



55-68

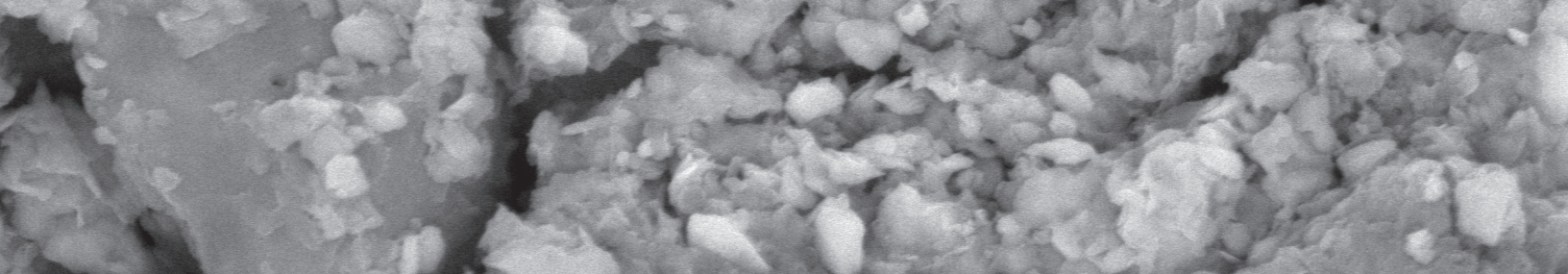
ANÁLISIS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN “CUELLO CAMISERO”, A TRAVÉS DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA EVENTOS DISCRETOS PROMODEL®.

ANALYSIS OF THE PROCESS OF CONFECCION “NECK SHIRT”, THROUGH THE SIMULATION SOFTWARE FOR DISCRETE EVENTS PROMODEL®.

Ana Rosa Bocachica Pineda
arbocachica@misena.edu.co
Aprendiz

Miguel Ángel Pardo Gutiérrez
miguelpg@misena.edu.co,
Instructor

Karen Dayana Hernández Castañeda
kdhernandez19@misena.edu.co
Aprendiz



RESUMEN

Se describe la experiencia realizada por aprendices del programa de Tecnología en Confección del Centro de Manufactura en Textil y Cuero de la Regional Distrito Capital, en relación con un ejercicio de simulación del proceso de confección "cuello camisero", a través del software para eventos discretos PROMODEL®. El trabajo se desarrolla en la empresa denominada "Confecciones de la Montaña" y busca analizar el comportamiento de los tiempos recolectados para cada operación del armado del cuello, para su posterior análisis de distribución estadística con la herramienta STAT::FIT Promodel®. Como resultados se obtiene el algoritmo de simulación de cada tiempo para el ingreso en el sistema y ser simulado para analizar los datos de salida.

PALABRA CLAVES

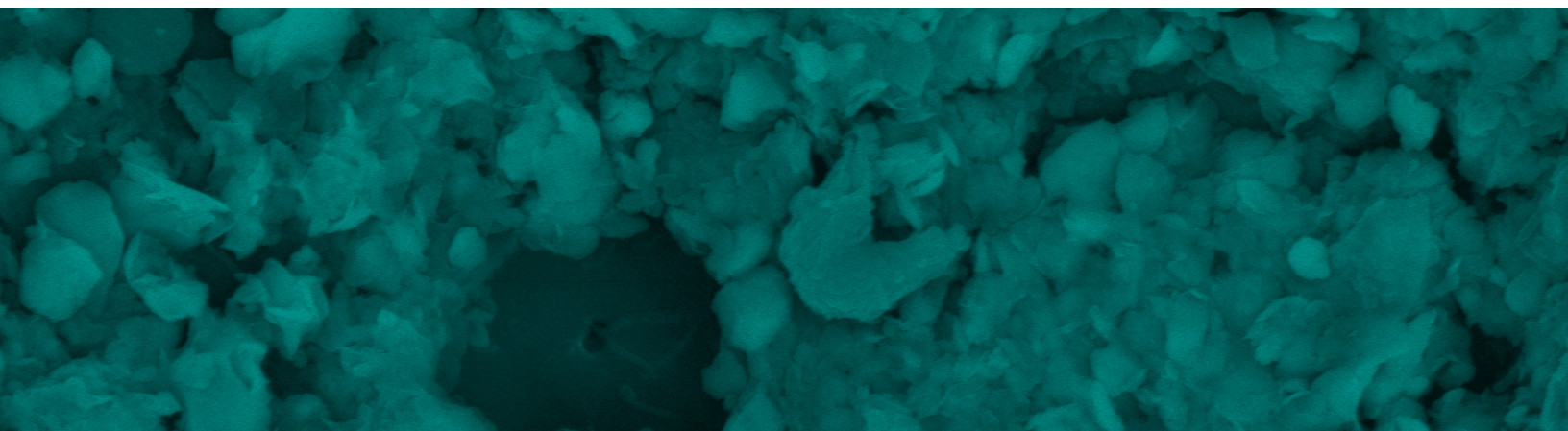
Confecciones, Simulación Discreta, Modelamiento, Modelo de Simulación, Proceso de fabricación, Estudio del trabajo, PROMODEL®.

ABSTRACT

This research describes the experience made by apprentices of the technology industrial clothing in the program of the Textile and Leather Manufacturing Center (TLMC) Regional Capital district, in relation to a simulation exercise of the manufacturing process "shirt collar", Through the simulation software for discrete Events Promodel®, in the Company "Confecciones de la Montaña" looking to analyze the behavior of the times collected for each operation of the assembly of the neck, for further analysis in statistics distribution with the tool STAT: FIT Promodel®, As results, the simulation algorithm of each time to enter the system and to be simulated to analyze the output data.

KEYWORDS

Dressmaking, Factory, Discrete Simulation, Modeling, Simulation models, Fabrication process, Work study, PROMODEL®.



1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los procesos utilizados para el análisis de las diferentes datos y variables que intervienen en procesos fabriles de manufactura textil, se han visto estancados en la utilización de algunas hojas de cálculo, programas con plantillas que toman solo una pequeña porción de las variables que intervienen en una empresa de confección o simplemente la experiencia y/o experticia de las personas que a través de los años han podido interpretar las variables en los procesos como la capacidad de los sistemas de producción, el tiempo de ejecución real de una actividad, la eficiencia real de un proceso, la influencia de los tiempos improductivos en los sistemas de producción, que les permiten generar acciones correctivas y preventivas para sacar adelante la producción pero en muy pocos casos predictivas al no poder tener una herramienta que les permita generar prospectiva sobre el mismo.

Como dice Taha, Simulación. (1991) "Los datos determinísticos realizados en hojas de cálculo estático, no ofrecen un escenario real sobre los sistemas de manufactura los cuales tienen variabilidad e interdependencia", generando una alta probabilidad de error al tomar decisiones con la información obtenida con estas técnicas.

En la planeación de los procesos industriales se hace cada vez más importante conocer métodos y herramientas que permitan predecir aspectos del comportamiento de un sistema; la modelación y simulación son herramientas que pueden brindar información relevante sobre bloqueos en un proceso, identificación de cuellos de botella, optimización en la asignación de las cargas de trabajo, diseño de nuevos modelos de distribución (Layout), creación de escena-

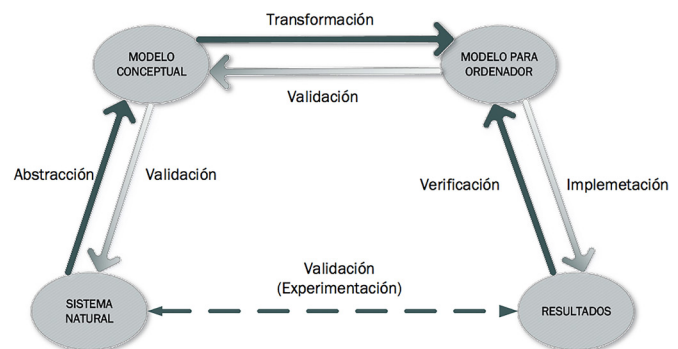
rios alternativos de proceso, reducción de tiempos de ciclo y niveles de inventario, realización de costeo basado en actividades, entre otras; las cuales, son de relevancia para la toma de decisiones.

Este trabajo busca a través de la simulación del proceso de confección del "cuello camisero", realizar un análisis, no solamente del proceso sino del comportamiento de los datos y la distribución estadística de los tiempos de operación, en el caso concreto de confección industrial, a través del software de simulación para eventos discretos PROMODEL®, buscando así nuevas herramientas interactivas que permitan la formación de los aprendices Sena, en la importancia de la simulación en la planeación empresarial del sector de la confección.

2. METODOLOGÍA

El proceso se enmarca en la investigación aplicada y cuenta con un diseño metodológico conformado cuatro etapas, atendiendo a los criterios dados por Barceló (1996) y se representan en la figura 1.

Figura 1. Etapas de Construcción del Modelo



Fuente: Jaime Barceló, Simulación de Sistemas Discretos. (Barceló, 1996)

2.1 PRIMERA ETAPA:

Descripción del “Sistema Natural”, proceso de confección “cuello camisero”

En esta etapa se identifican las características del sistema natural a simular (proceso de confección del cuello camisero), reconociendo las variables que lo componen a través del software Promodel® en su versión académica.

2.2 SEGUNDA ETAPA:

Realización del Modelo Conceptual.

Para la recolección de datos se realiza la toma y registro de los tiempos con cronómetro a cada una de las operaciones del sistema a modelar. Para ello se busca un “trabajador calificado”, definido como “un promedio representativo de aquellos empleados que están completamente capacitados y pueden realizar de manera satisfactoria cualquiera o todas las etapas del trabajo involucradas, de acuerdo con los requerimientos del trabajo bajo consideración”. (Niebel & Freivalds, 2014). Inicialmente no se realiza calificación del desempeño del operario para evitar variabilidad del tiempo.

Para calcular el número de observaciones requeridas en la toma de tiempos, se tiene en cuenta que el estudio sólo involucra muestras pequeñas ($n < 30$) de una población; se usa una distribución t.

La fórmula del intervalo de confianza es (Taha, 1991):

$$\bar{X} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

El término con \pm se puede considerar un término de error expresado con una fracción de

\bar{X} :

$$k \bar{X} = \frac{t s}{\sqrt{n}} \quad \text{Donde } k = \text{a una fracción aceptable de } \bar{X}:$$

Niebel & Freivalds (2014) calculan que si se despeja n , se obtiene:

$$n = \left\{ \frac{t s}{k \bar{X}} \right\}^2 \quad \text{Ecuación para obtener número de observaciones requeridas en toma de tiempos}$$

2.3 TERCERA ETAPA

Modelo para Ordenador

Se toma el modelo conceptual y se transforma en un algoritmo para modelarlo por ordenador. Así, después de determinar el número de observaciones mínimas para asegurar una confianza de los datos del 95% se decide tomar 30 a 50 datos, para disminuir la desviación de los datos y dar una mayor aceptabilidad al momento de definir el tipo de distribución.

2.4 CUARTA ETAPA

Resultados

Se revisan los datos de salida de la simulación y se analizan los resultados del proceso de validación con el sistema natural modelado. Este proceso se realiza con un ejercicio comparativo contra videos tomados en la empresa “Confecciones de La Montaña”.

3. RESULTADOS Y ANALISIS

A continuación, se presentan los resultados del proceso de investigación de acuerdo con las etapas de desarrollo.

3.1 PRIMERA ETAPA

Se identifican las siguientes variables para el proceso de confección de cuello camisero.

Locaciones (Locations): Las locaciones representan lugares físicos fijos en el sistema donde ocurren las cosas. Villareal Paras (2005).

FASHION MAPPING

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
SEMILLEROS TECHMODA

Fuente: Centro de Manufactura en Textil y Cuero



- Las locaciones pueden ser objetos como máquinas, o una estación de trabajo. Para el sistema a modelar, se toman 7 operaciones identificadas en la tabla 1.

Tabla 1. Locaciones por modelar en el sistema

Locaciones	Descripción de la Operación Realizada en Cada Locación
OPERACIÓN_1	Unir Cuello Superior.
OPERACIÓN_2	Voltear cuello superior y sacar puntas.
OPERACIÓN_3	Pespunte contorno de cuello superior a ¼ de pulgada
OPERACIÓN_4	Dobladillar borde de cuello inferior (Pie de cuello).
OPERACIÓN_5	Unión de cuellos superior y cuello inferior (Pie de cuello).
OPERACIÓN_6	Sentar cuello inferior pespuntando a 1/16 de pulgada.
OPERACIÓN_7	Pegar y asentar cuello a camisa + marquilla

Fuente: Elaboración de Autor

Entidades (Entities): Cosas que “se mueven a través” del modelo se llaman “entidades”. Algunos ejemplos incluyen piezas, productos, personas o documentos. Las entidades viajan de locación a locación, realizando actividades. Villareal Paras (2005). Para analizar los materiales que ingresan al sistema, el producto en proceso y producto de salida, se toman 3 entidades para el modelo, se registran en la tabla 2.

Tabla 2. Entidades por modelar en el sistema

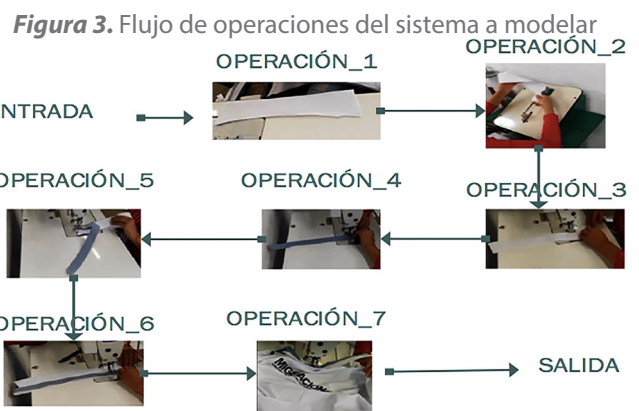
Entidades	Descripción de la Entidad
ENTIDAD_1	Material de entrada
ENTIDAD_2	Producto en proceso
ENTIDAD_3	Producto terminado – Salida del proceso

Fuente: Elaboración propia.

Llegadas (Arrivals): Cuando una entidad aparece inicialmente en una locación en el modelo, se le llama llegada. Las llegadas pueden ocurrir de acuerdo con el tiempo, o a alguna otra condición. Villareal Paras. (2005).

La cantidad de arribos programados al sistema va a estar determinado por el tiempo de simulación, siendo esta la variable limitante, el número de entidades que ingresan a cada una de las locaciones es de 1, dado que el operario sólo puede operar una a la vez.

El modelo observado en la empresa se representa en la figura 3

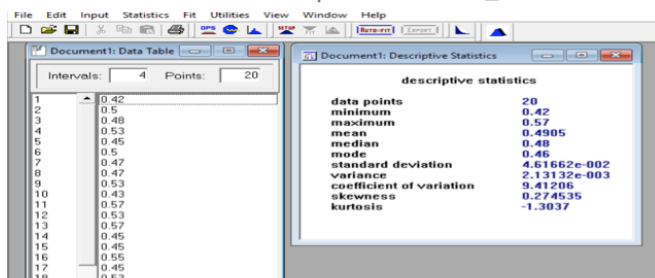


Fuente: Elaboración propia.

3.2 SEGUNDA ETAPA

Se realiza un estudio piloto de 20 tiempos para cada uno de las operaciones y los datos son analizados con estadística descriptiva con la herramienta de calculo digital que incluye el software Promodel® denominada Stat::Fit. Para la OPERACIÓN 5. Unión de cuellos superior y cuello inferior (Pie de cuello). Se obtienen los siguientes resultados:

Figura 4. Resultados estadística descriptiva para 20 tomas de tiempo OPERACIÓN_5.



Fuente: STAT::FIT Promodel®

El estudio de 20 tomas de tiempos para la operación_5 muestra un promedio de $X=0.4905$, y una desviación estándar de $S=0.0461662$. Una probabilidad de error de 5% para 19 grados de libertad (20 menos 1 grados de libertad generando un valor de Distribución $t=2,093$. Resolviendo la ecuación se obtiene:

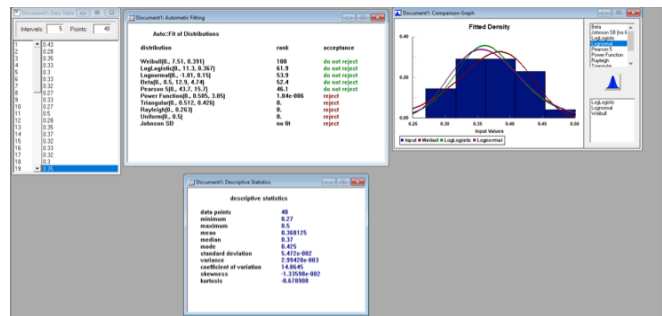
$$n = \left\{ \frac{2,093 * 0.0461662}{0.05 * 0.4905} \right\}^2 = 15,52 \cong 16$$

Observaciones, para asegurar la confianza requerida.

3.3 TERCERA ETAPA

Al analizar la operación_1, Unir cuello superior, con Stat::Fit de Promodel®, para 48 datos obtenemos la siguiente información de distribuciones posibles para el conjunto de datos.

Figura 5. Distribuciones Asociadas a la toma de datos de la operación operación_1, Unir Cuello Superior.

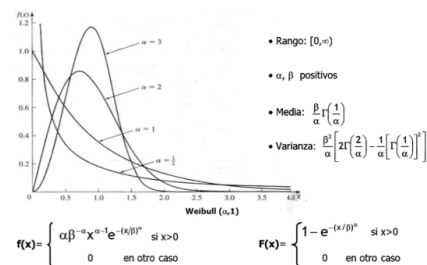


Fuente: STAT::FIT Promodel®

Se observa que existe un 100% de aceptación (No Rechazo), para un comportamiento de los datos con una distribución Weibull (0, 7.51, 0.391), un 61.9% de aceptación (No Rechazo), para un comportamiento de los datos con una distribución LogLogistic (0., 11.3, 0.367), un 53.9% de aceptación (No Rechazo), para un comportamiento de los datos con una distribución Lognormal (0., -1.01, 0.15), un 52.4% de aceptación (No Rechazo), para un comportamiento de los datos con una distribución Beta (0., 0.5, 12.9, 4.74), y un 46.1% de aceptación (No Rechazo), para un comportamiento de los datos con una distribución Pearson 5(0., 43.7, 15.7). Dado que los datos cumplen con varias estadísticas, se opta por realizar la simulación con la distribución Weibull (α , β), dado que puede servir para representar, por ejemplo, el tiempo para completar una tarea o el tiempo hasta el fallo de una máquina (Duncan, 1996).








Los resultados arrojados para cada una de las operaciones se resumen en la tabla 3.

Figura 7. Distribución Weibull (α , β).



Fuente: Simulación de sistemas discretos - Álvaro García Sánchez, Miguel Ortega Mier.

Tabla 3. Distribuciones estadísticas por operación "Do Not Reject"; analizadas por STAT::FIT Promodel®

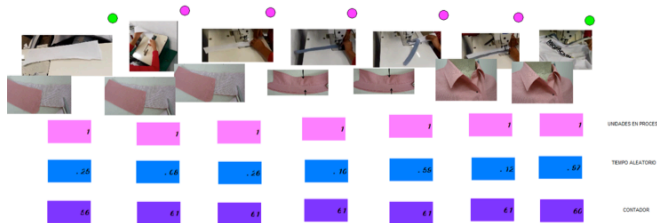
No.	Descripción de la Operación	Evidencias	Distribución estadística y algoritmo de programación por locación
1	Unir cuello superior.		TP_OPERACIÓN_1 = W(7.51, 0.391) WAIT TP_OPERACION_1 Var1 = ENTRIES (OPERACION_1)
2	Voltear cuello superior y sacar puntas		TP_OPERACIÓN_2 = W(7.03, 6.84e-002) WAIT TP_OPERACION_2 Var2 = ENTRIES (OPERACION_2)
3	Pespunte contorno de cuello superior a ¼ de pulgada.		TP_OPERACIÓN_3 = W(5.99, 0.213) WAIT TP_OPERACION_3 Var3 = ENTRIES (OPERACION_3)
4	Dobladillar borde de cuello Inferior (Pie de Cuello).		TP_OPERACIÓN_4 = W(6.73, 0.106) WAIT TP_OPERACION_4 Var4 = ENTRIES (OPERACION_4)
5	Unión de cuellos superior y cuello inferior (Pie de Cuello).		TP_OPERACIÓN_5 = W(11.6, 0.512) WAIT TP_OPERACION_5 Var5 = ENTRIES (OPERACION_5)
6	Sentar cuello inferior pespuntando a ⅙ de pulgada.		TP_OPERACIÓN_6 = W(16.6, 0.121) WAIT TP_OPERACION_6 Var6 = ENTRIES (OPERACION_6)
7	Pegar y sentar cuello a camisa + marquilla		TP_OPERACIÓN_7 = W(18.4, 0.971) WAIT TP_OPERACION_7 Var7 = ENTRIES (OPERACION_7)

Fuente: Elaboración del Autor

3.4 CUARTA ETAPA

Se realiza la simulación por 1 hora con los datos obtenidos

Figura 8. Modelo simulado en Promodel® por 1 hora



Fuente: Elaboración del Autor. Software de Simulación Promodel®

Los resultados asociados a la capacidad individual por locación se muestran en la tabla 4, donde se encuentra por el Output Viever de Promodel®, los resultados del porcentaje de operación en cada locación. Se observa que la OPERACION_2 es la que menos trabajo realizó, con tan solo un 6.58% de operación mostrando, un cloqueo del 80.04% y 13,38% de inactividad y la OPERACION_7 fue la que más trabajo realizo con un 95% de operación, con tan solo un 5% de inactividad y 0% de bloqueos.

La inactividad de las operaciones se da por ausencia de trabajo y los bloqueos se definen cuando las locaciones han terminado sus procesos, pero estos no pueden empezar con otra entidad, dado que la operación siguiente no ha terminado y quedarían a la espera. Situación que se presenta puesto que la simulación está programada para que no haya inventario entre locaciones.

Tabla 4. Capacidad individual por locación

LOCACIÓN	% OPERACIÓN	% INACTIVO	% BLOQUEADO
OPERACIÓN 1	34.58	40.89	24.53
OPERACIÓN 2	6.58	13.38	80.04
OPERACIÓN 3	19.73	5.00	75.27
OPERACIÓN 4	9.62	5.00	85.38
OPERACIÓN 5	50.63	4.99	44.38
OPERACIÓN 6	11.89	5.00	83.11
OPERACIÓN 7	95.00	5.00	0

Fuente: Elaboración propia.

El número de procesos terminado en el sistema es 60 entidades, dado que la OPERACIÓN_7 tiene un tiempo de $W(18.4, 0.971)$, siendo el mayor tiempo y definiendo este la capacidad del sistema, el tiempo de modelado es de 60 min y el tiempo aproximado de esta operación es de 1 min.

Se muestra claramente que al aumentar o fusionar la OPERACIÓN_1 y OPERACIÓN_2, se aumentaría la capacidad del sistema teniendo en cuenta sus altos porcentajes de inactividad y bloqueo.

Al conocer los datos arrojados por el simulador, se observan actividades claramente desbalanceadas en las cuales se puede aumentar la capacidad, tomando decisiones de reasignación de cargas de trabajo en el caso que se desee proceder en equipos para disminuir inventarios en proceso, o disminuir los bloqueos por operación, reprogramando las actividades en las jornadas combinando operaciones entre trabajadores, o aumentando la capacidad redistribuyendo el personal que interviene en el proceso, para ello se sugiere como uno de los posibles modelos de mejora la siguiente celda de trabajo:

Tabla 5. Cálculo de puestos teóricos

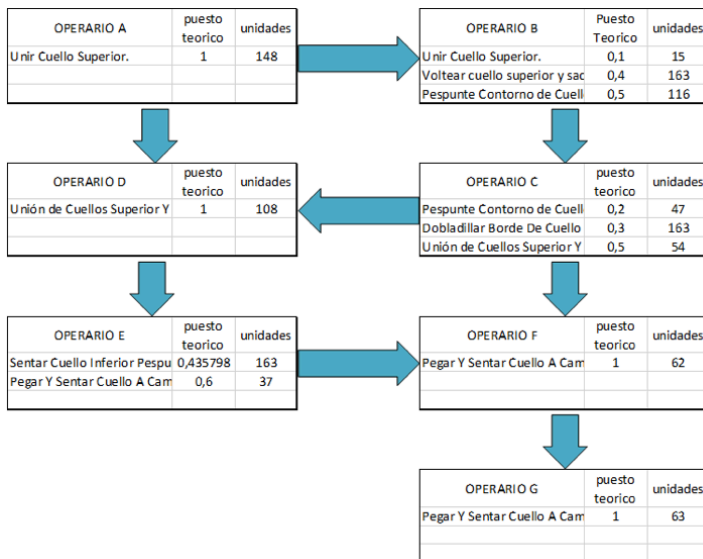
Numero de Operarios	7
Jornada (minutos)	60
Unidades proyectadas después de mejoras (1 Hora)	163

Descripción Operaciones	SAM	MIN NEC	Puestos Teóricos	Puestos Reales
Unir cuello superior.	0,4	65,370	1,1	A + B
Voltear cuello superior y sacar puntas	0,13	21,245	0,4	B
Pespunte contorno de cuello superior a ¼ de pulgada.	0,24	39,222	0,7	B + C
Dobladillar borde de cuello inferior (Pie de Cuello).	0,12	19,611	0,3	C
Unión de cuellos superior y cuello inferior (Pie de Cuello).	0,56	91,518	1,5	C + D
Sentar cuello inferior Pespuntando a 1/16 de pulgada.	0,16	26,148	0,4	E
Pegar y sentar cuello a camisa + Marquilla	0,96	156,887	2,6	E + F + G
TOTAL	2,57		7	

Fuente: Elaboración del Autor

Teniendo en cuenta los resultados de la simulación y los cálculos realizados en la tabla anterior podemos proponer una celda de trabajo al empresario, con el objetivo de producir 163 unidades terminadas reduciendo el inventario a cero al igual que los porcentajes de bloqueo e inactividad de los operarios, asignando las siguientes actividades:

Figura 9. Propuesta distribución de cargas de trabajo, después de simulación.



Fuente: Elaboración Propia.

Esta propuesta mejora en 103 unidades terminadas hora, reduciendo a cero los bloqueos entre operaciones y tiempos de inactividad y ocio, el desarrollo e implementación de este modelo queda como propuesta académica para ser expuesta al empresario, sin embargo se muestra la simulación como herramienta para la toma de decisiones en procesos de manufactura textil.

4. CONCLUSIONES

La simulación se evidencias como una técnica que permite hacer prospectiva del sistema sin destruirlo, incluyendo locaciones, entidades o recursos, inclusive alternando las escalas de tiempo según convenga. (Gallego, 2002)

Al analizar, modelar y simular pequeños sistemas de producción en confección industrial, el estudiante de Tecnología en Confección adquiere competencias básicas en sistemas (software) direccionadas a la administración de procesos productivos, fortaleciendo una actitud crítica y reflexiva acerca de la información disponible de estos (Fishman, 1978).

Los resultados generados por el Output Viever de Promodel®, permite realizar predicciones del impacto en indicadores claves y reducir significativamente el riesgo asociado a la toma de decisiones empresariales (Mochon, 2014), dado que se simula los sistemas y sus diferentes variables en períodos que permitan analizar el proceso en caliente, y sus diferentes interacciones.

Al realizar la simulación se determinan fallencias en el proceso, en las cuales se basa la propuesta de celda de trabajo donde pueden generarse modelos mejorados, que permitan incrementar el Throughput, implementar justo a tiempo reduciendo los inventarios, balanceo y asignación de cargas de trabajo en sistemas de producción.

Diseña nuevos layout (modelos de distribución), reducción de costos, reducción en duración de los ciclos y niveles de inventario, ayudar a crear escenarios alternativos

de procesos, eliminación de desperdicios, de tiempo, identificación de los cuellos de botella, como se muestra en la propuesta final, la cual se hace teniendo en cuenta el análisis inicial de simulación del proceso.

La simulación se muestra como una herramienta interactiva para que los aprendices SENA, puedan acercarse de una manera más real a los procesos en fabricación de prendas de vestir, realizar análisis y estudios del trabajo, y proponer mejoras que permitan justificar inversión de capital, programar la producción, expandir o consolidar plantas, reducir tiempos de espera, pensar con base a teoría de restricciones, entre otras, mostrando así la relevancia de la simulación en la planeación empresarial en el sector de las confecciones, como en la formación de los aprendices SENA.

5. BIBLIOGRAFÍA

Barceló, J. (1996). *simulación de sistemas discretos* (cuarta ed.). madrid: isdefe.

Castellanos, O. F. (2008). *Retos y nuevos enfoques en la gestión de la tecnología y del conocimiento*. bogotá: facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia .

Duncan, A. (1996). *Pruebas de Normalidad*. En A. Duncan, Control de Calidad y Estadística Industrial (págs. 619 - 622). Mexico, D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Fishman, G. S. (1978). *Conceptos y métodos en la simulación digital de eventos discretos*. Mexico: Limusa.

Gallego, J. (2002). *Introducción a la Simulación*. Universiad de Antioquia.

Ispizua, M. & Lavia, C. (2016). *El Análisis y la Interpretación de los Datos*. En M. Ispizua, & C. Lavía, LA Investigación Como Proceso. Planificación y desarrollo (Primera ed.). Madrid, España: Dextra Editorial, S. L.

KUME, H. (1993). *"Herramientas Estadísticas Básicas Para El Mejoramiento de la Calidad"*. BOGOTÁ, COLOMBIA: Grupo Editorial NORMA.

Meredith, J. (2002). *Planeación de la Capacidad*. En J. Meredith, Administración de las Operaciones. Un Énfasis Conceptual (Segunda ed., págs. 195 - 206). Mexico: Limusa Wiley, S.A de C.V.

Mochon, F. (2014). *La Toma de Decisiones y la Planeación*. En F. Mochon Morcillo, M. Mochon, & M. Saézn Mochon, Administración Enfoque por Competencias con Casos Latinoamericanos (Primera ed., pág. 564). México: Alfaomega Grupo Editor S.A de C.V.

Moreno, F. Marthe, N. & Rebolledo, L. A. (2012). *Cómo Escribir Textos Académicos según Normas Internacionales*. En F. Moreno, N. Marthe, & A. Rebolledo, Cómo Escribir Textos Académicos según Normas Internacionales (págs. 130 - 140). Barranquilla: Universidad Del Norte.

Munch, L. & José, G. M. (2017). *Fundamentos de la Administración* (Decimosegunda ed.). Mexico: Trillas.

Niebel, B. & Freivalds, A. (2014). *Estudio de Tiempos*. En B. Niebel, & A. Freivalds, Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, Estándares y Diseños (13° ed., págs. 307- 324). Mexico: Mc Graw-Hill.

ProModel, C. (12 de octubre de 2018). *Pro-Model*. Obtenido de <http://promodel.com.mx/>

Taha, H. (1991). *Repaso de la Teoría de la Probabilidad*. En H. Taha, Investigación de Operaciones (págs. 421 - 433). Mexico: Alfaomega, S.A. de C.V.

Taha, H. (1991). *Simulación*. En T. Hamdy, Investigación de Operaciones (Segunda ed., págs. 762 - 798). Mexico: Alfaomega, S.A. de C.V.

Villareal Paras, D. (2005). *Manuel de Promodel*. Mexico: PROMODEL México.

Forma de citar el artículo:

Pardo, M. Bocachica, A. Hernández, K. (2018). *Análisis del proceso de confección "cuello camisero", a través del software de simulación para eventos discretos promodel®*. Revista INNMODALAB (3) 55-68



FASHION MAPPING

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
SEMILLEROS TECHMODA

Fuente: Centro de Manufactura en Textil y Cuero