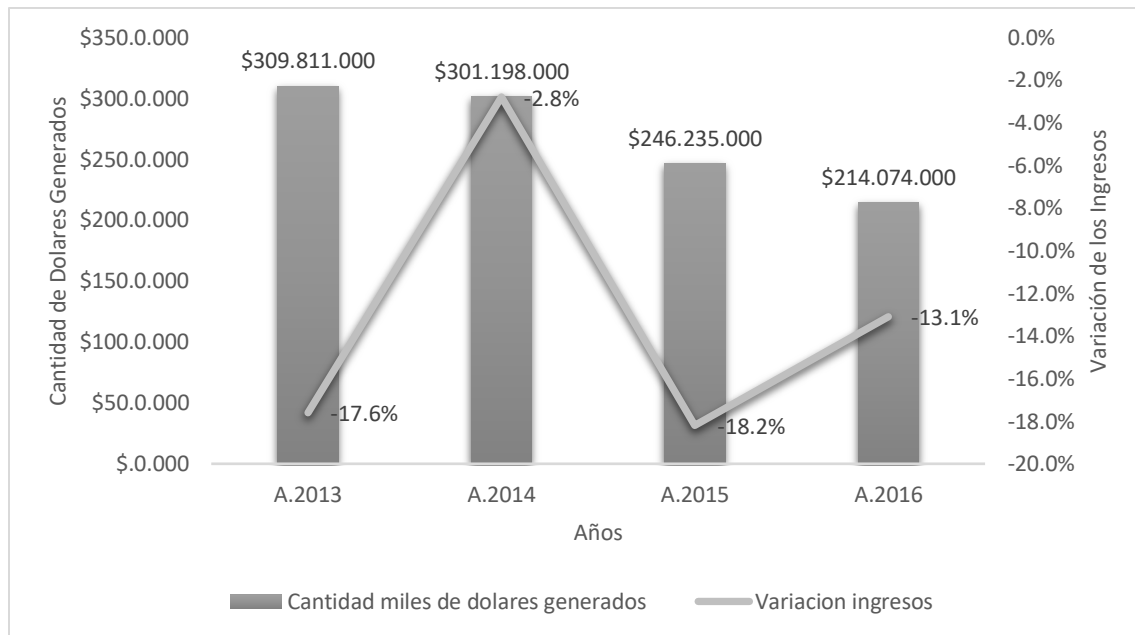


Figura 3. Exportación Productos Textiles y Materias Primas (Inexmoda, 2020). Las etiquetas sobre de las barras indican la cantidad de dólares generados por parte de la industria textil en cada uno de los años, Los números dentro de las barras indican la variación en los ingresos respecto al año inmediatamente anterior.

Para Colombia que ha sido un país tradicionalmente exportador y productor de textiles, estas cifras preocupan, por lo que una de las alternativas que se plantea para incrementar los índices de

producción y venta de hilaturas, ser competitivos en el mercado internacional, así como mejorar la calidad y optimizar los procesos es el desarrollo de cuadros de mando de control o Balanced Score Card (BSC). El BSC es un enfoque promovido por académicos y consultores e implementado en grandes empresas, desde principios de la década de 1990. Permite la visualización de los indicadores claves del proceso, para garantizar el equilibrio entre los objetivos a corto y largo plazo, y el estado financiero y no financiero, indicadores rezagados e impulsores del desempeño (indicadores principales) y, entre la perspectiva interna y externa de la empresa. Igualmente, permiten traducir la complejidad operativa y estratégica de la organización en gráficas y estadísticas manejables con el fin de comunicar los objetivos, resultados y la estrategias entre un gran número de colaboradores y niveles jerárquicos para la toma de decisiones (Norton & Kaplan, 1996).

El trabajo presentado por Gotelli y Ellison en 2015 es un ejemplo de aplicación de cuadros de mandos para el cálculo de estimadores. Con ésta herramienta disponible en la página web <http://dashboard.natureserve.org/faq-page> se evidencia la aplicación de estimadores de conservación y biodiversidad en diferentes regiones del planeta, estas metodologías pueden ser aplicadas al desarrollo de aplicativos web que permitan la visualización completa de indicadores organizacionales y empresariales (Lau et al., 2017). Además, Bonnefoy, 2005 reporta que los cuadros de mando unificados permiten un cambio cultural en lo relacionado a la información y su análisis (Bonnefoy, 2005).

A su vez Rivero Ríos y Vera Príncipe en el año 2016 a través de las 4 perspectivas del BSC identificaron indicadores primarios y de segundo nivel, los cuales permitieron un control más minucioso de la rentabilidad, por cada objetivo propuesto por la dirección. Al observar el comportamiento histórico lograron predecir los ingresos, para el 2016, con tres escenarios diferentes, estimando rentabilidades que variaron entre un 3.8 % y un 15%, dando cumplimiento a las metas de los indicadores propuestos y tranquilidad a la dirección (Rivero Ríos & Vera Príncipe, 2016).

Mediante la metodología del BSC y cuadro de mando de control, como una herramienta de gestión, Henry Alarco en el 2014 realizo una investigación para mejorar el proceso de planificación de las empresas prestadoras de saneamiento. El autor concluyó, que un correcto proceso de planificación apoyado del BSC posibilita mejorar los resultados de las empresas, con el óptimo uso de recursos y la toma de decisiones oportunas. Para lograr esto, el desarrollo del BSC fue un elemento decisivo para el crecimiento de la empresa, el cumplimiento de las metas establecidas, controlar y evaluar cada uno de los indicadores, tomando las medidas necesarias para el logro de los objetivos (Basaldua, 2014).

Lewis Charles Quintero y Licet María Osorio analizaron la pertinencia del BSC en empresas en estado de crisis. Mediante una exploración documental, que posibilitó la comprensión de oportunidades que brinda esta herramienta para la gestión organizacional, los autores concluyeron que la implementación de un BSC o cuadro de mando unificado tiene un efecto positivo y necesario dentro de las empresas en crisis, constituye una solución para conocer mejor la compañía y lograr, de esta manera, la estructuración de las redes de comunicación, permitiendo generar la unión de los diversos departamentos de la empresa (Quintero-Beltrán & Osorio-Morales, 2018).

En una empresa importante y de gran trayectoria del sector textil colombiano, los altos porcentajes de No calidad reportados en los años 2015, 2016 y 2017 (3.43 %, 4.63 % y 4.2 % respectivamente)

han ocasionado pérdidas económicas importantes, ya que la meta de No calidad fue establecida por la dirección en máximo un 3%. Se observa que en esta empresa aún no se contaba con una herramienta que permita la visualización interactiva de los indicadores de la No calidad y por tanto se dificultaba la toma de decisiones estratégicas y directivas, para mejorar la calidad del proceso. Igualmente, aún no se podían identificar las causas que generaban el no cumplimiento de las metas de calidad, en cada área, ni se había podido establecer el aporte a la No calidad, por cada una de las etapas que intervienen en el proceso textil, porque para la empresa era difícil y costoso poder hacer seguimiento mes a mes de los indicadores de calidad. Por último, las políticas y estrategias de mejoramiento continuo no han tenido el efecto esperado en el mejoramiento de la calidad del proceso productivo textil, en parte porque no se cuenta con un sistema que permita la visualización en tiempo real de indicadores de calidad y productividad.

Es por ello por lo que se hace necesario realizar la identificación de los factores y las variables que explican la No calidad en el proceso de producción textil a partir del desarrollo de un BSC.

Atendiendo a lo anterior, en este trabajo de investigación, se desarrolló un cuadro de mando integral (BSC) en un entorno web para reportar los indicadores de No calidad, de una importante empresa textil colombiana. Para ello se construyó un diagrama de flujo de las etapas del proceso de producción textil, se definieron los principales indicadores de No calidad y por último se desarrolló un aplicativo en R Shiny para la correcta visualización de indicadores, el cuál al alimentarse a la base de datos de la empresa generará reportes en tiempo real. Por último, se hizo un análisis de la viabilidad económica basados en el cálculo del flujo de caja del proyecto en un horizonte de cinco años e indicadores de valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), valor presente anual equivalente (BAUE) y la rentabilidad.

Materiales y Métodos.

Para diseñar los indicadores de calidad y el cuadro de mando integral en un entorno web (BSC) se implementó un diseño observacional con un enfoque cuantitativo y descriptivo. Se describieron los factores, las etapas, características y variables que afectan la No calidad y la productividad de una empresa textil reconocida en Colombia. Con el fin de publicar de la mejor manera los resultados estadísticos de calidad, se implementó un cuadro de mando para alinear los indicadores de gestión con las diversas áreas funcionales y sus responsables, basado en una visualización clara del comportamiento real de la compañía mediante gráficas y tablas descriptivas de las operaciones. Para este trabajo de grado solamente se reportan datos hasta el 2017 con el fin de guardar la confidencialidad de los datos de la empresa (Murdock & Murdock, 2018).

A continuación, se esboza la metodología utilizada para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos del trabajo presentado.

Diagnóstico inicial del proceso textil.

Para el diagnóstico inicial de la empresa textil, se construyó el diagrama de flujo de proceso identificando cada una de las etapas, los equipos y el personal responsable de cada una de ellas. La información obtenida para la construcción del diagrama de flujo, así como las variables y los factores que afectan tanto los productos como los procesos fue proporcionada por la empresa y dispuesta en

un servidor bajo una consulta SQL-server. Con la información suministrada se calcularon los indicadores de calidad y se construyó el diagrama de flujo del proceso.

El diagrama de flujo fue validado a partir de diferentes visitas a la empresa y subsecuentes reuniones con personal directivo. Con el diagrama de flujo del proceso, se conoció integralmente el proceso textil realizado por la empresa y se pudo gestionar y asignar responsables para el control de los indicadores de calidad y productividad desarrollados.

Realización de las fichas de indicadores de calidad y productividad en la empresa textil.

Para la realización de las fichas de indicadores destinadas a la empresa textil, se utilizó el procedimiento fundamental de los indicadores claves de proceso (KPI's), los cuáles indagan sobre las siguientes preguntas fundamentales (RedCapacitación, n.d.).

- ¿Qué se puede medir?
- ¿Por qué se mide este dato en específico?
- ¿Realiza el seguimiento de los resultados de alguno de los objetivos?
- ¿Es un factor clave para el estudio?
- ¿Con que frecuencia es conveniente supervisarlos?

Basados en los más de 17'.000.000 de datos suministrados por la empresa y sus prioridades en áreas específicas (Figura 4), se determinó la necesidad de implementar los indicadores de la no calidad, con el fin de medir el desempeño en las etapas y los indicadores claves de control. Adicionalmente se estipula que el seguimiento de los indicadores de calidad deberá ser permanente, para que genere consultas diarias, mensuales y anuales que permitan la toma de decisiones. A todos los KPI's identificados se les construyó su ficha con el fin de garantizar su permanencia en el tiempo, metodología y asegurar su seguimiento, gestión y sostenibilidad.

Construcción del cuadro de mando de control.

Una vez definido el flujograma de proceso y los indicadores de calidad y productividad críticos del proceso de producción textil se procede a la construcción del cuadro de mando (BSC). Para ello, se realizó un análisis de minería de datos, se eliminaron e imputaron datos faltantes, se diseñaron filtros y matrices que permitieran una arquitectura de datos (meta-data) apropiada. Todo el procesamiento de la base de datos se hizo con el software estadístico R. A partir de la minería de datos, se crearon gráficos, tablas, medidas y semáforos para las variables cualitativas y cuantitativas, todas estas, permitieron analizar de la forma más adecuada cada una de las variables que fueron identificadas. Con la utilización de los paquetes redr, googleVis, plotly, data.table, ggplot2, stats, shiny, shinydashboard, rconnect, graphics, raster, imager, png y jpeg se construyó la interfaz para los indicadores de calidad y productividad adecuados (RStudio, 2014).

El script desarrollado fue alojado para su validación en un sitio de shiny, para luego ser funcionalizado en el servidor BigData de la UCO.

Para la validación de los indicadores y las métricas que fueron publicadas en el BSC, los resultados se cotejaron con los informes de calidad presentados a mano y con anterioridad en la empresa textil. Si los valores concordaban, se procedería a crear las gráficas necesarias y correspondientes a cada área y a cada uno de los indicadores que se deseaban analizar. Todas las gráficas y tablas presentados permitieron la visualización en tiempo real de los indicadores de la compañía de forma cómoda y personalizables, facilitando la lectura y comprensión de estos.

Viabilidad económica de la propuesta presentada

Con el ánimo de poder determinar la viabilidad económica de la propuesta desarrollada, se realizó un análisis financiero para la creación de una empresa de cuadros de mando similares a los presentados en este trabajo. En este análisis se tuvo en cuenta el flujo de caja proyectado a cinco años, así como indicadores financieros tales como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la rentabilidad de la empresa en un horizonte de 5 años. (Van Horne & Wachowicz, 2010).

Para el desarrollo de la empresa, se realizó un análisis de los posibles competidores y las oportunidades que se tienen para desarrollar la propuesta en el Oriente Antioqueño-Colombia. En la propuesta económica también se incluyeron los impuestos, los gastos y los costos mediante un modelo de análisis de precios unitarios (APU), sin dejar de lado como debían posicionarse estos en el flujo de caja según el presupuesto o precio final.

Resultados y análisis.

A continuación, se presenta una descripción de los principales resultados obtenidos partiendo de los objetivos planteados en este trabajo de grado con la respectiva discusión de resultados.

Diagrama de flujo del proceso de la empresa textil

Tras lograr la obtención de la información necesaria sobre el comportamiento de los factores que afectan tanto la calidad como la producción de la empresa, se logró identificar el proceder y el actuar de cada una de las etapas críticas del proceso. El diagrama de flujo, el organigrama y las tablas de indicadores, permitieron identificar, representar y comprender las interacciones de todas las etapas involucradas.

En la Figura 4 y las Tablas 1 y 2 se muestra el diagrama de flujo y la lista de corrientes del proceso de producción textil.

La empresa textil objeto de estudio cuenta con dos líneas de proceso, la línea de tejido plano y la línea de tejido de punto, ambas tienen el mismo número de operaciones y sus actividades son poco diferenciadas. Dichas operaciones están contempladas en cada una de las nueve áreas que se muestran en el BSC. El proceso textil realizado por la empresa se divide en ocho o nueve etapas si el pedido requiere de un estampado; a continuación, se describen cada una de las etapas del proceso cuyo esquema se presenta en la Figura 4.

En la etapa 1 de recepción de materia prima, el algodón llega en pacas a la empresa, las cuales son registradas en su inventario y almacenadas, estas pacas provienen de diferentes países con diferentes características de calidad, las cuáles son controladas al ingreso de la bodega.

Seguido de este, en la etapa 2 de urdido, las pacas de algodón son homogenizadas por una máquina llamada Blendomat, la cual se encarga de tomar capas de algodón de las diferentes pacas y rollos que llegan a la empresa para mezclarlas. En este mismo proceso la máquina se encarga de eliminar gran parte de las impurezas que trae el algodón desde su lugar de origen.

Para la etapa 3 del proceso, se realiza el cardado, el cual consiste en una limpieza del algodón retirando las impurezas más pequeñas, se realiza el peinado de la fibra con el fin de elaborar la cinta

textil que luego es almacenada y enviada a las envolvedoras para obtener los pabilos de hilo que darán continuidad al proceso productivo.

En la etapa 4 de este proceso, los pabilos de hilo alimentan las hiladoras de anillo, las cuales se encargan de juntar el hilo con un elastómero para mejorar sus propiedades físicas, otorgando resistencia y elasticidad. Paralelamente a esta actividad, se realiza el soplado y aspirado de los hilos para eliminar cualquier impureza que afecte la calidad del producto. Por último, el hilo es depositado en un paquete donde por medio de una máquina se realiza las correcciones de grosor. Seguido de este, se realiza el urdido, donde se toman los paquetes de hilo o conos y se unen por medio de maquinaria en un cilindro de un metro de diámetro por dos de largo. Luego este cilindro es transportado por un montacarga hasta la siguiente máquina, para su lavado.

Posterior al proceso de urdido, en la etapa 5, el cilindro de hilo pasa al área de tejeduría, en donde se cuenta con unos 150 telares de última tecnología y se transforma el hilo para ser utilizado por el proceso de acabados.

En el área de tintorería, durante la etapa 6, se da el proceso de teñido de hilos, el cual, es solo para la línea de tejido plano, pues en la línea de tejido de punto el teñido se realiza sobre la tela confeccionada. Cabe resaltar que el teñido se realiza por un proceso de oxidación en calderas, en donde se da la reducción por calor.

En el área de acabado y lavado, se realiza la etapa 7 del proceso, la cual consiste en pasar las telas por unos cilindros de grandes dimensiones, eliminando así la goma sobrante que trae el hilo. Adicionalmente se realiza un tostado de la superficie para eliminar las lanas generadas en la tejeduría. De este proceso salen los rollos de tela finalizados con un peso máximo de 55 kg. Por su parte, el lavado que se realiza solo para teñido de la línea de tejido de punto, allí llegan las telas luego del teñido por agotamiento. Esta operación se realiza con el fin de eliminar los excesos de tinta que se encuentren sobre la superficie de las telas.

En la etapa final, representada por el área de clasificación final, llegan los rollos de tela de las dos líneas de producción para darle una revisión final, clasificándola en calidad A y calidad B, con base en criterios de defectuosidad, de manera visual. Una vez finalizado este proceso de clasificación, se procede a realizar un conteo por lote y cada rollo se empaca para ser almacenado y distribuido a los clientes.

La variable crítica de control identificada en la realización de este estudio fue la cantidad de metros de tela en calidad B generados, al igual que la cantidad de metros totales de calidad B generados en la totalidad de cada área según el total de metros producidos por la mismas; este indicador se debe calcular y gestionar con una frecuencia mensual y anual. Los puntos de control fueron tomados a lo largo de todas las etapas del proceso y se encuentran indicados en los rombos de la Figura 4.

Otros de los indicadores de control identificados en el flujograma de la empresa fueron calculados a partir de la cantidad de metros de calidad B que se generan en cada área, comparándolo con la cantidad total de metros de tela que se producen en la misma. Este indicador fue tomado en cada una de las etapas del proceso debido a que es un indicador crítico, a la hora de tomar decisiones para mejorar la calidad y la productividad de este.

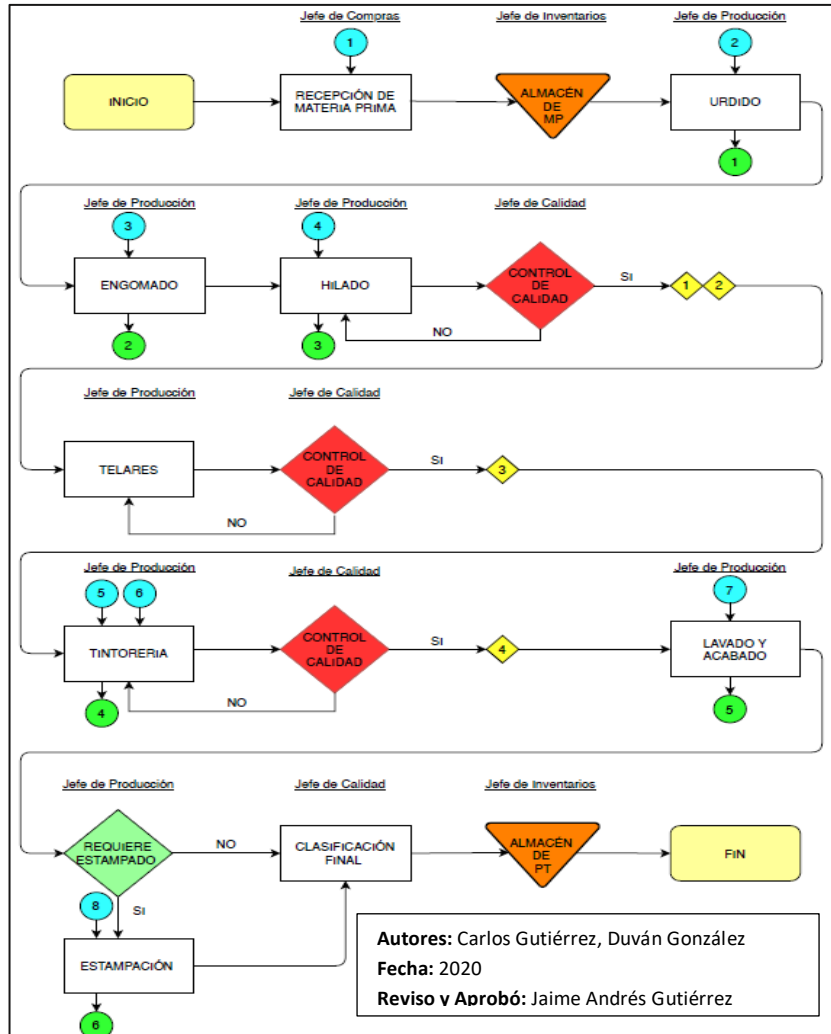


Tabla 1. Entradas y salidas de cada proceso.

Proceso		Entradas	Salidas
1	Hilo	-----	-----
2	Conos	1	Conos de Hilo
3	Celulosa, Fécula o Almidón	2	Queso o Tambor de Hilo Engomado
4	Carrete de Acero o Madera	3	Carrete de Hilo (1000mm X 2000mm)
5	Tintes	4	Tela Teñida
6	Disolventes	4	Tela Terminada
7	Agua	5	Tela Terminada
8	Tinta, Fotolitos, Moldes o Papel (según el tipo de estampado, tipo de tela o de diseño)	6	Tela Estampada

Figura 4 Diagrama de flujo de proceso.

Con respecto a la Tabla 2, se utilizará la forma general o fundamental de buscar un indicador cuantitativo, en este caso se calculará la cantidad de metros generados de calidad B con respecto a la cantidad de metros totales generada en el área a analizar. La siguiente formula expresa el indicador crítico de control:

$$I = \frac{\text{Metros producidos de calidad B}}{\text{Total de metros producidos en cada área} * \text{unidad de tiempo}}$$

Este indicador de porcentaje de tela con calidad B es el indicador clave de calidad para diseñar los correctivos y planes de mejora necesarios.

Tabla 2. Controles de calidad en los puntos críticos y áreas del proceso.

Área	Control de Calidad	Indicador	Metodología
Control de Calidad en Acabados	1	Porcentaje De calidad B generada por el área de Acabados	(Cantidad de metros de calidad B de Acabados*100) / (total de metros generados por el área)
Control de Calidad en Clasificación Final	2	Porcentaje De calidad B generada por el área de Clasificación Final	(Cantidad de metros de calidad B de Clasificación Final*100) / (total de metros generados por el área)
Control de Calidad en Crudos	3	Porcentaje De calidad B generada por el área de Crudos	(Cantidad de metros de calidad B de Crudos*100) / (total de metros generados por el área)
Control de Calidad en Estampación	4	Porcentaje De calidad B generada por el área de Estampación	(Cantidad de metros de calidad B de Estampación*100) / (total de metros generados por el área)
Control de Calidad en Hilados	5	Porcentaje De calidad B generada por el área de Hilados	(Cantidad de metros de calidad B de Hilados*100) / (total de metros de calidad B generados por la empresa)
Control de Calidad en Materia Prima	6	Porcentaje De calidad B generada por el área de Materia Prima	(Cantidad de metros de calidad B de Materia Prima*100) / (total de metros generados por el área)
Control de Calidad en Telares	7	Porcentaje De calidad B generada por el área de Telares	(Cantidad de metros de calidad B de Telares*100) / (total de metros generados por el área)
Control de Calidad en Teñido de Hilos	8	Porcentaje De calidad B generada por el área de Teñido de Hilos	(Cantidad de metros de calidad B de Teñido de Hilos*100) / (total de metros generados por el área)
Control de Calidad en Tintorería	9	Porcentaje De calidad B generada por el área de tintorería	(Cantidad de metros de calidad B de tintorería*100) / (total de metros generados por el área)

Tras integrar cada uno de estos puntos de control con las necesidades de la empresa textil, se lograron realizar las fichas de indicadores necesarias que permitieron conocer el comportamiento real de la compañía, identificando así, los verdaderos rangos de operatividad en los que debían moverse las variables que afectan cada uno de los procesos. Las fichas de indicadores para el control de los puntos críticos de la no calidad se presentan en las Tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12; donde se describen los conceptos técnicos para el manejo, interpretación y cálculo del indicador. A manera de discusión, los autores Diaz Curbelo y Marrero Delgado en el año 2014, en concordancia con la construcción y validación del diagrama de flujo, propusieron un procedimiento basado en el Modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference Model) (Curbelo & Delgado, 2014), en el cual vinculan los objetivos del negocio con las operaciones y los indicadores claves del proceso. Este ejercicio, logró modificar y adecuar las necesidades identificadas en la empresa textil, permitiendo la gestión integral y la mejora continua del sistema productivo textil. La integración entre todos los procesos y actividades que conforman el proceso logístico y productivo con indicadores (KPI'S) como los desarrollados en este trabajo de investigación facilitó la toma de decisiones y el logro exitoso de las estrategias de la empresa.

Con lo anterior se hace referencia a Norton & Kaplan, 1996, quienes a partir de la identificación de los flujos y nodos de proceso lograron traducir la complejidad operativa y estratégica en indicadores financieros y no financieros así como la productividad. De esta manera lograron construir y gestionar indicadores manejables, con miras a comunicar objetivos, resultados y estrategias entre un gran número de colaboradores y niveles jerárquicos.

De igual forma, el trabajo presentado por Gotelli y Ellison, 2015 es un ejemplo de aplicación de cuadros de mandos, para el cálculo de estimadores. Estos autores utilizaron indicadores ambientales para estimar los índices de conservación y biodiversidad en diferentes regiones del planeta a partir de una visualización en cuadro de mando con indicadores claves de proceso (KPI's) (Lau et al., 2017).

Tabla 3. Ficha de indicador 1:

“Porcentaje de calidad B generada por el área de acabados”.

Control de Calidad 1	
Concepto	Definición
NOMBRE	Porcentaje de calidad B generada por el área de acabados
OBJETIVO	Determinar el índice de participación del área de acabados en la generación de la no calidad de la empresa, permitiendo el enfoque directo sobre los factores más críticos, para la toma de medidas correctivas y lograr el cumplimiento de las metas de esta área.
METODOLOGIA	$(\# \text{ de metros de calidad B de acabados} * 100) / (\text{total de metros de calidad B generados por la empresa})$
UNIDADES	Porcentaje
META	Máximo 4%
PERIODO DE ANALISIS	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de calidad
SERVER O SQL	Proporcionados por la empresa

Tabla 4. Ficha de indicador 2:

“Porcentaje de calidad B generada por el área de Clasificación Final”.

Control de Calidad 2	
Concepto	Definición
NOMBRE	Porcentaje de calidad B generada por el área de Clasificación Final
OBJETIVO	Determinar el índice de participación del área de Clasificación Final en la generación de la no calidad de la empresa, permitiendo el enfoque directo sobre los factores más críticos, para la toma de medidas correctivas y lograr el cumplimiento de las metas de esta área.
METODOLOGIA	$(\# \text{ de metros de calidad B de Clasificación Final} * 100) / (\text{total de metros de calidad B generados por la empresa})$
UNIDADES	Porcentaje
META	Máximo 4%
PERIODO DE ANALISIS	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de calidad
SERVER O SQL	Proporcionados por la empresa

Tabla 5. Ficha de indicador 3:

“Porcentaje de calidad B generada por el área de Crudos”.

Control de Calidad 3	
Concepto	Definición
NOMBRE	Porcentaje de calidad B generada por el área de Crudos
OBJETIVO	Determinar el índice de participación del área de Crudos en la generación de la no calidad de la empresa, permitiendo el enfoque directo sobre los factores más críticos, para la toma de medidas correctivas y lograr el cumplimiento de las metas de esta área.
METODOLOGIA	$(\# \text{ de metros de calidad B de Crudos} * 100) / (\text{total de metros de calidad B generados por la empresa})$
UNIDADES	Porcentaje
META	Máximo 4%
PERIODO DE ANALISIS	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de calidad
SERVER O SQL	Proporcionados por la empresa

Tabla 6. Ficha de indicador 4:

“Porcentaje de calidad B generada por el área de Estampación”.

Control de Calidad 4	
Concepto	Definición
NOMBRE	Porcentaje de calidad B generada por el área de Estampación
OBJETIVO	Determinar el índice de participación del área de Estampación en la generación de la no calidad de la empresa, permitiendo el enfoque directo sobre los factores más críticos, para la toma de medidas correctivas y lograr el cumplimiento de las metas de esta área.
METODOLOGIA	$(\# \text{ de metros de calidad B de Estampación} * 100) / (\text{total de metros de calidad B generados por la empresa})$
UNIDADES	Porcentaje
META	Máximo 4%
PERIODO DE ANALISIS	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de calidad
SERVER O SQL	Proporcionados por la empresa

Tabla 7. Ficha de indicador 5:

“Porcentaje de calidad B generada por el área de Hilados”.

Control de Calidad 5	
Concepto	Definición
NOMBRE	Porcentaje de calidad B generada por el área de Hilados
OBJETIVO	Determinar el índice de participación del área de Hilados en la generación de la no calidad de la empresa, permitiendo el enfoque directo sobre los factores más críticos, para la toma de medidas correctivas y lograr el cumplimiento de las metas de esta área.
METODOLOGIA	$(\# \text{ de metros de calidad B de Hilados} * 100) / (\text{total de metros de calidad B generados por la empresa})$
UNIDADES	Porcentaje
META	Máximo 4%
PERIODO DE ANALISIS	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de calidad
SERVER O SQL	Proporcionados por la empresa

Tabla 8. Ficha de indicador 6:

“Porcentaje de calidad B generada por el área de Materia Prima”.

Control de Calidad 6	
Concepto	Definición
NOMBRE	Porcentaje de calidad B generada por el área de Materia Prima
OBJETIVO	Determinar el índice de participación del área de Materia Prima en la generación de la no calidad de la empresa, permitiendo el enfoque directo sobre los factores más críticos, para la toma de medidas correctivas y lograr el cumplimiento de las metas de esta área.
METODOLOGIA	$(\# \text{ de metros de calidad B de Materia Prima} * 100) / (\text{total de metros de calidad B generados por la empresa})$
UNIDADES	Porcentaje
META	Máximo 4%
PERIODO DE ANALISIS	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de calidad
SERVER O SQL	Proporcionados por la empresa

Tabla 9. Ficha de indicador 7:

“Porcentaje de calidad B generada por el área de Telares”.

Control de Calidad 7	
Concepto	Definición
NOMBRE	Porcentaje de calidad B generada por el área de Telares
OBJETIVO	Determinar el índice de participación del área de Telares en la generación de la no calidad de la empresa, permitiendo el enfoque directo sobre los factores más críticos, para la toma de medidas correctivas y lograr el cumplimiento de las metas de esta área.
METODOLOGIA	$(\# \text{ de metros de calidad B de Telares} * 100) / (\text{total de metros de calidad B generados por la empresa})$
UNIDADES	Porcentaje
META	Máximo 4%
PERIODO DE ANALISIS	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de calidad
SERVER O SQL	Proporcionados por la empresa

Tabla 10. Ficha de indicador 8:

“Porcentaje de calidad B generada por el área de Teñido de Hilos”.

Control de Calidad 8	
Concepto	Definición
NOMBRE	Porcentaje de calidad B generada por el área de Teñido de Hilos
OBJETIVO	Determinar el índice de participación del área de Teñido de Hilos en la generación de la no calidad de la empresa, permitiendo el enfoque directo sobre los factores más críticos, para la toma de medidas correctivas y lograr el cumplimiento de las metas de esta área.
METODOLOGIA	$(\# \text{ de metros de calidad B de Teñido de Hilos} * 100) / (\text{total de metros de calidad B generados por la empresa})$
UNIDADES	Porcentaje
META	Máximo 4%
PERIODO DE ANALISIS	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de calidad
SERVER O SQL	Proporcionados por la empresa

Tabla 11. Ficha de indicador 9:

“Porcentaje de calidad B generada por el área de Tintorería”.

Control de Calidad 9	
Concepto	Definición
NOMBRE	Porcentaje de calidad B generada por el área de Tintorería
OBJETIVO	Determinar el índice de participación del área de Tintorería en la generación de la no calidad de la empresa, permitiendo el enfoque directo sobre los factores más críticos, para la toma de medidas correctivas y lograr el cumplimiento de las metas de esta área.
METODOLOGIA	$(\# \text{ de metros de calidad B de Tintorería} * 100) / (\text{total de metros de calidad B generados por la empresa})$
UNIDADES	Porcentaje
META	Máximo 4%
PERIODO DE ANALISIS	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de calidad
SERVER O SQL	Proporcionados por la empresa

Construcción del cuadro de mando de control.

Antes de la implementación de este cuadro de mando de control (BSC), en la empresa se desconocían las causas que generan el no cumplimiento de las metas de calidad en cada área, esto debido a la carencia de un sistema estadístico eficiente e integrado que permita mostrar la información en tiempo real sobre el comportamiento de la calidad y la productividad, de acuerdo con los indicadores desarrollados. El cuadro de mando desarrollado utilizó dos Script diferentes: en el primero se realizó toda la minería de datos, para obtener las bases de datos que son la fuente de información de las gráficas y estadísticas en el BSC. En el segundo script se construyó toda la visualización del cuadro de mando, así como las gráficas y tablas para la consulta en tiempo real de los indicadores claves de proceso (KPI's). Las gráficas e indicadores mostrados en el BSC permiten tomar decisiones en tiempo real encaminadas a la mejora y estandarización del proceso textil con el objetivo de hacer seguimiento diario, mensual o anual de los indicadores de calidad y productividad de la empresa. A continuación, se describirán en detalle cada uno de los scripts desarrollados en RStudio.

El primero de los Scripts, cuenta con más de 9800 líneas y con este se toma la información obtenida por parte de la empresa y se divide en pequeñas bases de datos que permiten tener toda la información necesaria para la realización de cada una de las gráficas que estarán en el cuadro de mando (Figura 5). En la Figura 5, se puede identificar el formato de la variable temporal A025_FECHA, los factores de discriminación para los años, los meses y el área (Ano_N, Mes_N, Mes_C y A025_AREA). Las variables de respuesta se constituyen por la cantidad de metros producidos, la cantidad de metros en calidad A y la cantidad de metros de calidad B nombrados como A025_CANTIDAD, Calidad_A y Calidad_B respectivamente. En la Figura 6, se puede ver claramente una base de datos construida utilizando un loop o algoritmo programado que permite calcular el porcentaje de calidad A y el porcentaje de calidad B que a su vez alimenta diferentes gráficos y estadísticos en el BSC. Estas bases de datos son el resultado de la minería de datos realizada sobre el sistema de datos central del proceso.

Todas las gráficas que se publicaron en el cuadro de mando utilizan el paquete googleVis, el cual se encuentra disponible sin licencias comerciales. Este paquete además cuenta con 25 tipos de gráficas donde cada una de ellas es modificable y personalizable, de forma que se permita una cómoda visualización y un fácil entendimiento para cada usuario. Con este primer Script, se crearon más de 113 bases de datos que permiten la generación de diferentes gráficas para visualizar tendencias acumuladas mensuales, diarias y anuales de la producción y sus respectivos indicadores de calidad A y calidad B en cada una de las áreas de la empresa.

A025_FECHA	A025_CANTIDAD	Calidad_A	Calidad_B	Ano_N	Mes_N	Mes_C	A025_AREA
28/01/2015	76.99	76.99	NA	2015	1	Enero	Materia Prima
27/02/2015	4.10	NA	4.10	2015	2	Febrero	Materia Prima
28/02/2015	33.03	NA	33.03	2015	2	Febrero	Materia Prima
28/02/2015	32.71	NA	32.71	2015	2	Febrero	Materia Prima
28/02/2015	30.19	NA	30.19	2015	2	Febrero	Materia Prima
28/02/2015	30.16	NA	30.16	2015	2	Febrero	Materia Prima
10/03/2015	14.12	NA	14.12	2015	3	Marzo	Materia Prima
13/03/2015	76.19	76.19	NA	2015	3	Marzo	Materia Prima
19/03/2015	12.77	NA	12.77	2015	3	Marzo	Materia Prima
21/03/2015	16.09	NA	16.09	2015	3	Marzo	Materia Prima
8/04/2015	57.88	NA	57.88	2015	4	Abril	Materia Prima
13/04/2015	59.62	59.62	NA	2015	4	Abril	Materia Prima
13/04/2015	31.86	31.86	NA	2015	4	Abril	Materia Prima
13/04/2015	26.48	26.48	NA	2015	4	Abril	Materia Prima

Figura 5. Base de datos para graficar con sus respectivos formatos.

MESES	METROS CALIDAD A	METROS CALIDAD B	PORCENTAJE CALIDAD A	PORCENTAJE CALIDAD B
Enero	71224.25	3464.43	95.36151	4.638494
Febrero	125840.07	9338.38	93.09181	6.908187
Marzo	109351.38	6857.98	94.09860	5.901401
Abril	111557.73	7086.63	94.02700	5.973002
Mayo	128979.11	7962.74	94.18531	5.814687
Junio	118562.31	9242.56	92.76823	7.231775
Julio	128776.89	8971.31	93.48717	6.512833
Agosto	157963.42	9632.87	94.25234	5.747663
Septiembre	187549.90	13353.14	93.35344	6.646559
Octubre	198918.34	17308.48	91.99522	8.004779
Noviembre	194088.42	13784.80	93.36865	6.631350
Diciembre	120999.86	10834.15	91.78198	8.218024

Figura 6. Base de datos para graficar integrada con loop's o algoritmos.

El segundo Script cuenta con más de 4900 líneas, y a su vez, utiliza las bases de datos generadas en el primero para desarrollar toda la interfaz de visualización de los indicadores de calidad y productividad de la empresa textil. En este se crean el encabezado, la barra de navegación y el cuerpo de la página web, igualmente toda la interfaz de navegación y el sitio donde se aloja. En la Figura 7 se muestra el desarrollo de este Script.

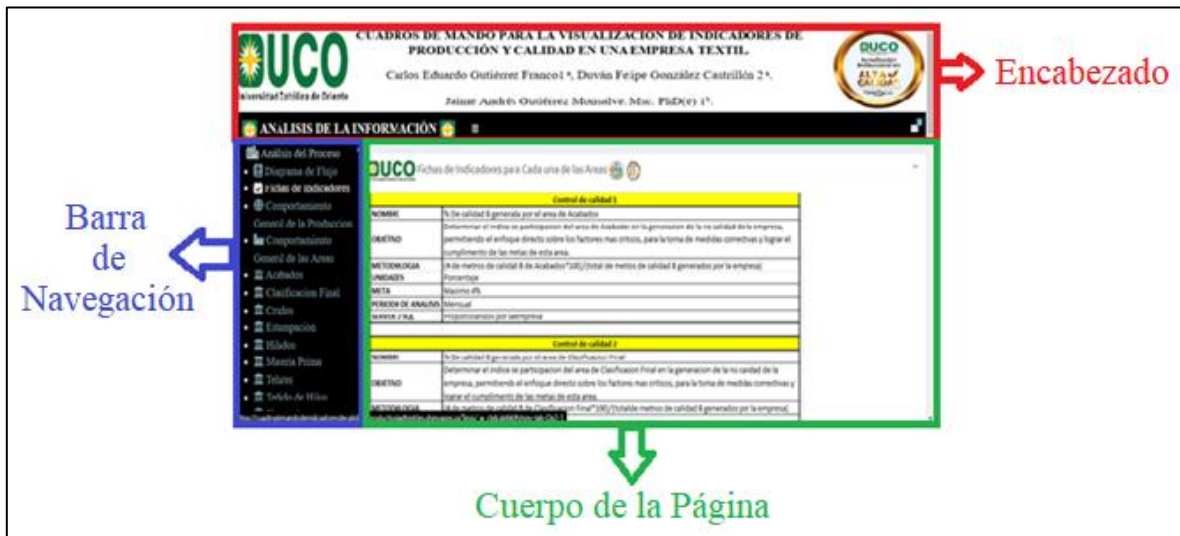


Figura 7. Partes de la página web creada para la empresa textil.

Para poder realizar un análisis que verifique las cantidades de metros de tela y sus respectivos indicadores de calidad, se compararon los acumulados de cada año suministrados por la empresa y publicados en la Figura 8 respecto a los valores de los mismos indicadores publicados por el cuadro de mando desarrollado, para el comportamiento general de la producción (Figura 9 y 10). Tanto los indicadores históricos presentados por la empresa como los arrojados por el cuadro de mando coinciden perfectamente, por lo que se valida el script desarrollado.

RESUMEN DE LOS DATOS DE LOS TRES AÑOS										
Año	Mts en B	Mts en A	Total Mts	No Calidad	MP	Telares	Teñido de Tela	Acabados	Estampación	Hilo Comprado
2015	219023	6149688	6368711	3.44	0.03	1.39	0.49	0.47	0.23	0.72
2016	398627	8202568	8601195	4.63	0.07	1.37	0.74	1.20	0.24	0.86
2017	255276	5820298	6075574	4.20	0.09	1.27	0.67	0.88	0.24	0.95

Figura 8. Comparación de la producción y la calidad A y calidad B suministrada por la empresa.

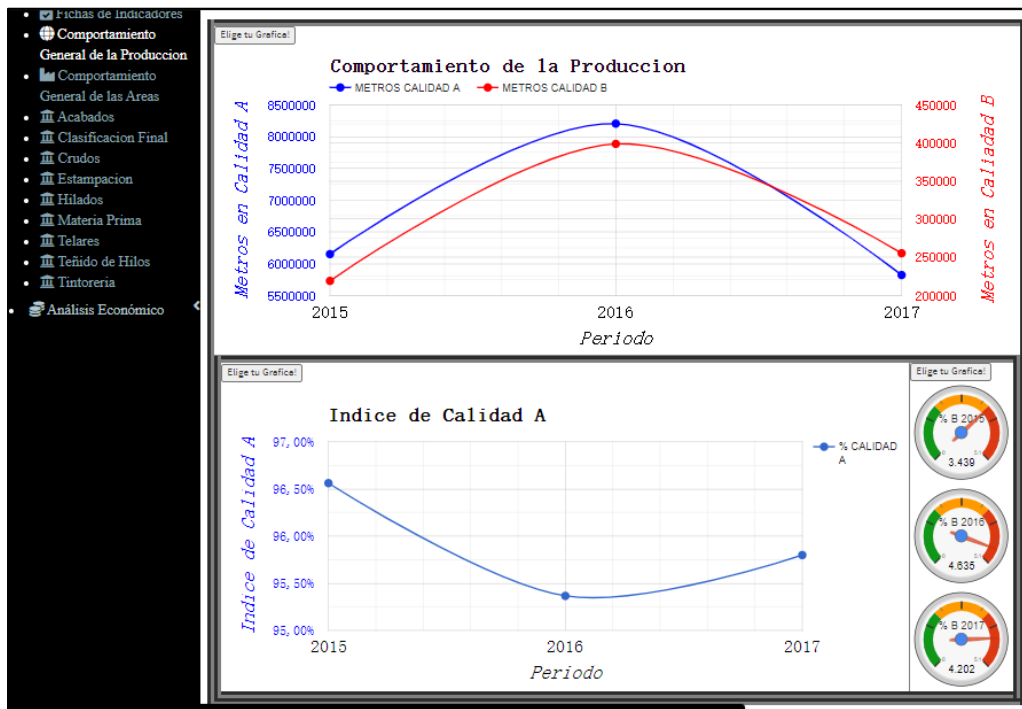


Figura 9. Comportamiento general de la producción.



Figura 10. Comportamiento general de las áreas.

Una vez verificadas las cantidades de metros producidos y los indicadores tanto de calidad A como de calidad B se procedió a la generación de todas las gráficas propuestas para analizar el comportamiento de cada área de la empresa. Estos indicadores pueden consultarse en el siguiente cuadro de mando, el cuál solo se encuentra disponible hasta 2017 debido a confidencialidad en el uso de la información de la empresa.

<https://cuadrodemandodeindicadoresdecalidadyproductividadtextiles.shinyapps.io/Tesis/>

A continuación, a modo de ejemplo, se presenta la forma de realizar una consulta en el BSC desarrollado:

La información que se muestra con respecto al comportamiento de la producción y a los indicadores de calidad de cada una de las áreas de la empresa puede verse en el BSC de la siguiente manera, por ejemplo, si se deseara ver el comportamiento del área de acabados debe seleccionarse el desplegable de la barra de navegación que se indica con una flecha en la Figura 11.



Figura 11. Desplegable de la barra de navegación.

Luego de tener abierta la barra de navegación se debe seleccionar la información que se desea visualizar, en este caso se da la opción de realizar el análisis respecto a diversos procesos de la industria textil, o al análisis económico de este trabajo. En la Figura 12, se analizará una parte del proceso textil.



Figura 12. Análisis del proceso textil.

Seguido de este paso, se elige la sección del proceso que se desea consultar, en esta ocasión se analizará el área de acabados, la cual debe ser seleccionada (como se muestra con la flecha roja). Al hacer click se despliega un panel que permite visualizar los indicadores propios del área y se despliega en forma de cuadro de mando la información relevante de la etapa del proceso (Figura 13).

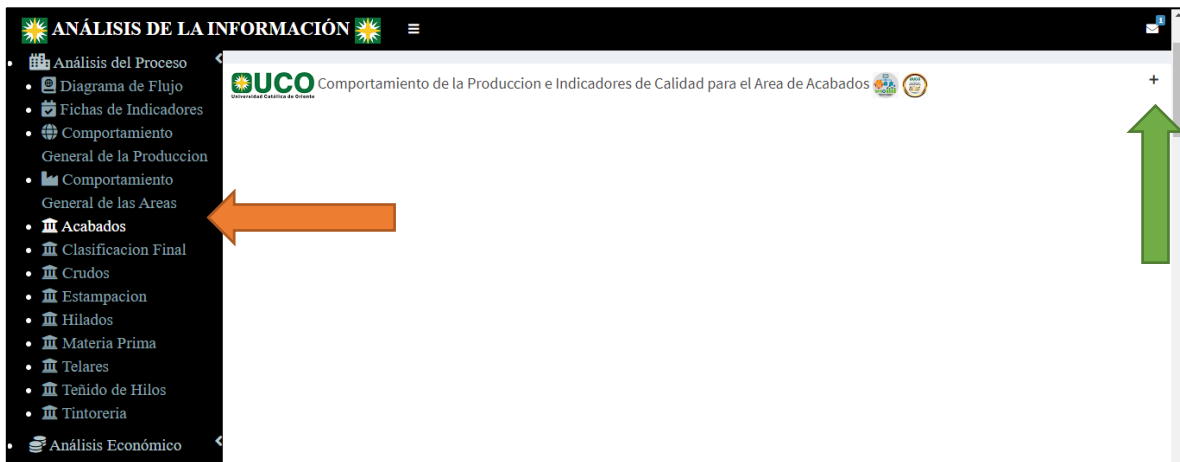


Figura 13. Selección del análisis y desplegable de la información.

Una vez abierta la información del área seleccionada, la primera gráfica que se muestra indica la cantidad total de metros producidos durante los años en los que se permite la visualización al público. Mediante la utilización de una gráfica de doble eje, se presenta la cantidad de metros producidos en

calidad A, mientras que en el lado derecho se muestra de color rojo, la cantidad de metros producidos en calidad B por año (Figura 14).

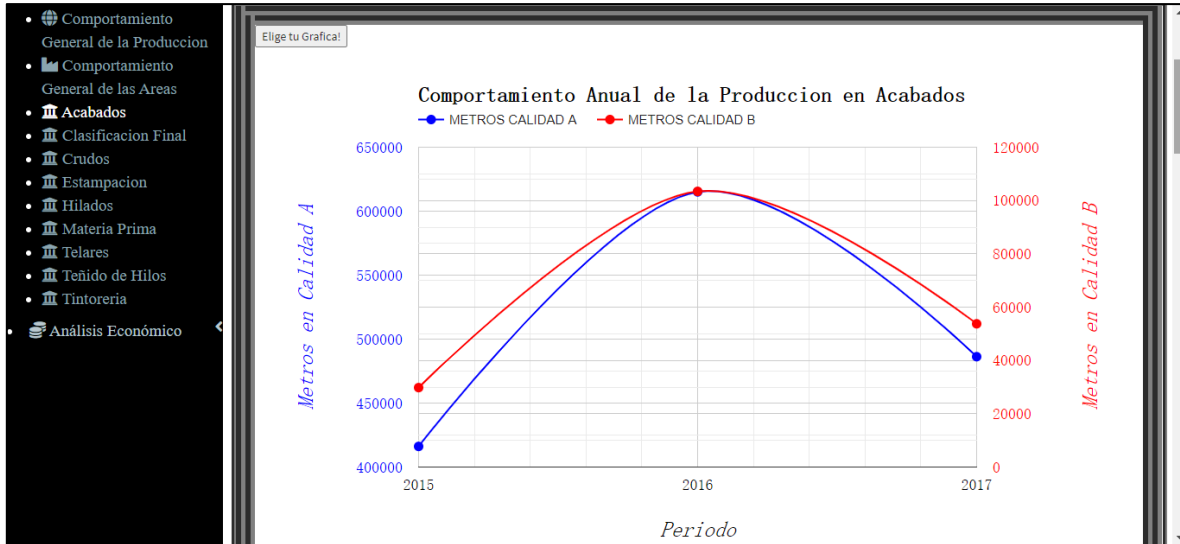


Figura 14. Comportamiento anual de la producción en el área de acabados.

Seguido de este, en la Figura 15, puede apreciarse el comportamiento de la producción como porcentaje de calidad A y en los relojes derecho el porcentaje de calidad B. Para esta área la meta ha sido fijada en 4% de calidad B por lo que el indicador de reloj se pone en rojo cuando se excede este porcentaje. En este caso para el área de acabados, se puede ver como la calidad B sobrepasa lo estipulado, mostrando que para el año 2015 se tiene un porcentaje del 6.68%, para el año 2016 un porcentaje del 14.39% mientras que para el año 2017 se tiene un valor de 9.95%.

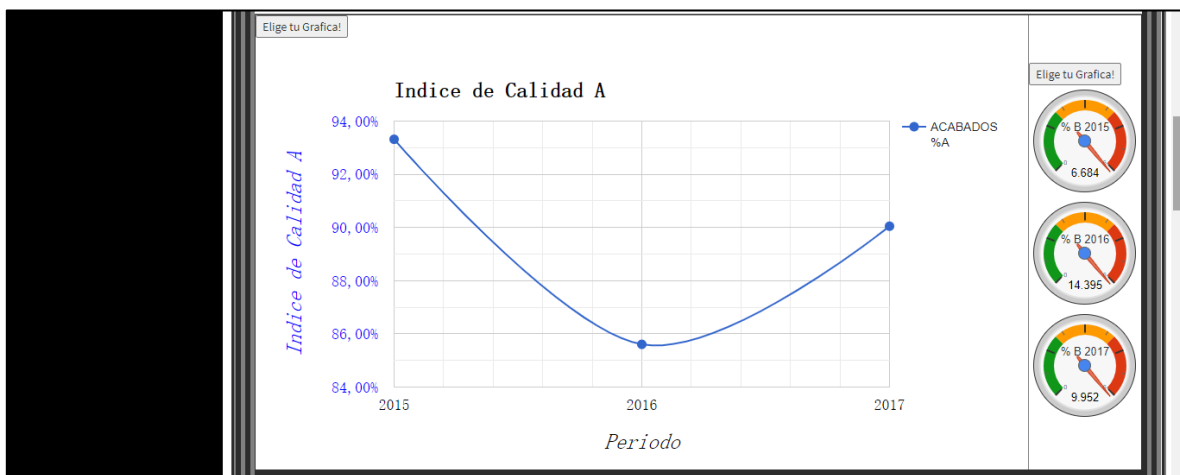


Figura15. Indicadores de calidad para cada año en el área de acabados.

Con la intención de verificar si la cantidad de metros de Calidad B [que se generan en el área de acabados] tiene una relación con respecto a los picos de producción mensuales, se muestra una gráfica similar a la de la Figura 14, pero, en este caso, la Figura 16 muestra los picos de producción por meses respecto a cada uno de los años. Esto con el fin de establecer si existen algunos meses con mayores picos de producción en calidad A y calidad B, así como establecer la relación entre ellos.

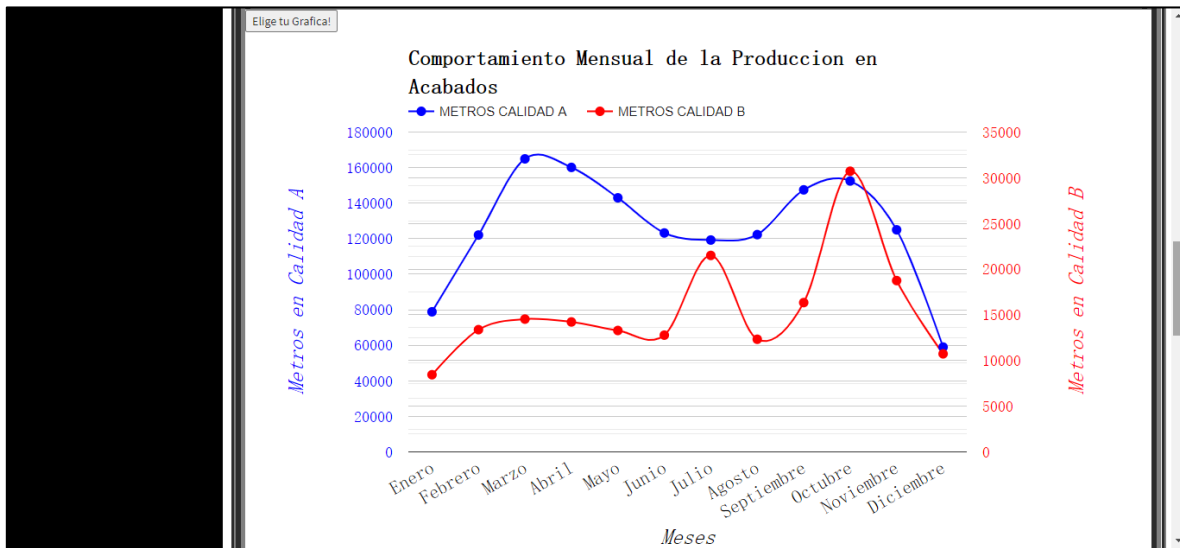


Figura 16. Comportamiento mensual de la producción en el área de acabados.

En la Figura 17, se muestra el indicador de calidad A de forma mensual para cada uno de los años que se muestran por parte de la empresa, donde se puede evidenciar el comportamiento de cada uno de los años con respecto a su índice de calidad A.

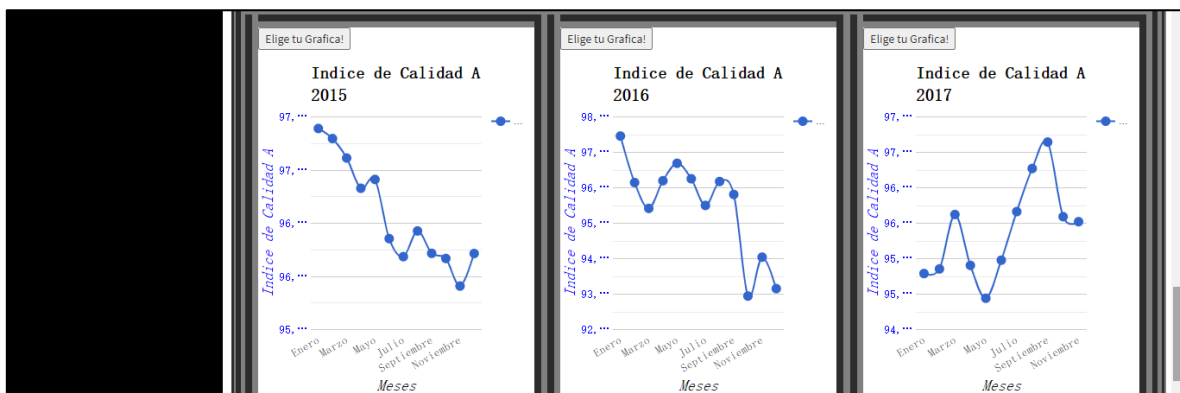


Figura 17. Indicador de calidad A mensual para cada uno de los años.

Bajo cada una de las gráficas en la Figura 17, se muestra el comportamiento de la calidad B que se tiene para el mismo periodo de tiempo en tacómetros. Cuando la flecha señala el rojo se observa que el indicador sobrepasa el 4.0 % que corresponde al límite superior de la meta estipulada. En la Figura 18, se organizaron los tacómetros que permiten una visualización del acumulado trimestral sobre los porcentajes de cumplimiento de la empresa con respecto a los informes que se generan por parte del departamento de calidad.

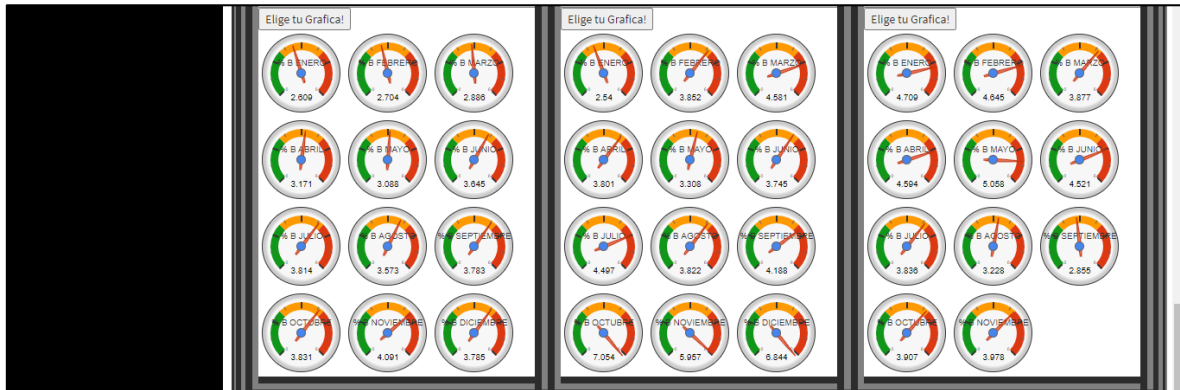


Figura 18. Comportamiento del indicador de calidad B mensual para cada uno de los años.

Por último, al final de cada uno de los análisis, se muestra el comportamiento de la producción día a día en donde se indican los metros de calidad A y los metros de calidad B. Con este análisis se puede relacionar la producción con fallas mecánicas, los mantenimientos realizados, el cambio de personal, los días pico, los cambios de referencias, las ausencias programadas o no programadas o la cantidad de accidentes entre otros (Figura 19).

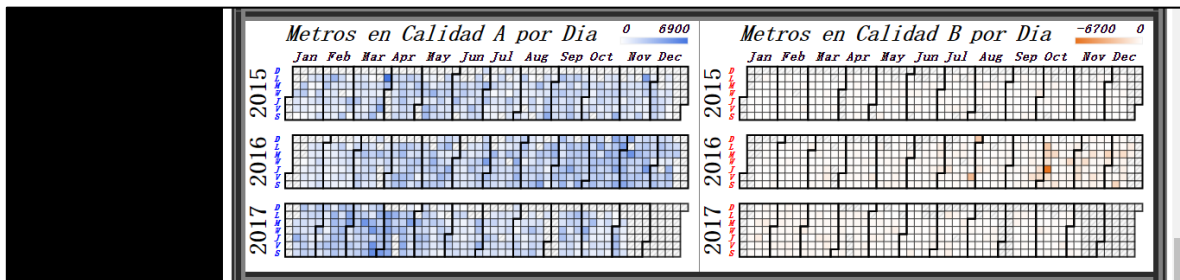


Figura 19. Comportamiento día a día de la producción.

Cada una de las gráficas fue diseñada para que cada usuario pueda personalizarla o modificarla según como se sienta más cómodo para su visualización. El menú de edición se encuentra ubicado en la

esquina superior izquierda de cada una de las gráficas. El usuario puede escoger entre 25 opciones, configurando las etiquetas, los colores, la letra, entre otros, tal y como se muestra en la Figura 20

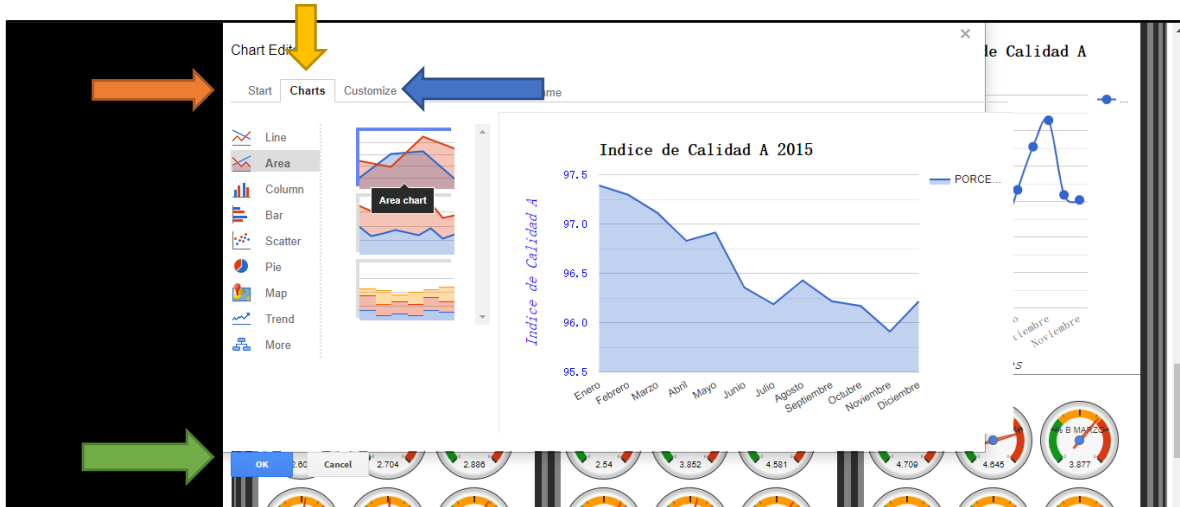


Figura 20. Personalización y modificación de cada grafica.

A modo de discusión, utilizando el modelo de gestión del Balance Score Card (BSC) propuesto por Carroll Mendoza Zuta en 2015, se utilizó el método deductivo para determinar las gestiones antes y después de aplicar el BSC. Los autores reportan un aumento en la utilidad de la empresa del 4.1% respecto al año inmediatamente anterior donde no se tenía el BSC. Sus resultados sugieren que, si se implementara el BSC de manera permanente, los incrementos en la productividad serían aún mejores (Mendoza Zuta, 2016).

Análisis de viabilidad económica de una empresa de desarrollo de cuadro de mando unificados.

En un entorno tan cambiante como el actual, la toma de decisiones se convierte en un tema complicado, esto debido a la cantidad de variables y posibles escenarios que pueden afectar una decisión. Por otra parte, la dirección de muchas de las empresas, en especial las del sector textil, presentan dificultades para poder hacer seguimiento al cumplimiento de los objetivos y garantizar la trazabilidad del proceso de manera continua, incurriendo en altos costos o pérdida de oportunidad en sus ganancias.

Los indicadores de VAN, TIR y BAUE son importantes porque con ellos se logra conocer cuáles son las actividades que son realmente necesarias y que generan rentabilidad dentro del proceso industrial. El flujo de caja y su supervisión permanente permite identificar los costos y el tiempo necesario para la organización de las bases de datos y las finanzas del proceso industrial que se obtengan. Con la implementación del flujo de caja se logró calcular el precio ideal mediante APU (análisis de precio unitario), facilitando así la creación de un presupuesto para cada una de las actividades y para los insumos necesarios, al igual que un presupuesto total de nuestro cuadro de mando, tal y como se muestra en la Tabla 12.

El desarrollo de una empresa para el desarrollo de cuadros de mando de control (BSC) se basa en tres opciones básicas que permiten medir la rentabilidad de los distintos flujos que arrojará el proyecto. La primera consiste en medir la rentabilidad, es decir estimar el retorno de los recursos invertidos y el origen de los fondos. La segunda busca medir la rentabilidad del inversionista o los recursos propios que son suministrados al proyecto. La tercera y última opción, se refiere a aquellas iniciativas que se emprenden con la intención de medir la capacidad de pago del proyecto, es decir determinar si el proyecto se encuentra en condiciones de cumplir con las obligaciones contraídas luego de un posible endeudamiento. El cálculo de la TIR y el VAN es fundamental para determinar la viabilidad del proyecto, conocer la rentabilidad final y la capacidad de pago y retorno de la inversión en la empresa que se crea (Jenny Moscoso Escobar, n.d.)

En vista de todo esto se hace necesario el desarrollo de cuadros de mando como una herramienta de autocontrol, medición y visualización que permitirá el diseño de nuevas estrategias, la toma de decisiones efectivas y oportunas alineadas con la realidad de la empresa, apoyar el proceso de mejora continua y generar un valor agregado para el cliente. Una empresa que desarrolle cuadros de mando de control (BSC) será viable económicamente ya que presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR anual) del 79%, el VAN (\$267.651.305,84) y el BAUE (\$58.883.287,28), en donde el proyecto se estipuló a un horizonte de 5 años, calculado a partir del flujo de caja del proceso (Tabla 13).

Tabla 12. Rubros de inversión inicial del proyecto.

ITEM	VALOR
Acceso a la base de datos de la empresa	\$ 334.282
Análisis de los datos que se recolectan	\$ 1.002.847
Verificación de la matriz de datos	\$ 653.141
Identificación de los puntos de calidad relacionados con cada proceso	\$ 501.423
Obtención de la información necesaria sobre el comportamiento de las variables y factores de los procesos	\$ 334.282
Análisis de los puntos de calidad con sus factores y diferentes influencias en las variables de estudio	\$ 501.423
Interpretación de las variables	\$ 167.141
Diseño de una arquitectura de datos para ser tratada en el software R	\$ 376.068
Programación en lenguaje R	\$ 1.316.237
Compra de Servidor	\$ 32.400.000
INVERSION TOTAL	\$ 37.586.845

Una vez verificado el orden, los tiempos, los impuestos, los gastos y los costos y la forma en cómo deben posicionarse en el flujo de caja, se procede a la realización de este obteniendo como resultado la información que mostrada en la Tabla 13 para los próximos 5 años.

Tabla 13. Flujo de caja del proyecto.

	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21
Proyección venta	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
CM						
Análisis de datos	\$ 2.005.693,75	\$ 2.005.693,75	\$ 2.005.693,75	\$ 2.005.693,75	\$ 2.005.693,75	\$ 2.005.693,75
Programación en R	\$ 2.632.473,04	\$ 2.632.473,04	\$ 2.632.473,04	\$ 2.632.473,04	\$ 2.632.473,04	\$ 2.632.473,04
Ingresos	\$ 10.124.584	\$ 10.524.584	\$ 10.924.584	\$ 11.324.584	\$ 11.724.584	\$ 12.124.584
Egresos	\$ 45.777.601	\$ 13.377.601	\$ 13.377.601	\$ 13.377.601	\$ 13.377.601	\$ 13.377.601
Utilidad del ejercicio	-\$ 35.653.016	-\$ 2.853.016	-\$ 2.453.016	-\$ 2.053.016	-\$ 1.653.016	-\$ 1.253.016

	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21
Proyección venta	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
CM						
Análisis de datos	\$ 2.005.693,75	\$ 2.005.693,75	\$ 2.005.693,75	\$ 2.005.693,75	\$ 2.005.693,75	\$ 2.005.693,75
Programación en R	\$ 2.632.473,04	\$ 2.632.473,04	\$ 2.632.473,04	\$ 2.632.473,04	\$ 2.632.473,04	\$ 2.632.473,04
Ingresos	\$ 12.524.584	\$ 12.924.584	\$ 13.324.584	\$ 13.724.584	\$ 14.124.584	\$ 14.524.584
Egresos	\$ 13.377.601	\$ 13.377.601	\$ 13.377.601	\$ 13.377.601	\$ 13.377.601	\$ 13.377.601
Utilidad del ejercicio	-\$ 853.016	-\$ 453.016	-\$ 53.016	\$ 346.984	\$ 746.984	\$ 1.146.984

	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22
Proyección venta	\$ 4.120.000	\$ 4.120.000	\$ 4.120.000	\$ 4.120.000	\$ 4.120.000	\$ 4.120.000
CM						
Análisis de datos	\$ 2.065.864,56	\$ 2.065.864,56	\$ 2.065.864,56	\$ 2.065.864,56	\$ 2.065.864,56	\$ 2.065.864,56
Programación en R	\$ 2.711.447,23	\$ 2.711.447,23	\$ 2.711.447,23	\$ 2.711.447,23	\$ 2.711.447,23	\$ 2.711.447,23
Ingresos	\$ 15.216.322	\$ 15.616.322	\$ 16.016.322	\$ 16.416.322	\$ 16.816.322	\$ 17.216.322
Egresos	\$ 14.511.353	\$ 14.511.353	\$ 14.511.353	\$ 14.511.353	\$ 14.511.353	\$ 14.511.353
Utilidad del ejercicio	\$ 704.968	\$ 1.104.968	\$ 1.504.968	\$ 1.904.968	\$ 2.304.968	\$ 2.704.968

	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22
Proyección venta	\$ 4.120.000	\$ 4.120.000	\$ 4.120.000	\$ 4.120.000	\$ 4.120.000	\$ 4.120.000
CM						
Análisis de datos	\$ 2.065.864,56	\$ 2.065.864,56	\$ 2.065.864,56	\$ 2.065.864,56	\$ 2.065.864,56	\$ 2.065.864,56
Programación en R	\$ 2.711.447,23	\$ 2.711.447,23	\$ 2.711.447,23	\$ 2.711.447,23	\$ 2.711.447,23	\$ 2.711.447,23
Ingresos	\$ 17.616.322	\$ 18.016.322	\$ 18.416.322	\$ 18.816.322	\$ 19.216.322	\$ 19.616.322
Egresos	\$ 14.511.353	\$ 14.511.353	\$ 14.511.353	\$ 14.511.353	\$ 14.511.353	\$ 14.511.353
Utilidad del ejercicio	\$ 3.104.968	\$ 3.504.968	\$ 3.904.968	\$ 4.304.968	\$ 4.704.968	\$ 5.104.968

	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23
Proyección venta	\$ 4.243.600	\$ 4.243.600	\$ 4.243.600	\$ 4.243.600	\$ 4.243.600	\$ 4.243.600
CM						
Análisis de datos	\$ 2.127.840,50	\$ 2.127.840,50	\$ 2.127.840,50	\$ 2.127.840,50	\$ 2.127.840,50	\$ 2.127.840,50
Programación en R	\$ 2.792.790,65	\$ 2.792.790,65	\$ 2.792.790,65	\$ 2.792.790,65	\$ 2.792.790,65	\$ 2.792.790,65
Ingresos	\$ 20.316.811	\$ 20.716.811	\$ 21.116.811	\$ 21.516.811	\$ 21.916.811	\$ 22.316.811
Egresos	\$ 15.665.845	\$ 15.665.845	\$ 15.665.845	\$ 15.665.845	\$ 15.665.845	\$ 15.665.845
Utilidad del ejercicio	\$ 4.650.967	\$ 5.050.967	\$ 5.450.967	\$ 5.850.967	\$ 6.250.967	\$ 6.650.967

	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23
Proyección venta	\$ 4.243.600	\$ 4.243.600	\$ 4.243.600	\$ 4.243.600	\$ 4.243.600	\$ 4.243.600
CM						
Análisis de datos	\$ 2.127.840,50	\$ 2.127.840,50	\$ 2.127.840,50	\$ 2.127.840,50	\$ 2.127.840,50	\$ 2.127.840,50
Programación en R	\$ 2.792.790,65	\$ 2.792.790,65	\$ 2.792.790,65	\$ 2.792.790,65	\$ 2.792.790,65	\$ 2.792.790,65
Ingresos	\$ 22.716.811	\$ 23.116.811	\$ 23.516.811	\$ 23.916.811	\$ 24.316.811	\$ 24.716.811
Egresos	\$ 15.665.845	\$ 15.665.845	\$ 15.665.845	\$ 15.665.845	\$ 15.665.845	\$ 15.665.845
Utilidad del ejercicio	\$ 7.050.967	\$ 7.450.967	\$ 7.850.967	\$ 8.250.967	\$ 8.650.967	\$ 9.050.967

	ene-24	feb-24	mar-24	abr-24	may-24	jun-24
Proyección venta	\$ 4.370.908	\$ 4.370.908	\$ 4.370.908	\$ 4.370.908	\$ 4.370.908	\$ 4.370.908
CM						
Análisis de datos	\$ 2.191.675,71	\$ 2.191.675,71	\$ 2.191.675,71	\$ 2.191.675,71	\$ 2.191.675,71	\$ 2.191.675,71
Programación en R	\$ 2.876.574,37	\$ 2.876.574,37	\$ 2.876.574,37	\$ 2.876.574,37	\$ 2.876.574,37	\$ 2.876.574,37
Ingresos	\$ 25.426.316	\$ 25.826.316	\$ 26.226.316	\$ 26.626.316	\$ 27.026.316	\$ 27.426.316
Egresos	\$ 17.006.050	\$ 17.006.050	\$ 17.006.050	\$ 17.006.050	\$ 17.006.050	\$ 17.006.050
Utilidad del ejercicio	\$ 8.420.266	\$ 8.820.266	\$ 9.220.266	\$ 9.620.266	\$ 10.020.266	\$ 10.420.266

	jul-24	ago-24	sep-24	oct-24	nov-24	dic-24
Proyección venta	\$ 4.370.908	\$ 4.370.908	\$ 4.370.908	\$ 4.370.908	\$ 4.370.908	\$ 4.370.908
CM						
Análisis de datos	\$ 2.191.675,71	\$ 2.191.675,71	\$ 2.191.675,71	\$ 2.191.675,71	\$ 2.191.675,71	\$ 2.191.675,71
Programación en R	\$ 2.876.574,37	\$ 2.876.574,37	\$ 2.876.574,37	\$ 2.876.574,37	\$ 2.876.574,37	\$ 2.876.574,37
Ingresos	\$ 27.826.316	\$ 28.226.316	\$ 28.626.316	\$ 29.026.316	\$ 29.426.316	\$ 29.826.316
Egresos	\$ 17.006.050	\$ 17.006.050	\$ 17.006.050	\$ 17.006.050	\$ 17.006.050	\$ 17.006.050
Utilidad del ejercicio	\$ 10.820.266	\$ 11.220.266	\$ 11.620.266	\$ 12.020.266	\$ 12.420.266	\$ 12.820.266

	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25
Proyección venta	\$ 4.502.035	\$ 4.502.035	\$ 4.502.035	\$ 4.502.035	\$ 4.502.035	\$ 4.502.035
CM						
Análisis de datos	\$ 2.257.425,98	\$ 2.257.425,98	\$ 2.257.425,98	\$ 2.257.425,98	\$ 2.257.425,98	\$ 2.257.425,98
Programación en R	\$ 2.962.871,60	\$ 2.962.871,60	\$ 2.962.871,60	\$ 2.962.871,60	\$ 2.962.871,60	\$ 2.962.871,60
Ingresos	\$ 30.545.105	\$ 30.945.105	\$ 31.345.105	\$ 31.745.105	\$ 32.145.105	\$ 32.545.105
Egresos	\$ 18.506.120	\$ 18.506.120	\$ 18.506.120	\$ 18.506.120	\$ 18.506.120	\$ 18.506.120
Utilidad del ejercicio	\$ 12.038.986	\$ 12.438.986	\$ 12.838.986	\$ 13.238.986	\$ 13.638.986	\$ 14.038.986

	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25
Proyección venta	\$ 4.502.035	\$ 4.502.035	\$ 4.502.035	\$ 4.502.035	\$ 4.502.035	\$ 4.502.035
CM						
Análisis de datos	\$ 2.257.425,98	\$ 2.257.425,98	\$ 2.257.425,98	\$ 2.257.425,98	\$ 2.257.425,98	\$ 2.257.425,98
Programación en R	\$ 2.962.871,60	\$ 2.962.871,60	\$ 2.962.871,60	\$ 2.962.871,60	\$ 2.962.871,60	\$ 2.962.871,60
Ingresos	\$ 32.945.105	\$ 33.345.105	\$ 33.745.105	\$ 34.145.105	\$ 34.545.105	\$ 34.945.105
Egresos	\$ 18.506.120	\$ 18.506.120	\$ 18.506.120	\$ 18.506.120	\$ 18.506.120	\$ 18.506.120
Utilidad del ejercicio	\$ 14.438.986	\$ 14.838.986	\$ 15.238.986	\$ 15.638.986	\$ 16.038.986	\$ 16.438.986

Por ultimo y siguiendo con los lineamientos del análisis económico y lo propuesto por (Van Horne, 2002), se logra analizar los resultados finales obtenidos en el flujo de caja con respecto a la viabilidad del proyecto los cuales se muestran en la Figura 21 y revelan el resultado de la TIR, la VAN y el BAUE concerniente a la inversión inicial.

Inversión	Ingresos año 2021	Ingresos año 2022	Ingresos año 2023	Ingresos año 2024	Ingresos año 2025
- 37,586,844.72	- 7,449,351.20	26,263,286.12	73,615,265.38	118,846,855.19	162,271,492.04

TIR	79%
n (años)	5
Tasa de interes (5% Col)	5%
Saldo Inicial	\$ 37,586.845
VAN	\$ 267,651,305.84
b	0.22
BAUE	\$ 58,883,287.28

Figura 21. Análisis económico, TIR, VAN y BAUE del proyecto

Conclusiones.

1. A partir del conocimiento del proceso de producción textil se logró construir el diagrama de flujo de proceso. En este diagrama se encontraron 9 etapas, de las cuáles se identificaron 8 etapas críticas. Igualmente se identificaron 9 áreas que merecen ser incluidas en el BSC.
2. Con la identificación de las etapas críticas de control se identificaron los indicadores claves de proceso (KPI's). A partir del análisis se seleccionaron 9 indicadores y se construyeron las respectivas fichas de indicadores que permitieron definir la naturaleza, la metodología, los responsables y la sostenibilidad de los indicadores.
3. Con los indicadores claves de control se desarrolló un cuadro de mando integral BSC. En este cuadro de mando se lograron procesar cerca de 17 millones de datos y 113 gráficas que dan cuenta de todos los indicadores de gestión de calidad y productividad en las diferentes áreas del proceso productivo.
4. Crear una empresa para desarrollar cuadros de mando de control (BSC) es una iniciativa rentable ya que con un VAN de \$ 267.651.305.84, una TIR de 79% y un BAUE de \$58.883.287.28 se concluye que la inversión se retorna rápidamente.

Referencias.

Basaldua, H. A. (2014). *Mejora del proceso de gestión en una empresa prestadora de saneamiento basado en balanced scorecard*. 47, 106.

Bonnefoy, J. C. (2005). *Indicadores de Gestión del Desempeño y el Cuadro de Mando Integral Estructura de la Presentación Las perspectivas del Cuadro de*.

CORNARE. (n.d.). <https://www.cornare.gov.co/>

- Curbelo, D., & Delgado, M. (2014). *El modelo scor y el balanced scorecard, una poderosa combinación intangible para la gestión empresarial scor model and the balanced scorecard, a powerful combination for business management assets. in año (vol. 11).*
- Inexmoda. (2020). *Informe Sistema Moda*. 36. http://www.saladeprensainexmoda.com/wp-content/uploads/2020/03/Informe_Sistema_Moda_-_Enero_2020.pdf
- Jenny Moscoso Escobar, S. B. B. (n.d.). *Métodos de valoración de nuevos emprendimientos*. 2013. <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/410/826>
- Lau, M. K., Borrett, S. R., Baiser, B., Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2017). *Ecological network metrics: Opportunities for synthesis. Ecosphere*, 8(8). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1900>
- Mendoza Zuta, J. C. (2016). *Aplicación de balanced scorecard en el proceso de gestión de la empresa procesos textiles e.i.r.l. Universidad Nacional de Trujillo*. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3586>
- Murdock, D. H., & Murdock, D. H. (2018). *Balanced Scorecard. Auditor Essentials*, 55–58. <https://doi.org/10.1201/9781315178141-14>
- Norton, D. P., & Kaplan, R. S. (1996). *The Balanced Scorecard*.
- Quintero-Beltrán, L. C., & Osorio-Morales, L. M. (2018). *Balanced Scorecard como herramienta para empresas en estado de crisis. Revista CEA*, 4(8), 75–94. <https://doi.org/10.22430/24223182.1049>
- RedCapacitación. (n.d.). *KPI: ¿Para qué sirven y cómo utilizarlos?* <https://www.redcapacitacion.tv/noticias/kpi-para-que-sirven-y-como-utilizarlos/>
- Rivero Ríos, J. F., & Vera Príncipe, C. F. (2016). *Diseño de Balanced Scorecard para aumentar la rentabilidad en la empresa Transportes N&M Moncada S.R.L en el periodo 2015-2016*. Universidad Nacional de Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8424>
- RStudio. (2014). *Shiny*. <https://www.rstudio.com/wp-content/uploads/2015/03/shiny-spanish.pdf>
- Van Horne, J., & Wachowicz, J. M. (2010). *Fundamentos Administración Financiera*.