



Estandarización de métodos y procesos productivos para la mejora de presupuestos de Crystal S.A.S

¿Cómo la optimización y estandarización de procesos contribuye a una mejor planificación presupuestaria?

Miguel Ángel Díaz Herrera

Informe de proyecto final para optar al título de Ingeniero Industrial

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria o Práctica Empresarial

Orientadora

Marisol Yamile Marín Osorno, Especialista (Esp) Sistemas de Gestión Integral

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Medellín, Antioquia, Colombia

2025

Cita	(Díaz Herrera, 2025)
Referencia	Díaz Herrera, M. (2025). <i>Estandarización de métodos y procesos productivos para la mejora de presupuestos de Crystal S.A.S</i> [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi Camila y Alejandro, quienes son el motivo por el que llegué hasta aquí.

Agradecimientos

En primer lugar gracias a Crystal S.A.S. por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo en sus instalaciones, especialmente a Claudia, Patricia y Johnny, quienes fueron mis guías y mentores y me otorgaron el conocimiento práctico que desde la academia no se obtuvo. Estos agradecimientos profesionales se convierten en personales cuando se logra sentir una fraternidad tan arraigada al compartir con estas personas en un ambiente puramente laboral.

Gracias además por ver un potencial en mí que permitiera participar de un proceso adicional para la compañía.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
1. Introducción	11
2. Objetivos	15
2.1 Objetivo general	15
2.2 Objetivos específicos	15
3. Marco teórico	16
4. Metodología	18
4.1. Capacitación al personal	18
4.2. Identificación del proceso	18
4.3. Documentación del proceso	19
4.4. Toma de tiempos	20
4.5. Análisis y procesamiento de datos	20
4.6. Oportunidades de mejora	21
5. Análisis de resultados	22
5.1. Teñido de hilazas	22
5.2. Enconado de hilos	28
5.3. Preparación de cuellos	35
6. Conclusiones y recomendaciones	43
Referencias	45

Lista de tablas

<i>Tabla 1. Subprocesos de teñido</i>	23
<i>Tabla 2. Descomposición de subproceso.</i>	23
<i>Tabla 3. Tiempos para lectura de tarjetas.</i>	24
<i>Tabla 4. Tiempos estándar provisionales para el algodón.</i>	25
<i>Tabla 5. Total de tiempos por escala y tipo de fibra</i>	25
<i>Tabla 6. Veces por proceso.</i>	26
<i>Tabla 7. Suplementación.</i>	26
<i>Tabla 8. Tiempos finales teñido</i>	27
<i>Tabla 9. Total tiempos de teñido.</i>	27
<i>Tabla 10. Análisis de desplazamiento.</i>	28
<i>Tabla 11. Actividades Colaborador.</i>	29
<i>Tabla 12. Tiempos enconado.</i>	30
<i>Tabla 13. Ejemplo de tiempo tomado.</i>	30
<i>Tabla 14. Tiempo de intervención Colaborador.</i>	31
<i>Tabla 15. Títulos y tiempos de hilos.</i>	31
<i>Tabla 16. Tiempo de ciclo por título.</i>	31
<i>Tabla 17. Suplementación.</i>	32
<i>Tabla 18. Revientes de hilo.</i>	35
<i>Tabla 19. Actividades de la preparación de cuellos.</i>	36
<i>Tabla 20. Actividades de la preparación de puños.</i>	36
<i>Tabla 21. Tiempos de la preparación de cuellos.</i>	37
<i>Tabla 22. Tiempos de la preparación de puños.</i>	38
<i>Tabla 23. Capacidades de preparación de cuellos.</i>	39
<i>Tabla 24. Capacidades de preparación de puños.</i>	39

<i>Tabla 25. Eficiencia individual.</i>	40
<i>Tabla 26. Requerimientos de producción en cuellos.</i>	40
<i>Tabla 27. Requerimientos de producción para puños.</i>	41
<i>Tabla 28. Simulación teórica con estándares para cuellos.</i>	41
<i>Tabla 29. Simulación teórica con estándares para puños.</i>	42

Lista de figuras

<i>Ilustración 1. Eficiencia máquina.</i>	32
<i>Ilustración 2. Análisis 1 a 1.</i>	33
<i>Ilustración 3. Análisis por grupos.</i>	34

Siglas, acrónimos y abreviaturas

Kg	Kilogramos
Min	Minutos
Máq	Máquina
SST	Seguridad y salud en el trabajo
Min x und	Minuto por unidad
Min x kg	Minuto por kilogramo

Resumen

Este trabajo se desarrolla en el contexto de Crystal S.A.S., una empresa dedicada al desarrollo textil que enfrenta diversas dificultades en sus procesos al no tener estándares que permitan monitorear la producción ni el coste de esta, haciendo que sus presupuestos sean desfazados e irreales a la hora de otorgar cotizaciones a sus clientes.

A raíz de esto, nace la necesidad de realizar un estudio completo de algunos de los procesos productivos para poder tener una visión más clara y acertada de lo que se está trabajando; por ello, como practicante de Ingeniería Industrial se tuvo la responsabilidad de estudiar estos métodos de trabajo y los tiempos requeridos para suplir estas necesidades, utilizando herramientas como diagramas de flujo, cronometraje de actividades e indicadores de gestión.

En el presente informe se tomarán tres escenarios trabajados, los cuales representan una significancia relevante en sus ámbitos: teñido de hilazas, enconado de hilos y preparación de cuellos.

Los tres escenarios comparten una similitud en el abordaje que se realizó a cada uno, en los cuáles se obtuvo los tiempos de proceso y las actividades necesarias, segmentadas por referencia o escalas de acuerdo a sus mediciones por parte de la empresa. Además, con estos datos se formularon preguntas cómo la metodología más eficiente, la diferencia entre referencias y la cantidad de Colaboradores necesarios para llevar a cabo el proceso. En los cuales se encontraron diversas falencias en el proceso y varias oportunidades de mejora para reducir la variabilidad de tiempo y conseguir una mejora en la productividad.

Palabras clave: toma de tiempos, estandarización de procesos, eficiencia operativa, textiles, confección, transformación de hilazas.

Abstract

This work is developed within the context of Crystal S.A.S., a company dedicated to textile development that faces various difficulties in its productive processes due to the lack of a standard to control production and its costs. This leads to unrealistic and inaccurate budgets when quoting prices to clients.

As a response, it exists the need of a study of certain processes to achieve a clearer and more accurate understanding of operations. As an Industrial Engineering intern, the responsibility was to analyze these work methods and the required time to supply these needs, using tools such as flowcharts, activity timing and management indicators.

This report focuses on three significant scenarios: yarn dyeing, yarn winding and collar preparation. These scenarios share a similar approach, where process times and required activities were obtained, segmented by reference of production scales according to company's measurements. Additionally, these data were used to address questions regarding the most efficient methodology, differences between references and the number of operators required to fulfill the processes. The study revealed various inefficiencies and opportunities for improvement to reduce time variability and enhance productivity.

Keywords: time study, process standardization, operational efficiency, textiles, garment manufacturing, yarn transformation.

1. Introducción

Crystal S.A.S. es una empresa dedicada principalmente a la transformación de productos textiles para la venta de productos terminados y a la elaboración de materias primas para otros procesos productivos; el presente trabajo se centra en la sede Marinilla, en esta podemos encontrar cadenas productivas completas como la elaboración de calcetería, así como la elaboración de piezas de vestimenta no terminadas que son enviadas a otras sedes para culminar su proceso productivo.

Actualmente, en un mercado tan competitivo como lo es la industria textil, es necesaria una agresiva competitividad y ventaja por sobre los competidores, esto se puede lograr de diversas maneras, una de estas tiene un alto impacto y es el control de los procesos y conocimiento de los productos en oferta; teniendo esto en cuenta, la estandarización de los procesos juega un papel vital en este ámbito, sin embargo, Crystal enfrenta diversas falencias respecto a estos temas, ya que, al ser un mercado sujeto a constantes cambios, no se tienen un registros actualizados de los procesos, por tanto, al no contar con datos que permitan conocer tiempos de producción, no se puede tener conocimiento exacto acerca de los costos de operación, en consecuencia, a la hora de establecer cotizaciones a clientes, la empresa puede incurrir en pérdidas o ganancias más bajas de lo esperado debido a trabajar con datos desactualizados.

Crystal es una empresa que tiene una gran variedad de procesos productivos que conforman su estructura, para este proyecto se tomaron en cuenta tres procesos productivos: *teñido de hilazas*, *enconado de hilos* y *preparación de cuellos*. Se escogieron estos tres proyectos debido a la relevancia que cada uno presenta en su respectiva área de desarrollo y la forma en que contribuyen a la formación del practicante relacionado con la carrera de Ingeniería Industrial. Si bien estos procesos son muy diferentes entre sí, el objetivo principal en cada uno es similar: la estandarización de los procesos, el hallazgo de los tiempos productivos y su respectiva mejora.

Adicionalmente, se tuvieron diversos objetivos complementarios y de apoyo, como la aplicación de conocimientos y herramientas vistas en la carrera que otorgaron una forma de cumplir con estos requerimientos, además del apoyo del personal de la planta, el cuál proporcionó una participación y colaboración asertiva para su realización. A la vez que se crearon indicadores de control para garantizar la correcta recolección de datos y no volver a incurrir en desfalcos que puedan afectar la relevancia de los datos en un futuro.

En respuesta de alcanzar los objetivos, se emplearon similarmente diversas herramientas y metodologías en respuesta de las necesidades del proceso; entre estas herramientas se tuvieron diagramas de flujo para identificar y delimitar los pasos que componen los procesos productivos, posteriormente, estos pasos se sometieron a análisis y desglose por actividades, para poder identificar los momentos clave en los que se requiere una atención especial o en que los procedimientos puedan variar o verse sometidos a alguna externalidad o dependencia de factores, además, de esta forma resulta más sencillo proceder con una toma de tiempos adecuada al haber segmentado las actividades, reduciendo las variaciones o desviaciones que se puedan presentar; luego se procede a realizar una toma de tiempos con cronómetro para poder llegar al tiempo estándar de cada una de las actividades y por tanto del proceso.

Finalmente, se obtuvieron resultados referentes a cada uno de los tiempos que componen los procesos productivos estudiados, los tiempos fueron afectados por diversas características de interés para la compañía, como la forma en que los tiempos cambian de acuerdo al volumen de producción, al método que se utilice y, para casos específicos, de acuerdo al Colaborador que lo realizó. Con los resultados se puede llegar a una mejor planificación presupuestaria y una mejora en la eficiencia al analizar los diversos métodos que se estaban trabajando. Contribuyendo a una mejora en la competitividad de la empresa.

Cada uno de los procesos tiene sus propias necesidades y sus propias finalidades respecto a la intervención que se requiere realizar; sin embargo, cuentan con una base en común, los costos de operación. En cada uno de los procesos, el objetivo es claro: se necesita establecer un estándar que permita obtener una planificación presupuestaria eficaz y pertinente, adicionalmente cada una cuenta con sus propios objetivos y variaciones específicas que eran consecuencia del proceso que se llevaba: en teñido de hilazas, la variación referente a las escalas de producción; en enconado de hilos, la mejor alternativa de producción en cuanto a metodología dentro del proceso; en preparación de cuellos, la capacidad diaria dentro de los lineamientos de la empresa y las restricciones de los Colaboradores.

Actualmente la empresa está atravesando una reestructuración de sus procesos productivos, principalmente debido a la implementación del sistema SAP, para asegurar esta implementación son necesarios los datos acerca de cada uno de los procesos productivos, los datos deben estar actualizados para asegurar su correcto funcionamiento, sin embargo, muchos de los datos eran obsoletos o no existían, por ello surge la necesidad de realizar estandarizaciones en muchos de los

procesos productivos, entre los que se encuentran los tres procesos trabajados durante la práctica académica; particularmente en el proceso de enconado de hilos, se realizó la adquisición de nuevas máquinas en respuesta de una necesidad de innovación, automatización y aumento en la producción y la eficiencia operativa, para este proceso, aparte de requerirse los datos necesarios para la implementación del sistema SAP, era necesario establecer un método de trabajo estándar, tomando como referencia el proceso que se trabajaba con las anteriores máquinas, para analizar si este proceso seguía siendo relevante y se podía seguir trabajando o si era necesaria una completa reestructuración de este.

Para comprender la importancia y la pertinencia actual de estas intervenciones de Ingeniería Industrial dentro de las empresas, hay que ver la estandarización de procesos como uno de sus pilares principales, especialmente en el ámbito de la producción debido a sus múltiples beneficios, gracias a esto se puede pasar de tener un proceso que genera pérdidas a la compañía a tener uno rentable y estable. Sin embargo, esto no siempre es tomado en cuenta y muchas veces el afán de perpetuar lo que parece que sirve, puede afectar los procesos productivos en las empresas y, por tanto, sus áreas financieras al obtener bajas ganancias de sus ventas.

Así pues, tomando en todo esto en cuenta, existe la necesidad de una adecuada documentación de algunos de los procesos productivos de la compañía a los que no se les ha dado la relevancia que se debería, ocasionando que estos procesos cuenten con datos históricos desactualizados e incluso obsoletos. Siendo una causa importante por la que la compañía se encuentra en desventaja respecto a su planificación presupuestaria, ya que al trabajar con datos erróneos puede incurrir en pérdidas o perder competitividad al ofrecer presupuestos errados.

La estandarización de estos procesos ofrece una mejor visión acerca de lo que se está realizando en la empresa y permite, además, conocer la capacidad de producción con la que cuentan actualmente, para de esta forma fijar metas de producción y la capacidad necesaria. Del mismo modo, la forma en que se lleven a cabo estos procesos repercute directamente en los costos de fabricación; costos como la mano de obra, la materia prima y servicios públicos, son los que determinan cuánto cuesta a la empresa producir una cantidad determinada de sus productos.

Es lógico concebir que los costos de producción tendrán un mejor rendimiento dependiendo de la cantidad que se solicite, ya que, por ejemplo, se usa la misma mano de obra para producir 50 kilogramos y para producir 100 kg, de este modo, si repartimos este costo por kilogramo producido, será beneficioso producir más para que el costo por kilogramo sea menor.

Sin embargo, no es tan sencillo como llegar a la conclusión de producir a máxima capacidad para abaratar costos, ya que, existe la limitante de capacidad de la empresa, relacionada con diversas variables como el tipo de fibra a producir, la referencia y, sobre todo, la cantidad. Para simplificar estas capacidades y hablar de estas cantidades en términos universales, se tienen las denominadas “escalas de producción” explicadas más adelante dentro de sus respectivos contextos.

Es debido a lo anterior que el conocer qué se está haciendo, de qué forma y en cuánto tiempo está tomando es vital para asegurar un control de los costos de la empresa y no incurrir en sobrecostos o excesos evitables que puedan afectar a la compañía. Si se está partiendo del supuesto de que el proceso toma más tiempo del requerido, los costos de producción aumentan, generando un aumento en sus presupuestos, lo que genera una pérdida de competitividad en el mercado, ya que, al ofrecer precios poco competitivos, los clientes pueden optar por proveedores más económicos; esto es importante debido a que, de tenerse un buen control de los procesos que permita conocer el costo real de producción, la empresa puede estar en una posición competitiva donde sus precios se comparen e incluso sean mejores que los de la competencia. Por otro lado, si la falta de control en los procesos ocasiona una idea errada de que sus procesos llevan menos tiempo del requerido, se incurriría en una subestimación de costos, ocasionando que los márgenes de ganancia respecto a las ventas se reduzcan o incluso lleguen a ser negativos, generando pérdidas a la empresa.

Por estas razones, la estandarización y el control de los procesos, es de gran importancia para la compañía, ya que les permite mantener su relevancia y competitividad frente al mercado de la industria textil, además el llevar estos controles acerca de los procesos productivos ofrece una amplia variedad de beneficios adicionales, ya que permite conocer la capacidad actual de producción y cómo puede llegar a su punto máximo gracias a la estandarización, además permite conocer la cantidad de mano de obra necesaria para suplir estas metas.

En complemento con lo anterior, la industria textil siempre ha sido un sector muy competitivo, en el que hay una disputa constante por acaparar la mayor parte de mercado posible, para lograr esto es necesario que las empresas siempre tengan presente la innovación y actualización constante de sus procesos, no sólo por competitividad, sino por la forma en que el mercado y las tendencias cambian; en este orden de ideas, el portafolio que maneja una compañía de estas varía constantemente y los enfoques en las diferentes materias primas y referencias puede estar en constante cambio.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Determinar y estandarizar los tiempos y operaciones que requieren los diferentes procesos productivos para llevarlas a un estándar y método propuesto para optimizar la gestión productiva en pro de lograr una planificación presupuestaria acorde a las necesidades de la compañía.

2.2 Objetivos específicos

- Conocer a profundidad y detalle los procesos completamente e identificar actividades críticas y factores de variabilidad que más influyan en los tiempos de producción y los costos operativos asociados.
- Documentar los procesos de producción y los estándares hallados para determinar el tiempo promedio de cada actividad, tomando en cuenta las diferentes variables como escalas de producción y tipos de referencias.
- Proponer mejoras operativas para los procesos estudiados para mejorar los tiempos y métodos de trabajo para también realizar un seguimiento adecuado de estas actividades para ser evaluados a futuro.
- Aplicar las herramientas y conocimientos teóricos adquiridos en la formación académica de Ingeniería Industrial y compararlos con herramientas y escenarios prácticos.
- Comparar métodos de trabajo para identificar las mejores alternativas que favorezcan la eficiencia y la producción.
- Analizar, intervenir y actualizar métodos y puestos de trabajo poco productivos o mejorables mediante herramientas de distribución de equipo, ergonomía, normas de SST, estudio de micro movimientos que permitan un mayor rendimiento en el trabajo de los colaboradores.

3. Marco teórico

Frederick Winslow Taylor, en su obra "Los principios de la administración científica" (Taylor, 1911), establece los fundamentos de lo que se conoce como la administración científica. Taylor subraya la importancia de medir los procesos para llegar a un "estándar", es decir, una manera en la que todos los Colaboradores puedan realizar sus tareas de manera similar y en tiempos equivalentes. Este enfoque se basa en la idea de descomponer un proceso en varias tareas pequeñas y repetitivas, lo que facilita tanto la ejecución uniforme de las operaciones como el seguimiento y control de dichas actividades. Este concepto está estrechamente relacionado con la metodología utilizada en la toma de tiempos de las actividades.

Del mismo modo, se pretende siempre tener presente que los Colaboradores son personas, no son máquinas, requieren entendimiento y saber que sus ritmos de trabajo pueden verse alterados, modificados varias veces en distintos períodos de tiempo, como se resaltan Frank B. Gilbreth y Lillian M. Gilbreth, en su obra "The psychology of management" (Gilbreth & Gilbreth, 1917). Los Colaboradores tienen el denominado "factor humano" el cuál reconoce que su rendimiento se ve afectado por sus motivaciones, necesidades y emociones. De un modo similar, la fatiga y la eficiencia están relacionados con los movimientos repetitivos de trabajo o "therbligs" como lo denominan en su libro; los movimientos repetitivos, si bien se hacen de una manera mecánica y casi automática, van generando una fatiga que hace que el rendimiento a lo largo de la jornada tenga un decrecimiento, por lo que tomar tiempos puede generar variaciones dependiendo en qué momento se hagan.

Autores más contemporáneos hablan de metodologías similares a las anteriormente propuestas, por ejemplo, en "Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo" (García, 2005), se discuten temas como descomponer las tareas en tareas más pequeñas para facilitar su entendimiento y hacer una toma de tiempos más sencilla que pueda ser menos variable, o cómo pueden realizarse estimaciones para no tener que depender del cronometraje de las actividades.

Para los temas de ergonomía se tomaron como referencia publicaciones como "Universidad de Santiago de Chile. Escuela de Arquitectura. (n.d.). Guía general ergonomía en la vivienda: Estándares antropométricos mínimos. Las dimensiones humanas en los espacios interiores." En el cuál se establecen posturas adecuadas para la comodidad de las personas; contrastándolo con

publicaciones como “Karwowski, W. (2005). Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. *Ergonomics*, 48(5), 436-463.” Donde se menciona como se pueden aplicar estos principios a las industrias, logrando una mejora en la eficiencia de los puestos de trabajo a la vez que se cumple con normativas de ergonomía para asegurar la salud de los colaboradores.

Finalmente, para la distribución de los puestos de trabajo que se van a intervenir, se toma como referencia lo aprendido a lo largo de la carrera en los cursos enfocados a estos, con un especial énfasis en la publicación del docente “Ríos Ortiz, E. L. (2013). Diseño de sistemas productivos. *Colombia: Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería.*” En el que se explican las diversas formas de distribuir puestos de trabajo y las consideraciones para poder ubicarlos en los lugares adecuados.

4. Metodología

Para la metodología se ha establecido un enfoque principalmente cuantitativo, en orden de trabajar con variables que pueden ser medidas de manera numérica, como lo son el tiempo, el peso, y la cantidad. Además, se otorga una variable cuantitativa a un análisis subjetivo que hace referencia a la valoración del trabajo del Colaborador que, si bien tiene en parte un componente subjetivo, también se puede entender como la comparativa objetiva del ritmo de trabajo a comparación de lo establecido.

Si bien se trabajaron tres áreas diferentes, al tener un objetivo en común, la metodología fue la misma en cuanto a teoría, lógicamente cambiaron algunas variables de interés como la forma de medir el estándar, sin embargo, en cada área se realizó un mismo método de aproximación al proceso:

4.1. Capacitación al personal

En esta fase introductoria se encuentran las diferentes formalidades, como la presentación del practicante y la explicación de la necesidad y la forma en que se procede.

En cada una de las áreas, mediante los *jefes de salón* o supervisores, se logra una corta reunión de los Colaboradores involucrados en el proceso a estudiar, en esta, el supervisor se encarga de informarles que el practicante estará con ellos durante algunos días estudiando el proceso y que es de interés alcanzar el mayor entendimiento posible mediante las explicaciones del proceso para responder a una necesidad de la compañía, en este punto se les explica la forma de trabajar, la cual implica documentar toda la información que brinden para poder asegurar un estudio efectivo, además, se les pone en conocimiento que una vez comprendido el proceso se realizará una toma de tiempos con el fin de medir el proceso y que, de ninguna forma, es una forma de medir la eficiencia de los Colaboradores para no afectar los posibles rendimientos.

4.2. Identificación del proceso

En esta fase se realiza un trabajo de campo que se divide a su vez en dos fases:

- Conocimiento general del proceso: en esta se entiende la importancia general del proceso, que áreas son dependientes o codependientes de este, a la vez que su

posición en la cadena productiva de modo que se consiga una concepción en la que se aborde qué áreas o procesos vienen antes o después.

- Conocimiento específico del proceso: cobra una relevancia significativa ya que es el objeto del estudio, en esta se comprenden las diferentes rutas que se pueden tener de acuerdo a las diferentes variables que se puedan presentar (escalas, referencias, títulos, entre otros) y cómo se desarrolla el método específico para cada una de estas.

Si bien el objeto principal del estudio es el conocimiento específico del proceso, no se debe pasar por alto el proceso de forma general, ya que, dependiendo de estos, el proceso a nivel específico puede variar, a modo de ejemplo, en el enconado de hilo, si el producto va para el cliente “*calcetería*” cada uno de estos debe ser empacado en bolsas individuales, contrario a cualquier otro tipo de cliente donde no requiere empacado individual.

Teniendo esto en cuenta, para el desarrollo de esto se trabaja en cercanía con los Colaboradores involucrados en el proceso productivo, de modo que explican cómo se trabaja el proceso, qué dificultades pueden presentarse y cómo solucionarlo, además se encuentran diversas formas de realizar actividades que, aunque no estén dentro del proceso establecido, generan un camino más eficiente para realizar una misma actividad.

El trabajo de campo realizado puede variar dependiendo de la complejidad del proceso y de la duración de este, ya que es necesario presenciar varias referencias o lotes de producción para tener un contexto del proceso y tomar en cuenta cada una de las diferentes actividades que se puedan presentar.

4.3. Documentación del proceso

Una vez se tenga un concepto general del proceso y de las diferentes rutas que pueda tener, se procede a documentar cada una de las actividades realizadas, de modo que quede registrado cómo se realizan, este proceso permite identificar similitudes entre métodos que se creían diferentes, como actividades que se repiten sin importar los demás factores, también las actividades que se ven únicamente bajo determinadas circunstancias y las actividades clave del proceso, donde se tienen los recorridos más prolongados y que determinan la correcta realización de todo el proceso.

En esta etapa se procede a descomponer los subprocesos en actividades para realizar su estudio a profundidad, de esta forma, se pueden controlar mejor las posibles variaciones a la vez

que se identifican las posibles afectaciones que se puedan ver, de este modo, una tarea de pueda durar cinco minutos, puede ser desglosada en actividades que permitan tener una mejor visión acerca de lo que se está realizando y que, dado el caso que no se haga de manera correcta, se identifique donde fue el punto de falla para así tratar los datos de una manera más sencilla.

4.4. Toma de tiempos

Una vez se tiene conocimiento del proceso y de las posibles variables que puedan afectarlo, se procede a realizar un estudio de tiempos con cronómetro, esta es la fase vital del proyecto, ya que todo lo demás se ha realizado para asegurar que se cumpla de manera correcta.

Para esto, gracias al desglose de actividades que se realizó anteriormente, se toma el tiempo que requieren todas y cada una de estas, prestando especial atención al método de trabajo para asegurar que estos datos no se desvíen o se vean afectados por anomalías que no encajan dentro de los lineamientos del proceso productivo.

Particularmente, para los procesos de *teñido de hilazas* y *enconado de algodón* no es relevante el Colaborador que lo realice, sin embargo, en *preparación de cuellos* cobra relevancia debido a las restricciones médicas que presenta el personal y cuyo estudio es de importancia para la compañía.

Cada uno de los estudios de tiempos en cada área tenía sus propias variables de interés y su propia forma de medir el estándar, del mismo modo, variables de medición como la valoración de los tiempos también estaban presentes.

4.5. Análisis y procesamiento de datos

Luego de obtener los tiempos, con la ayuda de las demás variables de interés se procesan de tal forma que se pueda llegar a los resultados en términos relevantes.

Las variables fueron tomadas en segundos y posteriormente convertidas a minutos, debido a que los estándares de la compañía incluyen siempre la variable en esta medida. Además variables como la cantidad procesada (en kilogramos o unidades), los suplementos, los cuales son otorgados por la compañía y varían entre las distintas áreas y la valoración del trabajo que hace referencia a la capacidad a la que se encontraba trabajando el Colaborador mientras se realizaba la toma de tiempos.

Luego de tener todos estos datos en una sola variable estándar de interés se procedía a realizar el estudio correspondiente según las necesidades de la empresa, como lo es su variación entre escalas, su cantidad procesada o las unidades realizadas.

4.6. Oportunidades de mejora

Luego de concluir con la toma de tiempos en la zona, se procede a realizar su respectiva documentación en la cual se explica lo que se encontró en el proceso, referente tanto a tiempos como a observaciones en el proceso, por ejemplo, cuáles dificultades se encuentran a la hora de realizarlo o qué cosas podrían hacer que el proceso se facilite, mediante diversos factores como mejoras tecnológicas, de personal o de capacitaciones.

El hallazgo de oportunidades de mejora permite dejar una marca en el proceso que pueda ser tomada en cuenta para realizarse en el futuro, de modo que permita mejorar el proceso en pro de disminuir tiempos requeridos, facilitar el trabajo o asegurar la integridad de los colaboradores.

5. Análisis de resultados

Para este apartado, se ha decidido dividir la muestra y en análisis de resultados para cada una de las áreas en específico, optando por una secuencia lógica acorde a lo evidenciado en metodología.

5.1. Teñido de hilazas

Este proceso se considera uno de los más complejos que se pueden encontrar debido a la gran cantidad de variaciones que puede presentar, considerando las diferentes variables disponibles. Estas variables son el tipo y tono de fibra y el peso a producir.

Para realizar un acercamiento con los colaboradores, mediante la ayuda del supervisor de área se reunió a los Colaboradores involucrados en este proceso y se les informó las actividades que se iban a realizar, tal y como se expuso en la metodología.

De este modo, mientras se realizaba el trabajo de campo surgían nuevas dudas, ya que no se tenía un método universal, sino que debían tenerse en cuenta varios factores acerca de la producción actual, principalmente porque, dependiendo del peso total de la producción, se debía producir en determinadas máquinas, que a su vez, también tomaban en cuenta el tipo de fibra, por tanto, la máquina a utilizar variaba constantemente.

Principalmente, se pueden catalogar en dos tipos de fibra: algodón y sintéticas, cada una de estas lleva su propio proceso con una diferencia de requisitos notable, haciendo que sea indiscutible la necesidad de separarlos como procesos casi aislados, con sus propias características y particularidades en cuanto a su ruta de procesamiento.

Luego de identificar los posibles caminos a elegir, se procede con una documentación de los procesos, en este se seleccionan las diversas actividades que puede tener el proceso productivo luego de ser separado por su tipo de fibras. A modo de ejemplo se explica la siguiente tabla:

Subproceso
Toma de pH
Centrifugado de muestras
Leer tarjetas
Descargue de máquina
Ingresar portamaterial en máquina
Ingresar químicos líquidos
Ingresar químicos en polvo
Toma de densidad
Toma de dureza
Atornillado de chapetas
Sacado de muestra

Tabla 1. Subprocesos de teñido

La anterior tabla muestra la forma en la que el proceso de teñido es descompuesto en subprocesos relacionados a los diferentes momentos en los que el Colaborador debe brindar atención al lote que se está produciendo, de este modo, es más sencillo identificar los requerimientos para realizar la toma de tiempos y observar las diferencias entre fibras, además de que, entre fibras iguales, cómo pueden variar los tiempos dependiendo la cantidad a producir.

Posteriormente, estos subprocesos son descompuestos en actividades sencillas que permitan estudiar los micromovimientos de los Colaboradores o las actividades que puedan tener mayor impacto en el subproceso.

Subproceso	Actividad
Toma de pH	Ir por el vaso de muestra
	Sacar muestra de agua
	Desplazarse a mesa de pH
	Introducir potenciómetro y esperar resultado
	Anotar valor y lavar el vaso de muestra
	Organizar vaso

Tabla 2. Descomposición de subproceso.

De esta forma se descompone en actividades el subproceso de toma de pH, es importante observar que cada una de las actividades guarda una diferencia significativa con la siguiente, de este modo, ir por el vaso de muestra representa un desplazamiento, mientras que sacar muestra de agua representa una acción, cada una de estas de una manera distinta, de tomarse ambas como una sola actividad, se tendría una gran variación, ya que el tiempo requerido para buscar el vaso de muestra es dependiente de la posición del Colaborador respecto a este, mientras que sacar la muestra de agua siempre va a tener una tendencia similar independiente de otros factores. Por otro lado, tanto la introducción del potenciómetro como la espera del resultado se catalogan como una sola actividad, ya que están completamente ligadas y dependientes entre sí, además de que la variación que se pueda presentar se ve reflejado en ambos casos.

Continuando con el orden metodológico establecido, y luego de haber segmentado las actividades, se procede con la toma de tiempos de cada una de estas actividades a lo largo del proceso, de esta forma.

Actividad	Descripción	Observación 1			
		Tiempo (min)	Valoración	Kilos	Estándar (min x kg)
Leer tarjetas	Ingresar usuario	0,2333	80%	31,09	0,0060
	Actualización del estado del lote	0,3500	85%	31,09	0,0096
	Enviar programación del lote a máquina	0,0833	90%	31,09	0,0024

Tabla 3. Tiempos para lectura de tarjetas.

En esta tabla podemos ver la forma en la que se clasifican los tiempos para el subproceso de “leer tarjetas”, en este vemos su segmentación por actividades y los tiempos en minutos que tardó dicha actividad. Además, observamos la valoración de cada una de las actividades, indicando a qué capacidad realizó la actividad el Colaborador, de esta forma se saca un estándar provisional según los kilogramos que se estaban produciendo. Para este caso, el estándar se toma como min/kg, es decir, cuántos minutos se están dedicando a realizar la actividad por cada kilogramo. Este estándar provisional se usará más adelante.

Además de hallar el estándar, si tomamos el tiempo de cada actividad y lo multiplicamos por su valoración respectiva y sumamos todos los tiempos valorados de las actividades por subproceso, obtenemos los tiempos estándar provisionales para cada uno de los subprocesos.

Subproceso	Algodón		
	Esc. Baja (min)	Esc. Media (min)	Esc. Alta (min)
Toma de pH	2,436	2,908	2,635
Centrifugado de muestras	1,624	1,014	1,624
Leer tarjetas	1,116	1,645	1,315
Descargue de máquina	2,542	2,840	3,249
Ingresar portamaterial en máquina	2,603	2,936	3,354
Ingresar químicos líquidos	0,300	0,300	0,300
Ingresar químicos en polvo	0,257	0,257	0,257
Toma de densidad	2,519	3,547	2,916
Toma de dureza	3,022	3,532	3,560
Presionado de material	0,147	0,295	1,473
Sacado de muestra	0,867	1,200	2,465

Tabla 4. Tiempos estándar provisionales para el algodón.

Aquí se puede ver el tiempo que lleva cada uno de los subprocesos para el tipo de fibra de algodón. Es importante recalcar que estos tiempos por subproceso son resultado de varias tomas de datos para el mismo subproceso para asegurar una explicación adecuada de la variabilidad entre Colaboradores, tiempos y actividades, estas muestras se promedian posteriormente para llegar a este estándar. Además, cada una de las filas denotadas por “Esc.” Hacen referencia a la escala de producción; anteriormente se denotaron los kilos trabajados y su respectivo tiempo; de acuerdo a lineamientos de la empresa que determinan los límites para que sea considerado de una u otra escala, se tomaron en cuenta sólo los tiempos que cumplieran este requisito de peso para llegar a este estándar provisional clasificado por escalas.

Algodón			Sintético		
Esc. Baja (min)	Esc. Media (min)	Esc. Alta (min)	Esc. Baja (min)	Esc. Media (min)	Esc. Alta (min)
17,432	20,473	23,146	19,580	22,792	35,307

Tabla 5. Total de tiempos por escala y tipo de fibra.

Continuando con esta lógica, al sumar los tiempos de cada una de las escalas llegamos al total de tiempos que se necesita la intervención del Colaborador en el proceso.

Una de las principales necesidades con la toma de tiempos de este proceso era analizar la forma en que variaban los tiempos por escala, ya que se pretendía que a mayor escala, requiriera más tiempo, lo cual se evidencia consecuentemente en cada tipo de fibra.

Sin embargo, estos datos aún necesitan ser expuestos a otras variables para llegar a su resultado final.

Subproceso	Veces por proceso algodón	Veces por proceso sintético
Toma de pH	4	3
Centrifugado de muestras	2	2
Leer tarjetas	1	1
Descargue de máquina	1	1
Ingresar portamaterial en máquina	1	1
Ingresar químicos líquidos	5	5
Ingresar químicos en polvo	5	5
Toma de densidad	1	1
Toma de dureza	1	1
Presionado de material	1	1
Sacado de muestra	2	2

Tabla 6. Veces por proceso.

Cada uno de estos subprocesos se realiza varias veces en el proceso, haciendo que estos tiempos tengan que afectarse por la cantidad de intervenciones necesarias, sin embargo, como estas actividades son idénticas entre sí, basta con sumar el número de veces necesarias según los datos que se tienen.

SUPLEMENTO
20%

Tabla 7. Suplementación.

Por otro lado, estos tiempos deben ser afectados por una suplementación, en este caso, la empresa lo define como el 20 %. Esta suplementación responde a factores que responde el Colaborador, como sus necesidades fisiológicas, la fatiga que desarrolla en el turno considerando

los factores ambientales a los que se expone y el hecho de que no es posible mantener un ritmo de trabajo del 100 % a lo largo de 8 horas.

Subproceso	Algodón			Sintético		
	Esc. Baja (min)	Esc. Media (min)	Esc. Alta (min)	Esc. Baja (min)	Esc. Media (min)	Esc. Alta (min)
Toma de pH	11,69	13,96	12,65	10,47	8,77	9,89
Centrifugado de muestras	3,90	2,43	3,90	3,90	3,90	3,90
Leer tarjetas	1,34	1,97	1,58	1,97	1,34	1,85
Descargue de máquina	3,05	3,41	3,90	3,05	3,36	3,90
Ingresar portamaterial en máquina	3,12	3,52	4,02	3,12	3,47	4,02
Ingresar químicos líquidos	2,52	4,80	6,80	2,52	4,80	6,80
Ingresar químicos en polvo	1,54	1,54	4,62	1,54	1,54	1,54
Toma de densidad	3,02	4,26	3,50	0	0	0
Toma de dureza	3,63	4,24	4,27	4,24	4,27	3,90
Atornillado de chapetas	0,18	0,35	1,77	3,97	7,93	19,83
Sacado de muestra	2,08	2,88	5,92	2,08	2,88	5,92

Tabla 8. Tiempos finales teñido

Consecuentemente, luego de tomar en consideración las dos anteriores variables, se obtienen los tiempos finales para el proceso de teñido, segmentado por tipo de fibra y escala de producción.

	Algodón			Sintético		
	Esc. Baja (min)	Esc. Media (min)	Esc. Alta (min)	Esc. Baja (min)	Esc. Media (min)	Esc. Alta (min)
TIEMPO TOTAL PROCESO POR ESCALA (min)	36,07	43,36	52,92	36,85	42,26	61,54
ESTÁNDAR (min/kg)	2,7744	0,6994	0,2160	4,6066	2,1128	0,3291

Tabla 9. Total tiempos de teñido.

Finalmente, se obtienen los tiempos totales del proceso de teñido de hilazas, que representa la suma de los subprocesos estudiados. Además, mediante un promedio aritmético otorgado por la compañía, se determinan los kilogramos promedio para obtener el estándar final de cada una de las escalas según su tipo de fibra, representando la segunda variable de interés dentro del estudio de tiempos.

De esta forma se hallaron los tiempos estándares para el proceso de teñido de hilazas, lo estándares según sus kilogramos y la forma en que se comporta el tiempo según la escala de producción, afirmando la hipótesis de que estos debían aumentar a medida que la escala lo hacía.

A modo de epílogo, un factor que contribuía a que estos tiempos aumentasen por escala, fue el factor desplazamiento. Ya que, algunas de las máquinas teñidoras estaban más cerca de puntos de interés que otras, por ejemplo, la mesa de pH está cerca de las máquinas de escala baja y más lejos de las de escala alta, ocasionando un aumento de tiempo para estas características. Para estas variables que requerían de desplazamientos se tomaron como referencia máquinas ya establecidas por el departamento de ingeniería que satisficieran las necesidades e intereses del estudio.

Máquinas de referencia	Algodón						Sintético					
	Escala Baja	Tiempo (min)	Escala Media	Tiempo (min)	Escala Alta	Tiempo (min)	Escala Baja	Tiempo (min)	Escala Media	Tiempo (min)	Escala Alta	Tiempo (min)
Ir por herramienta de muestreo	40	0,54	1	0,51	21	0,54	1	0,51	39	0,54	13	0,48
Desplazamiento mesa PH	40	0,54	1	1,07	3	0,74	1	1,07	39	0,54	13	0,96
Desplazamiento a centrifugadora	40	1,42	26	0,81	13	1,42	40	1,42	39	1,42	13	1,42
Desplazamiento a grúa	31	0,27	7	0,31	8	0,31	31	0,27	28	0,27	8	0,31
Desplazamiento de grúa	31	0,80	7	0,80	8	0,80	31	0,80	28	0,80	8	0,80
Desplazamiento a oficina	36	1,11	1	1,64	21	1,64	1	1,64	21	1,64	3	1,39

Tabla 10. Análisis de desplazamiento.

La anterior tabla explica la forma en que son tomadas estas referencias, dependiendo del tipo de fibra se toma una u otra referencia, algunas máquinas son capaces de realizar el proceso de ambas fibras y algunas no pueden con la misma escala entre estas mismas. Por tanto, se tienen las columnas que referencian el tipo de escala y el tiempo necesario para desplazarse de la máquina al punto de interés.

5.2. Enconado de hilos

Este proceso se considera como el más significativo dentro de la práctica académica, debido a que, en respuesta de una necesidad de innovación por parte de la empresa, se adquirieron nuevas máquinas para facilitar la automatización de este proceso. En este, una variable con una gran relevancia era la comparativa entre el proceso que se llevaba en las máquinas anteriores y si este seguía siendo pertinente para estas, o se debía cambiar este proceso.

En primer lugar, el proceso de capacitación con el Colaborador transcurrió con normalidad, donde se les informó los objetivos y las acciones que se iban a realizar. Sin embargo, para este proceso, se tenía una condición mutua de aprendizaje, debido a que los Colaboradores estaban

entendiendo y aprendiendo sobre el uso de esta máquina, ya que cambiaba mucho el procedimiento respecto a lo que estaban acostumbrados, presentando uno de los mayores retos, el desaprender.

Sin embargo, a medida que transcurría el estudio se encontraban nuevos y más eficientes métodos de realizar las actividades. De este modo, luego de un trabajo de campo para alcanzar un buen nivel de entendimiento de este nuevo proceso, se procedió con los pasos habituales de metodología.

Colaborador
Ir por tarjeta lote
Desplazamiento conos
Llenado de Adhesivos
Pegado de Adhesivos
Surtido de conos
Llenado de carrito
Colocado de bobinas
Enhebrado
Hilado
Reserva
Empacado (embolsar)
Organizado soportes
Traer bastidor
Barrer
Limpiado fin de lote

Tabla 11. Actividades Colaborador.

Al ser un proceso nuevo, lo primero que se estudió fue cual debía ser el debido proceso, esto tardó varios días hasta poder encontrar la mejor forma de realizar las actividades necesarias, en la anterior tabla se pueden apreciar las actividades necesarias para sacar un cono de hilo. Particularmente, la actividad “embolsar” es opcional según los requerimientos del cliente, sin embargo, se tomó como un caso recurrente para obtener los mayores tiempos necesarios en el proceso, además, un alto porcentaje mayor a la mitad de órdenes requiere esta actividad.

Para este proceso, no es necesaria su descomposición en subprocesos y actividades, debido a que directamente se encuentran realizando actividades que, de descomponerse en más pequeñas, entorpecería el trabajo debido a la complejidad de estudiar estos micromovimientos, de modo que tampoco era objeto de estudio o de interés en esta ocasión.

En relación con lo anterior, teniendo presentes estas actividades se procedió inmediatamente con la toma de tiempos, ya que el estudio y la evaluación de este proceso representaba una urgencia que debía solventarse cuanto antes.

Colaborador	Tiempo (min)
Ir por tarjeta lote	0,833
Desplazamiento conos	0,500
Llenado de Adhesivos	0,585
Pegado de Adhesivos	2,576
Surtido de conos	1,283
Llenado de carrito	0,932
Colocado de bobinas	1,0792
Enhebrado	6,561
Hilado	3,068
Reserva	3,231
Empacado (embolsar)	7,633
Organizado soportes	1,950
Traer bastidor	5,000
Barrer	2,500
Limpiado fin de lote	4,500

Tabla 12. Tiempos enconado.

De este modo se obtuvieron los tiempos promedio para la realización de un lote de conos equivalentes a la máxima capacidad de la máquina.

Enhebrado					
Tiempo	Valoración	Kg tanda	Título	Lote	T. estándar
0,167	100%	138,7	20/1	352862	0,167

Tabla 13. Ejemplo de tiempo tomado.

A modo de ejemplo se visualiza la anterior tabla, en la que podemos observar el tiempo observado para la actividad de enhebrado, junto a su valoración correspondiente, en este caso la variable T. estándar hace referencia al tiempo por su valoración, las variables de “kg tanda”, “título” y “lote” son variables de interés para realizar un estudio paralelo.

Intervención total (min) (Lote de 34 bobinas)
42,2

Tabla 14. Tiempo de intervención Colaborador.

De este modo, obtenemos el tiempo total de intervención del Colaborador para un lote de 34 bobinas, nuevamente, este tiempo es provisional y necesita ser relacionado con otras variables para obtener los resultados finales de interés. Para ello es necesario contextualizar acerca de los títulos de los hilos.

Título	Tiempo teórico máq (min)
20/1	28,50
30/1	41,33
36/1	49,67
40/1	54,17

Tabla 15. Títulos y tiempos de hilos.

Al referirse al “Título” de los hilos, se habla del calibre o grosor que estos presentan, particularmente, a medida que el numerador aumenta, el calibre es más delgado, esta es una variable importante, ya que enconar un título alto requiere unos parámetros distintos a uno bajo, del mismo modo que su tiempo aumenta, ya que, al contar con el mismo peso pero un calibre más delgado, el metraje de las bobinas aumenta.

Título	Tiempo ciclo máq (min)
20/1	42,1
30/1	54,8
36/1	63,2
40/1	67,6

Tabla 16. Tiempo de ciclo por título.

Sin embargo, no es lo mismo el tiempo necesario para enconar que el tiempo de ciclo de la máquina, la diferencia radica en el tiempo de preparación, en este orden de ideas, el tiempo de ciclo hace referencia a el momento en el que la primera bobina de hilo comienza a enconar, pasando por lo que se tarda toda la máquina en ser preparada y finalizando con el último cono listo.

Suplemento
20%

Tabla 17. Suplementación.

Los tiempos de los Colaboradores de igual forma son expuestos a suplementación, lógicamente los tiempos de maquinaria no requieren de esta afectación, el porcentaje fue definido por el área de ingeniería de la empresa.

Los datos anteriores corresponden a aplicar el mismo método que se trabajaba con la maquinaria anterior y aplicarlo a esta nueva. Sin embargo, se evidenció que gran porcentaje de la máquina se encontraba en detenimiento gran parte del tiempo, por lo que se comenzaron a buscar diferentes alternativas para mejorar la eficiencia operativa tanto del Colaborador como de la máquina.

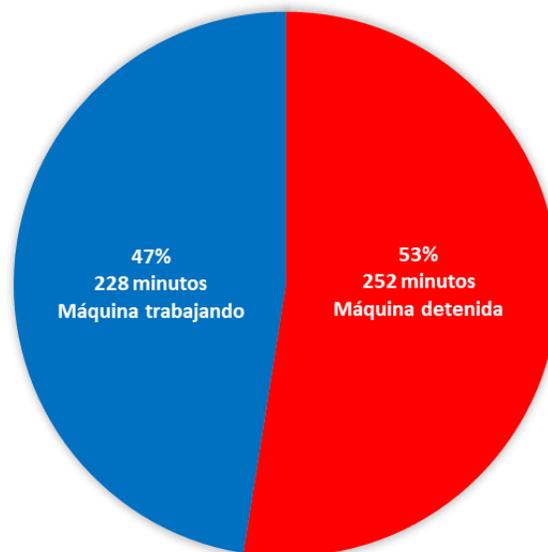


Ilustración 1. Eficiencia máquina.

Este método es conocido en la compañía como “maquinada” y hace referencia a preparar en su totalidad cada uno de los puestos de trabajo de la máquina y comenzarlos al mismo tiempo. Para este escenario en particular, cuando la máquina se encuentra trabajando, el Colaborador se encuentra en tiempo muerto y viceversa.

Al observar que la máquina sólo se encuentra trabajando el 39 % del tiempo, la urgencia de un método de trabajo que mejore esta eficiencia es notable, por tanto se consideraron otros dos escenarios para su evaluación.

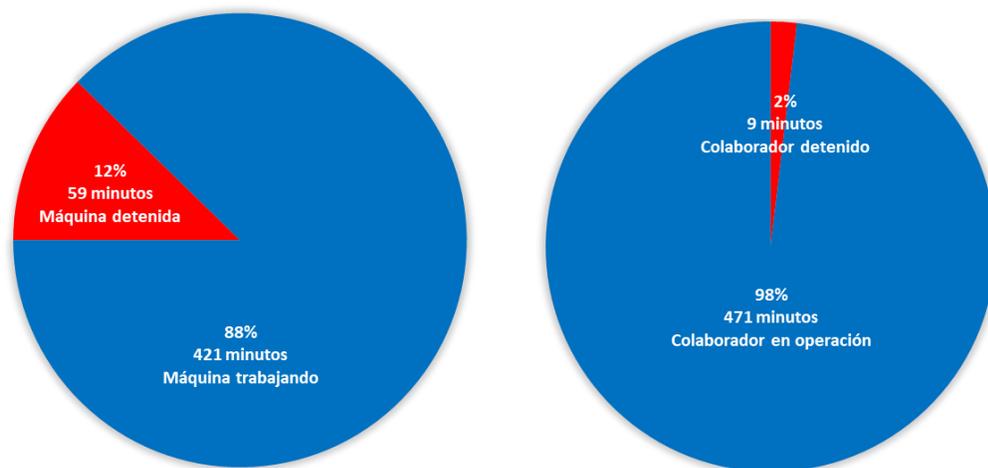


Ilustración 2. Análisis 1 a 1.

Una de las propuestas consistía en que a medida que se preparaba un puesto de trabajo en máquina, este arrancara inmediatamente, así, mientras se terminaba de preparar toda la máquina, ya los demás puestos de trabajo tenían una ventaja que les permitiera no tener en detenimiento continuo la máquina. Se observa un aumento enorme en la eficiencia tanto de maquinaria como de Colaborador, a modo teórico se podría ver como una opción viable y óptima, de igual modo, es necesario ahondar en la última propuesta.

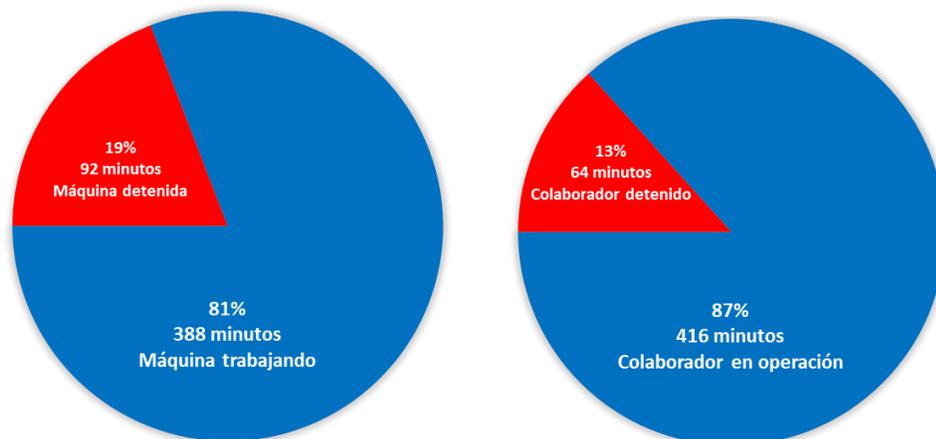


Ilustración 3. Análisis por grupos.

Finalmente, se tiene la propuesta de trabajo por grupos, esta consiste en dividir el total de puestos de trabajo de la máquina en tres partes casi iguales, de modo que se prepare en totalidad un grupo y se comience a trabajar al mismo tiempo, luego pasando al segundo grupo y del mismo modo con el tercer grupo. Notablemente este método combina tanto el modo de maquinada como el modo 1 a 1.

Si observamos los datos de una manera teórica, claramente no es la mejor opción ni la que mejores eficiencias presenta, siendo dominado en su totalidad por el método de trabajo 1 a 1. Sin embargo, esta fue la opción adecuada para el método de trabajo, por un factor clave que no se puede especificar en la teoría y es el factor de la **flexibilidad**.

En el método 1 a 1 el Colaborador está casi en la totalidad de su tiempo en operación con la máquina, preparando o finalizando lote, mas no tiene tiempo de ocio, sin embargo, dado el caso de que se presente algún contratiempo, la eficiencia se verá completamente afectada, debido a que los tiempos necesarios para solucionar fenómenos que puedan presentarse serán tomados directamente de tiempo productivo.

En el sector de enconado de hilos hay un factor clave que debe tenerse en cuenta, este es el reviente de hilo. Eventualmente, la máquina puede presentar fallas que no pueda solucionar por sí misma y requiera la intervención directa del Colaborador, estos son los revientes de hilo, lo cual resta tiempo disponible al Colaborador y aumenta el tiempo de ciclo de la máquina, ocasionando que sea un fenómeno de especial cuidado.

Título	Revientes promedio (en un lote de 34)	Revientes promedio por puesto
20/1	9	0,26
30/1	23	0,68
36/1	20	0,59
40/1	87	2,5

Tabla 18. Revientes de hilo.

A modo de respuesta, se realizó un estudio de estos revientes para un lote, evidenciando cuántas veces es necesario que el Colaborador intervenga la máquina para solucionar errores que se presenten. Se puede observar que el título 40/1 es el que más revientes presenta, generando una importante baja en la eficiencia de ambas partes, debido a que estos revientes se solucionan en segundo o en minutos dependiendo de su complejidad, la cual resulta en una variable aleatoria.

Por esta razón, de tenerse el método de trabajo 1 a 1, no habría ventana para solucionar estos revientes y se afectaría directamente la eficiencia. Por ello, gracias a la flexibilidad y el tiempo adicional que ofrece el método de trabajo por grupos, estos revientes pueden solucionarse de una mejor manera sin necesidad de repercutir directamente en la productividad o en tener que detener la máquina o el trabajo de preparación para solucionar estos errores.

5.3. Preparación de cuellos

El proceso de preparación de cuellos presenta diversas particularidades para su desarrollo, si bien forma una parte crucial de la cadena productiva de muchas referencias, es un área donde se deben tomar en cuenta varios factores a la hora de documentar y/o evaluar el desempeño de sus colaboradores.

Inicialmente, esta fase de la cadena productiva se constituye en su gran mayoría por personas que presentan algún tipo de patología o restricción médica, la cual, les impediría desenvolverse en otras áreas que requieran un tipo de esfuerzo físico. En esta área, los métodos de trabajo están establecidos de la mano de seguridad y salud en el trabajo (SST) para evitar en gran medida el esfuerzo físico y mental, por lo tanto, en esta área, sus respectivas labores se realizan sentados y sin exigencias productivas como cuotas de producción.

En este sentido, el trabajo desarrollado para este proceso, se centró principalmente en encontrar estándares acordes a la cantidad de productos que pueden realizar y compararlos con los reportes de producción de esta área, con la finalidad de obtener la capacidad teórica y real para posteriormente realizar una simulación que permita conocer cuántos colaboradores son necesarios para alcanzar una determinada cuota de producción.

Si bien el alcance de esta área permite realizar cuatro diferentes prendas que son cuellos, puños, fajones y perillas; el alcance del proyecto se limitó al estudio de sólo cuellos y puños, que son las prendas más comunes.

Operación
Picar
Desempatar (Cuello)
Deshilar (Cuello)
Medir 1 x 1 al 100
Remallar (Cuello)
Revisar y doblar (Cuello)
Cortar (Cuello)
Desdoblar (Cuello)
Empacar (Cuello)
Surtir

Tabla 19. Actividades de la preparación de cuellos.

Operación
Desempatar (Puños)
Deshilar (Puños)
Empacar (Puños)
Medir 1 x 1 al 100
Picar
Revisar (Puños)
Surtir

Tabla 20. Actividades de la preparación de puños.

Como en los procesos anteriores, se tiene en primera instancia identificación de las actividades que componen cada uno de los procesos correspondientes, muchas de estas actividades por un lado constan de intervalos de tiempo muy cortos por cada una de las unidades, otras actividades toman mas tiempo realizarlas pero se realizan a varias actividades de manera

simultánea, por lo que por ejemplo, el proceso de “picar” se realiza uno a uno en menos de dos segundos generalmente, y el proceso de “deshilar” se puede realizar a aproximadamente 20 unidades al mismo tiempo, haciendo que al obtener un estándar de minuto por unidad, el tiempo que se tarda se tenga que dividir entre las unidades realizadas, resaltando que, en este orden de ideas, deshilar una sola unidad toma el mismo tiempo real que deshilar 20 unidades, por lo que estos tiempos deben analizarse para establecer estándares adecuados ya que, la cantidad de unidades a deshilar depende tanto de la capacidad del colaborador como del tipo de referencia a trabajar.

TABLA EFICIENCIA GLOBAL			
Operación	Colaboradores (min x und)	Estándar (min x und)	Eficiencia
Picar	0,2033	0,0443	22%
Desempatar (Cuello)	0,2503	0,1752	70%
Deshilar (Cuello)	0,2022	0,0397	20%
Medir 1 x 1 al 100	0,2629	0,0775	29%
Remallar (Cuello)	0,3489	0,1566	45%
Revisar y doblar (Cuello)	0,2547	0,2188	86%
Cortar (Cuello)	0,2667	0,0842	32%
Desdoblar (Cuello)	0,1148	0,0688	60%
Empacar (Cuello)	0,1834	0,0185	10%
Surtir	0,1602	0,0650	41%

Tabla 21. Tiempos de la preparación de cuellos.

Para la correcta interpretación de la tabla es necesario apuntar que la columna “Colaboradores” muestra los minutos por unidad obtenidos según los reportes de producción que llenan los colaboradores y entregan al finalizar cada turno, se reporta cuánto tiempo se estuvo desempeñando la actividad y cuántas unidades se procesaron en ese tiempo, además de variables que muestran las referencias trabajadas, de este modo se obtienen datos acerca de los minutos por unidad que se produjeron para alimentar la base de datos.

Por otro lado, la columna “Estándar” hace referencia a los tiempos estándar obtenidos al realizar el estudio de tiempos, estos estándares representarían, según las indicaciones del departamento de ingeniería, el 100% de la capacidad de los Colaboradores, por lo que para este proyecto, variables como la valoración del trabajo pasan a un segundo plano debido a las

características especiales de los colaboradores; este estándar es útil para evaluar y contrastar los reportes de producción contra lo que se debería estar produciendo a una “capacidad del 100%”. A este término se le conoce como “Eficiencia” y es la última columna que se puede visualizar en la tabla.

Si bien a los colaboradores de esta zona no se les puede exigir una cuota de producción, si se puede conocer cuánto se está produciendo al día y cómo se comporta lo reportado a comparación de lo estudiado, también como un estudio complementario de ver si los reportes son consecuentes a lo esperado.

TABLA EFICIENCIA GLOBAL			
Operación	Colaboradores (min x und)	Estándar (min x und)	Eficiencia
Desempatar (Puños)	0,5078	0,4698	93%
Deshilar (Puños)	0,4466	0,5561	125%
Empacar (Puños)	0,0882	0,0218	25%
Medir 1 x 1 al 100	0,4066	0,0861	21%
Picar	0,4066	0,0588	14%
Revisar (Puños)	0,3817	0,0861	23%
Surtir	0,1238	0,0650	52%

Tabla 22. Tiempos de la preparación de puños.

Similar a la preparación de cuellos, se obtiene la tabla con los tiempos para la preparación de puños, esta se rige bajo las mismas características y objetos de la anterior con la diferencia que este proceso requiere considerablemente menos actividades.

EFICIENCIA GLOBAL
42%
Capacidad Estándar Indiv.
474,41
Capacidad Estándar x día
7590,53
Capacidad reporte actual
200,22
Capacidad reporte x día
3203,59

Tabla 23. Capacidades de preparación de cuellos.

Al encontrar las capacidades reales y teóricas, podemos llegar a las diferentes variables de interés de este modo:

- La capacidad estándar individual señala en teoría y según los tiempos estándares obtenidos, cuántos cuellos podría realizar un colaborador en un turno de trabajo de 450 minutos.
- La capacidad estándar por día, similar con la anterior, indica cuántos cuellos al día se pueden producir, esto se obtiene al multiplicar la capacidad individual por el número de colaboradores que son 16.
- La capacidad reporte actual en contraparte con la estándar, indica, según las hojas de reporte de producción, cuántos cuellos puede realizar un colaborador al día al ritmo que se indica en estas hojas.
- Finalmente, la capacidad reporte por día detalla cuántos cuellos pueden realizar los 16 colaboradores en un día según el ritmo reportado en las hojas de producción.
- La eficiencia global se obtiene de comparar los tiempos estándar contra los tiempos reportados para obtener el ritmo al que se encuentran trabajando respecto a estos.

EFICIENCIA GLOBAL
50%
Capacidad Estándar Indiv.
334,86
Capacidad Estándar x día
5357,75
Capacidad reporte actual
190,57
Capacidad reporte x día
3049,18

Tabla 24. Capacidades de preparación de puños.

Aquí se aprecian las variables y características anteriormente descritas pero para la preparación de puños, regidas bajo las mismas indicaciones y objetos de la tabla 23.

Eficiencia Colaborador 1.
35%
Capacidad actual
167,08

Tabla 25. Eficiencia individual.

Como un estudio complementario, se estudiaron las diferentes eficiencias de cada uno de los colaboradores, si bien llenan estas hojas con sus nombres propios, se opta por no presentar nombres propios para este caso.

Siguiendo con la misma lógica de los anteriores resultados, la eficiencia del colaborador se obtiene de comparar sus reportes de producción con los estándares hallados y así saber cuál es la capacidad a la que se encuentra trabajando actualmente, de este modo ver los distintos comportamientos de cada uno de los colaboradores respecto al proceso ya que estos datos pueden servir a futuro según los lineamientos de SST.

Este proceso se repitió de manera similar en puños, por lo que se obvia dicha comparativa.

Para realizar	5000	Cuellos
En	1	días
Se necesitan	25,07	Colaboradores

Tabla 26. Requerimientos de producción en cuellos.

Finalmente, otra variable de interés, es determinar cuántos colaboradores se requieren para alcanzar determinada producción en determinado tiempo, por lo tanto, se crea una tabla que permita modificar las variables mencionadas y así obtener los colaboradores necesarios.

Es importante tener en cuenta que para esta tabla en particular, se analiza con los datos reportados, es decir, acorde al ritmo de trabajo y producción que se están reportando en las hojas de producción, principalmente, para llegar a una comparativa respecto a los estándares y las normas de SST.

Para realizar	5000	Puños
En	1	días
Se necesitan	26,24	Colaboradores

Tabla 27. Requerimientos de producción para puños.

Se replicó el estudio anterior para el proceso de puños.

Para realizar	5000	Cuellos
En	1	días
Al	70%	de capacidad
Se necesitan	15,06	Colaboradores

Tabla 28. Simulación teórica con estándares para cuellos.

Actualmente en la compañía, debido a las restricciones anteriormente explicadas, se sabe que para el estudio de estándares y producción, esta área no se puede tomar como las demás, sin embargo, desde SST, se ha tenido la propuesta de asignar un verdadero porcentaje de capacidad o restricción, según los lineamientos y los estudios de esta área. Este porcentaje de restricción a fecha de hoy no es una realidad, no se tienen datos de este y lleva un tiempo considerable siendo una propuesta, por tanto, se optó por realizar una simulación en la que se pretende que este porcentaje pueda ser del 70%, un porcentaje otorgado por el departamento de ingeniería que puede acercarse al porcentaje real que puede generarse.

De este modo, partiendo de los tiempos estándares conseguidos, se pretende conocer el número de colaboradores, a una capacidad del 70% para realizar 5000 cuellos en un día. El resultado de esto, indica que se necesitan cerca de 15 colaboradores en contraste de los casi 25 colaboradores que se necesitan según la tabla 26, en la que se evalúa esto mismo según los reportes de producción, sugiriendo principalmente dos posibles casos: las hojas de producción no se están llenando adecuadamente o los colaboradores están trabajando a ritmos alarmantemente bajos incluso luego de haber valorado la capacidad sobre el 70%, lo que sugiere que es necesaria una investigación mas detallada acerca de estos comportamientos dentro del proceso.

Para realizar	5000	Puños
En	1	días
Al	70%	de capacidad
Se necesitan	21,33	Colaboradores

Tabla 29. Simulación teórica con estándares para puños.

De forma similar se evidencia el comportamiento anteriormente explicado para el proceso de puños, donde se contrasta con la tabla 27 en la que se requieren casi 26 colaboradores para suplir la cuota de producción.

De esta forma se concluye el análisis de resultado para las tres áreas estudiadas, estos resultados fueron presentados y avalados por el departamento de Ingeniería de Crystal, cumpliendo con los requisitos y especificaciones otorgadas.

6. Conclusiones y recomendaciones

- Los métodos de trabajo adquieren una importancia trascendental en cualquier proceso productivo, dependiendo de la forma en que estos se desarrollen pueden variar los tiempos requeridos en los diferentes procesos, positiva o negativamente; además, el correcto cumplimiento de estos asegura la seguridad y la salud de los colaboradores a la vez que se vela por una alta calidad en los productos terminados.
- Crystal contó con la oportunidad de realizar una adquisición de maquinaria en pro de la mejora de sus productos, esta adquisición permitió a su vez una mejora en la eficiencia operativa tanto de los colaboradores como de la maquinaria adquirida.
- El aprovechamiento de las oportunidades de mejora en los puestos de trabajo, por ejemplo en el nuevo método de enconado, permitió una mejora importante y muy significativa en los tiempos de trabajo en los que colaborador o maquinaria se encontraban en un detenimiento total, ocasionando que mediante una reestructuración de los métodos de trabajo, estos tiempos pasaran a ser productivos.
- Según la teoría, en las escalas de producción, los tiempos y los costos se distribuyen a medida que se trabajan más kilogramos o unidades, esto se pudo observar en el proceso de teñido de hilazas, donde se observó que los estándares de minuto por kilogramo disminuían a medida que la escala aumentaba, sugiriendo que los tiempos se distribuyen de mejor manera e impactando directamente en costos y cotizaciones.
- Los puestos de trabajo juegan un papel crucial en el desarrollo de los procesos y los productos, puestos de trabajo no aptos para realizar las tareas pueden complicar todo el proceso, generando retrasos o problemas de salud en los colaboradores, por lo que de la mano de seguridad y salud en el trabajo se deben estudiar los puestos de trabajo cumpliendo con normativas de ergonomía.
- La constante revisión y actualización de los estándares es igual de importante que su estudio; se hacen con el fin de mantener relevantes los datos obtenidos y no caer en obsolescencias que obliguen a realizar nuevos estudios debido a no tener en cuenta variables como cambios de procesos, métodos, colaboradores, etc.

- La diferencia entre la teoría y la práctica, como estudiante de Ingeniería Industrial fue una observación muy relevante, la forma en que lo estudiado y lo observado puede cambiar, las veces en que no siempre se puede seguir la teoría al pie de la letra y donde es necesario tener cierta flexibilidad en estos casos.

Personalmente, este fue mi mayor aprendizaje y enseñanza para con mi vida profesional, a la vez que se obtuvo mucho aprendizaje en esta práctica académica, de tener que escoger un aprendizaje sobre el resto, consideraría que es este.

Referencias

- García, R. (2005). Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. McGraw-Hill Interamericana.
- Gilbreth, F. B., & Gilbreth, L. M. (1917). The psychology of management. Sturgis & Walton Company.
- Karwowski, W. (2005). Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. *Ergonomics*, 48(5), 436-463.
- Ríos Ortiz, E. L. (2014). *Diseño de sistemas productivos*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería.
- Taylor, F. W. (1911). Los principios de la administración científica. Harper & Brothers.
- Universidad de Santiago de Chile. Escuela de Arquitectura. (n.d.). Guía general ergonomía en la vivienda: Estándares antropométricos mínimos. Las dimensiones humanas en los espacios interiores.

Anexos

Anexo A.

Departamento de Ingeniería Industrial

Estandarización de métodos y procesos productivos para la mejora de presupuestos de Crystal S.A.S.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ingeniería

PRACTICANTE: Miguel Ángel Díaz Herrera

PROGRAMA: Ingeniería Industrial

ASESORES: Marisol Yamile Marín Osorno y Claudia Cardona Sánchez

MODALIDAD DE PRÁCTICA: Semestre de Industria

Crystal S.A.S. es una empresa del sector textil con reconocidas marcas como Gef, Punto Blanco y Galax. Entre sus numerosos procesos, se abordaron tres que requerían una intervención importante, estos son:

TEÑIDO DE HILAZAS.

ENCONADO DE HILOS.

PREPARACIÓN DE CUELLOS.

Mediante detallados trabajos de campo y análisis en los diferentes procesos, se alcanzaron los objetivos propuestos para cada una de las áreas.



Introducción

El Proyecto pretendió encontrar los tiempos estándar de diferentes procesos dentro de la compañía Crystal S.A.S., cada uno con diferentes objetivos:

- Hallazgo de tiempos estándar en un proceso definido.
- Estandarización del proceso desde cero.
- Cálculo de capacidad y personal requerido mediante los resultados.



Metodología

Trabajo de campo exhaustivo para el entendimiento y documentación del proceso; en el cual se establecen variables mayoritariamente cuantitativas, además, algunas variables fueron expuestas a un criterio subjetivo del analista debido a su naturaleza y la forma de evaluarlas.

- Tiempos estandarizados.
- Detectados mejores métodos de trabajo que mejoraron la eficiencia.
- Simulaciones para determinar la capacidad y la mano de obra necesaria.



Resultados

Cuellos

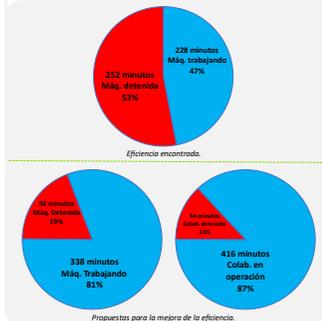
EFICIENCIA GLOBAL	
42%	
Capacidad Estándar Indiv.	474,41
Capacidad Estándar x día	7990,53
Capacidad reporte actual	200,22
Capacidad reporte x día	3203,89

Para realizar	5000	Cuellos
En	1	días
Se necesitan	25,07	Colaboradores

Teñido

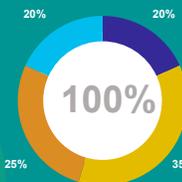
	Algodón			Sintético		
	Esc. Baja (min)	Esc. Media (min)	Esc. Alta (min)	Esc. Baja (min)	Esc. Media (min)	Esc. Alta (min)
TIEMPO TOTAL PROCESO POR ESCALA (min)	36,07	43,36	52,92	36,85	42,26	61,54
ESTANDAR (min/kg)	2,7744	0,6994	0,2160	4,6066	2,1128	0,3291

Enconado



Objetivos

- ✓ Determinar y estandarizar los tiempos y operaciones de los diferentes procesos productivos.
- ✓ Estudiar a detalle los diferentes procesos para garantizar el estudio de la mayor cantidad de variables posibles.
- ✓ Encontrar y proponer mejoras operativas que contribuyan a la mejora de la eficiencia.
- ✓ Documentar los estudios realizados para conservar una trazabilidad en el tiempo.



Conclusiones

- ✓ Adquisición de maquinaria como una forma de aumentar la eficiencia, garantizando el retorno de la inversión.
- ✓ Importancia de los métodos de trabajo tanto operativa como personalmente.
- ✓ Constante revisión y actualización de estándares para conservar su relevancia y evitar caer en la obsolescencia para volver a empezar.
- ✓ Existencia notable entre la teoría académica y su ejecución en el ambiente.

DATOS DE CONTACTO DEL AUTOR:

3013092850

+57 301 309 2850

mangel.diaz@udea.edu.co

madh.nes

<https://www.linkedin.com/in/miguel-angel-diaz-herrera-340b64337/>

Póster presentación jornada académica.

https://drive.google.com/file/d/19fOlzEKA15EIZcHE_84E9AggFqZuwX-z/view?usp=sharing