



UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA SEMIAUTOMATIZADA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA DE CONFECCIÓN DE CAMISAS DEL SENA CENTRO DE MANUFACTURA EN TEXTIL Y CUERO, BOGOTÁ

Use of Semiautomated Machinery in the Productivity of the SENA Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Bogotá

Miguel Ángel Pardo Gutiérrez
Jonatan Arley Fajardo Buitrago
Nilson Alexander Gómez Castañeda

Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA Regional Distrito Capital
Centro de Manufactura en Textil y Cuero (CMTC)

RESUMEN

ESTE ARTÍCULO TIENE COMO OBJETIVO ANALIZAR la incidencia en la productividad de la planta de confección de camisas SENA CMTC en Bogotá durante el tercer trimestre del año 2022. El objeto de estudio es la maquinaria semiautomatizada adquirida para los procesos de Puño y cuello camisero, y se comparará con la maquinaria convencional utilizada para los mismos procesos. Se busca evaluar cómo la maquinaria semiautomatizada influye en el tiempo total de operación y su relación con el factor de actividad del operario, especialmente en procesos de mediana y alta dificultad. Además, se indagará sobre la posible disminución de habilidades y destrezas de los operarios que utilizan esta maquinaria y cómo esto afecta la productividad de la planta. Para el análisis, se empleará la observación de videos que muestren la operación de la maquinaria, analizando los métodos de trabajo y cómo la tecnología impacta los procesos.

Palabras clave: Productividad, Actualización de maquinaria, optimización del trabajo.

ABSTRACT

This article aims to analyze the impact on the productivity of the SENA CMTC shirt manufacturing plant in Bogotá during the third quarter of 2022. The study focuses on the semiautomated machinery acquired for the Collar and Cuff processes. A comparison will be made with the conventional machinery used for the same processes. The objective is to evaluate how the semiautomated machinery influences the total operation time and its relationship with the operator's activity factor, especially in processes of medium and high difficulty. Additionally, the study will explore the potential decrease in skills and abilities of the operators using this machinery and how it affects the plant's productivity. For the analysis, observation of videos showing the machinery's operation will be conducted, assessing work methods and how technology impacts the processes.

Keywords: Productivity, Machinery upgrading, Work optimization.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo determina la importancia de la utilización de maquinaria semiautomatizada para impactar positivamente la productividad en los procesos de la planta de confección de camisas del SENA CMTC Bogotá. Se analiza la relevancia de la tecnología de punta y su incidencia en los indicadores estratégicos que contribuyen a la competitividad del área.

Según Tamayo et al., (2019), en su estudio sobre “Tendencias en la productividad del sector Textil-confecciones en Colombia”, una de las variables que impulsa el rendimiento interno del sector es el rediseño de procesos dentro de las empresas para fortalecer su competitividad en el mercado. La maquinaria y su tecnología juegan un papel clave en el aumento de la producción y en la reducción de errores causados por factores humanos de habilidad y destreza (Pardo Gutiérrez & Fajardo Buitrago, 2020). Además, se observa que la competitividad se ve afectada por la maquinaria y los procesos, siendo uno de los puntos más débiles en las micro y pequeñas empresas, dado que el 75% de ellas carece de información sobre

desarrollos tecnológicos y no planifican inversiones a largo plazo para la adquisición de dicha maquinaria (Natalia et al., 2022).

Tomando en cuenta lo mencionado previamente, surge la pregunta: ¿Cuál es la relación entre la utilización de maquinaria semiautomatizada en la productividad de la planta de confección de camisas del SENA CMTC Bogotá, durante el tercer trimestre del año 2022? El objetivo de este artículo es analizar dicha relación mediante la comparación de indicadores obtenidos en la planta con datos históricos de producción utilizando tecnología convencional.

METODOLOGÍA

Este trabajo sigue una metodología de estudio de caso, utilizando la maquinaria semiautomatizada adquirida por el CMTC de Bogotá para los procesos de cuello y puño camisero. Se realizarán actividades operativas con aprendices de la ficha 2339221 del Tecnólogo en confección industrial, en tres etapas como se observa en la Figura 1, con el objetivo de realizar un análisis comparativo con la maquinaria convencional.

Figura 1 . Etapas del proceso de análisis (Autoría propia).

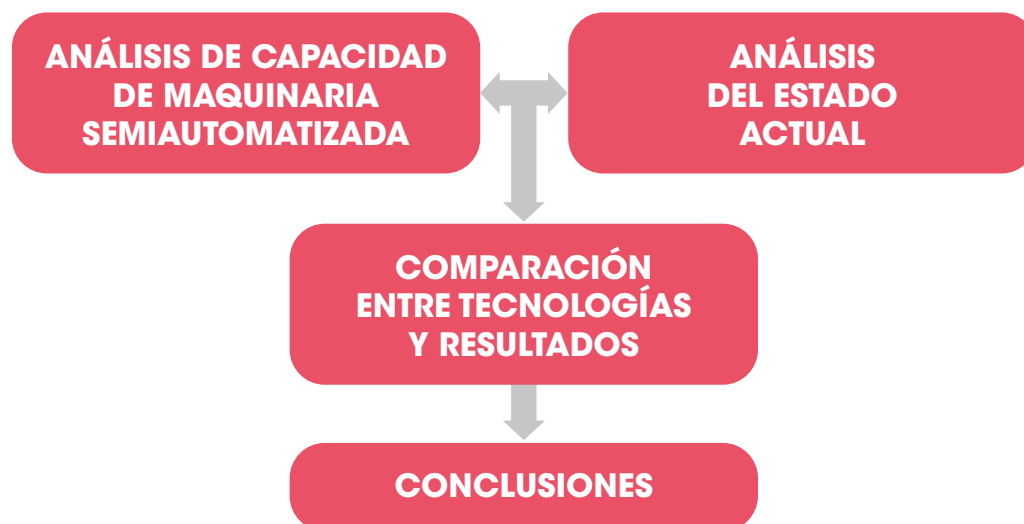


Figura 2. Diagrama de flujo camisa (Autoría propia).

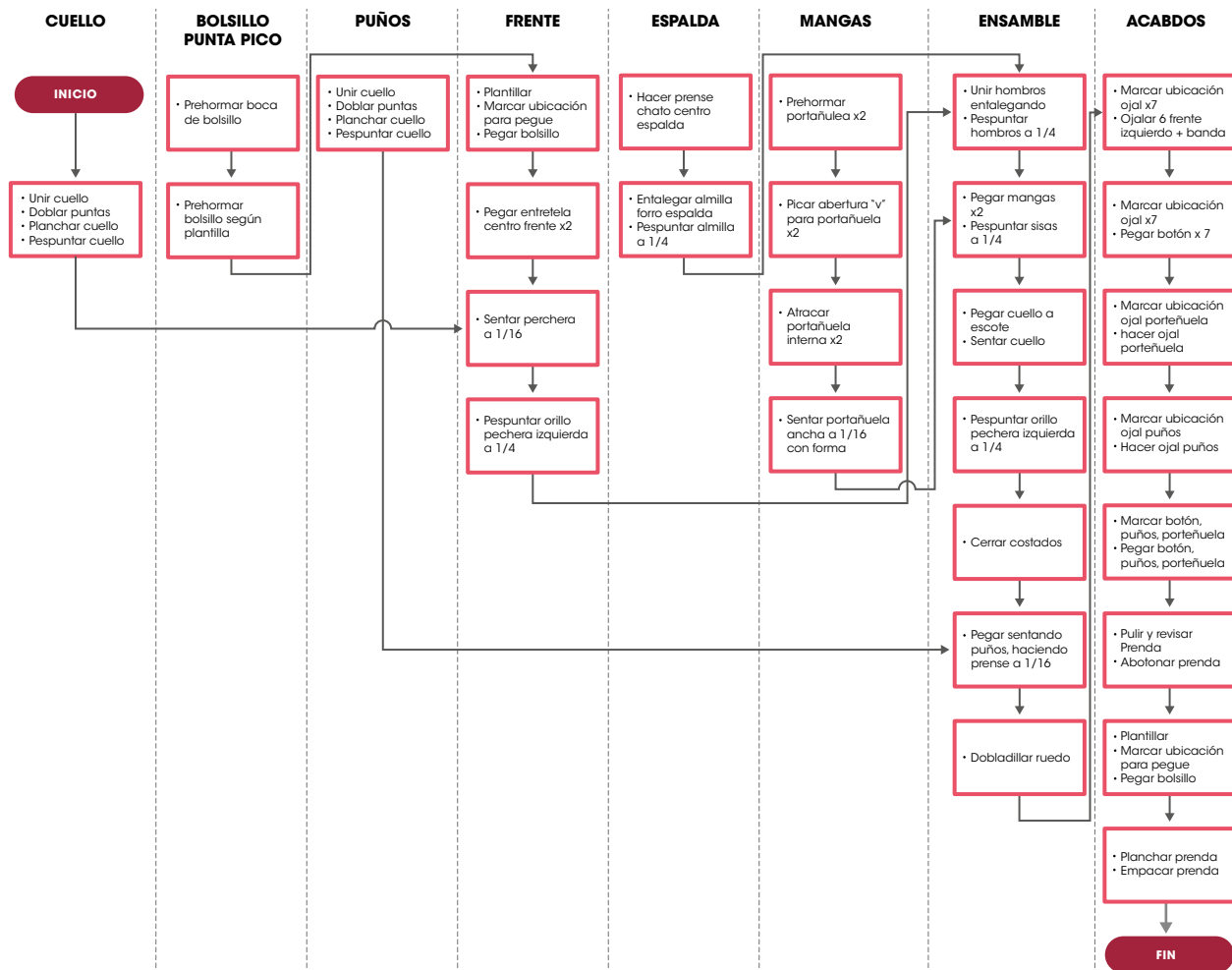
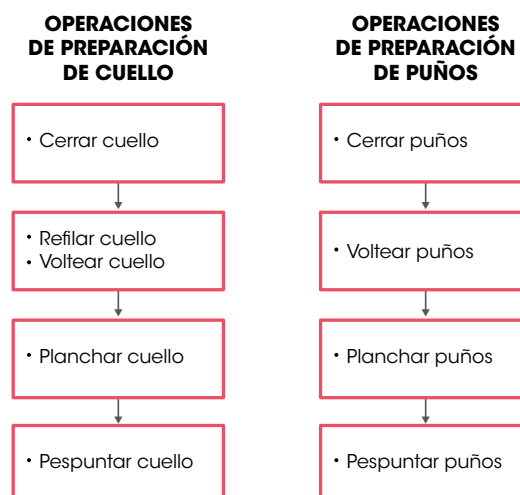


Figura 3. Diagrama de flujo camisa (Autoría propia).



ETAPA 1: ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA Y SU CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

SECCIÓN DEL PRODUCTO

Los productos seleccionados para el análisis de capacidad pertenecen a la familia de ropa exterior, especialmente camisas y blusas, que comparten ciertas operaciones de preparación, como son las operaciones de cuello y puños.

En la Figura 2 se presenta el diagrama de flujo de bloques, donde se ilustran las operaciones de preparación, ensamble y acabados por proceso, siguiendo el orden lógico de confección, es decir, la ruta operacional diagramada para una camisa.

SELECCIÓN DE OPERACIONES

Luego de analizar las funciones de cada una de las máquinas semiautomatizadas, seleccionamos las operaciones que se encuentran en la ruta común y que serán objeto de estudio. En primer lugar, se medirá la capacidad de producción al contar las unidades producidas en una hora de trabajo. La Figura 3 ilustra las operaciones seleccionadas para el análisis de capacidades.

Considerando que las máquinas automatizadas llevan a cabo operaciones específicas, ex-

traemos la información de las capacidades por etapa, teniendo en cuenta el tiempo estándar y la velocidad promedio de operación del aprendiz del SENA, así como las unidades a producir por hora (UH). La eficiencia histórica se estima en aproximadamente un 30% (Ecuación 1), como se muestra en la tabla 1, columna 5, denominada “Tiempo Real” (TR), donde se valida el tiempo afectado por las operaciones de cuello, y en la tabla 2 para las operaciones de puños.

Donde:

Tiempo real (TR): Tiempo que dura en realizar una (1) unidad.

Tiempo estándar (TE): Tiempo calculado otorgado a la operación en condiciones normales (Freivalds & Niebel, 2014).

Eficiencia real (ER): Porcentaje de actividad de un operario evaluado frente a un tiempo estándar (Cuatrecasas Arbós, 2016).

En la columna 6 de la tabla 1, denominada “unidades por hora” (UH), se calculan las unidades a producir en una hora de trabajo, lo cual es un factor importante para evaluar la productividad y comparar los resultados de confección de las máquinas semiautomatizadas. La fórmula para el cálculo de las unidades se representa en la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Cálculo de Tiempo Real Minutos/
Unidad (Pardo Gutiérrez et al., 2020)
“Cerrar cuellos según forma”.

$$TR = \frac{TE}{ER}$$

$$\text{Tiempo Real} = \frac{\text{Tiempo Estándar}}{\text{Eficiencia Real}}$$

$$\text{Tiempo Real} = \frac{1,02 \text{ min/und}}{30\% \text{ eficiencia}}$$

Ecuación 2. Cálculo de Tiempo Real Minutos/
Unidad (Pardo Gutiérrez et al., 2020)
“Cerrar cuellos según forma”.

$$UH = \frac{\text{min}}{TR}$$

$$\text{Unidad Hora Real} = \frac{\text{Minutos hora}}{\text{Tiempo Real}}$$

$$\text{Unidad Hora Real} = \frac{60 \text{ min}}{3,4 \text{ min/und}} = 17,6 \text{ und}$$

Tabla 1. Eficiencia histórica Ajustada al 30% de producción de Cuello (Autoría propia).

CUELLO					
#	OPERACIÓN	MÁQUINA	TS	TIEMPO REAL	UNIDADES POR HORA
5	Cerrar cuello según forma	PL1A	1,02	3,40	17,64
6	Refilar cuello contorno - Voltear cuello	PL1A	0,89	2,97	20,22
7	Pespuntar cuello a 1/4 y base banda a 1/4	PL1A	0,97	3,23	18,56
8	Planchar cuello	PC			

Tabla 2. Eficiencia histórica Ajustada al 30% de producción de Puños (Autoría propia).

PUÑOS				
OPERACIÓN	MAQUINA	TS	TIEMPO REAL	UNIDADES POR HORA
Fusionar puño	PC	0,45	1,5	40
Cerrar puntas puños entalegando base	PL1A	0,78	2,6	23
Voltear puños	OM	0,56	1,87	32
Planchar puños (2)	PC	0,68	2,27	26
Pespuntar contorno a ¼	PL1A	0,88	2,93	20

Donde:

Unidades hora (UH): Número de operaciones realizadas en una hora.

La tabla 1 muestra la capacidad real promedio del sistema, considerando que la eficiencia real histórica ajustada fue evaluada en un 30%. Esta evaluación nos permite realizar una comparación frente a la capacidad de la maquinaria semiautomatizada.

Igualmente se tomarán las operaciones de puños, tomando como eficiencia real histórica del 30%, como se muestra en la tabla 2.

ETAPA 2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE MAQUINARIA SEMIAUTOMATIZADA

MAQUINARIA EVALUADA

La maquinaria semiautomatizada utilizada para el análisis de capacidad corresponde a las adquiridas por la planta de confección de camisas del SENA CMTB Bogotá, las cuales se describen en la tabla 3. Mediante el uso de códigos

QR, es posible visualizar videos realizados por la ficha 233922I, de Tecnología en Confección del Trimestre 5, que exploran las diversas ventajas de esta maquinaria, destacando su tecnología en aditamentos y sensorica¹. Estos avances tecnológicos afectan significativamente la actuación del operario en el proceso, el cual normalmente requeriría habilidad y destreza (García Criollo, 2005).

La maquinaria descrita en la tabla 3 nos muestra, a través de su tecnología, una oportunidad para mejorar la productividad en el taller. Esto se traduce en un aumento en la capacidad de producción por hora, al reducir la intervención manual del operario en tareas que requerirían habilidad y destreza. Ahora, el operario

¹ Sensorica es un término de amplio alcance que engloba diversos tipos de sensores. Este concepto abarca tanto las unidades que emiten señales analógicas como las que emiten señales binarias (encendido o apagado).” (Fuente: <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/sensorica.htm>)

Tabla 3. Descripción de maquinaria semiautomatizada, para la realización de operaciones de cuello y puño camisero (Autoría propia).

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	FUNCIONAMIENTO
AMFREECE Autojig 84-55	El modelo 84-55 M incorpora una serie de importantes innovaciones y acomoda plantillas de costura hasta aproximadamente 60 cm de longitud, como collares, puños, bolsillos, puntiagudos y collares redondeados.	 QR(Pardo G, 2022h)
DÜRKOPP-ADLER 275-140342-01	Máquina de pespunte con avance inferior, avance superior del pie diferencial para pre-montaje y ensamblaje de costuras	 QR(Pardo G, 2022i)
PFAFF 2481	Pespunte Cuello, Puño, tapas, costura libre, solapa de hombro, charretera	 QR(Pardo G, 2022e)
MACPI Mod 969	Máquina electroneumática combinada para girar y cortar las puntas de cuellos.	 QR(Pardo G, 2022g)
MACPI Mod 124	La máquina permite un planchado perfecto de cada tipo de cuello y muñeca usando un sistema de molde y contra moldes de fácil instalación y bajo costo para la realización	 QR(Pardo G, 2022f)

asume un rol más enfocado en el control y supervisión, en lugar de ser el actor central en los procesos de confección de puños y cuellos.

Con el fin de analizar y comparar las actividades realizadas con la interacción del operario y la maquinaria semiautomatizada, se lleva a cabo un lote de producción de cuellos y puños en colaboración con el grupo de tecnología en confección Industrial —ficha 233922I—. Aunque este grupo no cuenta con un conocimiento profundo de los procesos analizados, se implementan métodos básicos para alimentar las operaciones de la maquinaria y registrar los tiempos. Considerando

que la eficiencia real según el estudio oscilaría entre un 60% y un 80%, se espera un aumento en la capacidad de la maquinaria bajo condiciones con un mayor grado de control.

En la Tabla 4, se detallan las operaciones y actividades realizadas por los aprendices, que fueron empleadas para tomar registros de los tiempos aproximados utilizando maquinaria semiautomatizada.

Al analizar cada uno de los videos donde se llevan a cabo las operaciones con la maquinaria semiautomatizada, se pueden identificar claramente variables importantes para la

Tabla 4 Ruta operacional Cuellos Máquina semiautomatizada con eficiencia real y evaluación de porcentaje de Factor de Actividad (FA) observado (Pardo Gutiérrez et al., 2020).

MÁQUINA	DESCRIPCIÓN	TIEMPO REAL NO SAM EN MINUTOS	ENLACE QR DE LA VIDEO TOMA REALIZADA, CON MÉTODO DE TRABAJO
Fusionadora Cinta Transportadora			
	Fusionar cuello camisa	0,11 FA= 50%	 QR(Pardo G, 2022d)
AMFREECE Autojig 84-55			
	Unir puños	0,36 FA= 60%	 QR(Pardo G, 2022a)
MACPI Mod 969			
	Cortar y voltear puntas de puños.	0,4 FA = 85%	 QR(Pardo G, 2022b)
MACPI Mod 124			
	Planchar puños.	0,5 FA = 90%	 QR(Pardo G, 2022c)

capacidad de un sistema de producción. Estas variables incluyen la habilidad y destreza del operario, el grado de intervención de la maquinaria en el proceso, la calidad de los productos generados, el tiempo de ejecución de las operaciones y el nivel de intervención humana (manualidades) en la fabricación. Estos aspectos son clave para mejorar la productividad del sistema (Wittner, 2022).

ETAPA 3. COMPARACIÓN ENTRE TECNOLOGÍAS

Después de llevar a cabo el análisis de los datos de capacidad generada entre el sistema de producción con maquinaria convencional y la maquinaria semiautomatizada, se evidencian claras diferencias, tal como se muestra en la Figura 4, donde se observa que las operaciones de fusión de puños muestran una diferencia de 18 a 171 unidades entre la maquinaria convencional y la maquinaria semiautomatizada, lo que representa un aumento del 972%. La operación de cerrar puños por dos tiene una diferencia de 20 a 86 unidades, con un incremento del 424%. La operación de vol-

tear puños muestra una diferencia de 19 a 109 unidades, con un aumento del 588%, mientras que la operación de planchar puños por dos tiene una diferencia de 35 a 92 unidades, con un incremento del 267%. Estos resultados muestran un claro aumento de la capacidad de producción por operación promedio de un 563% en las operaciones de puños.

Igualmente, al analizar el factor de actividad, que evalúa la eficiencia de las personas en sus movimientos al realizar la operación, se obtienen los siguientes resultados, como se muestra en la Figura 5.

Podemos observar en la gráfica que el factor promedio de actividad logrado por los operarios que realizaron las operaciones en la maquinaria convencional durante un mes fue del 30%, mientras que los operarios que realizaron las operaciones con las máquinas semiautomatizadas alcanzaron un promedio del 60% en un solo día.

Una vez obtenidos los datos de los tiempos cronometrados para máquinas con tecnología convencional, aplicados a los factores de actividad con un promedio histórico del 30%, se observa

Figura 4. Capacidad de producción hora maquinaria convencional vs. maquinaria semiautomatizada (Autoría propia).

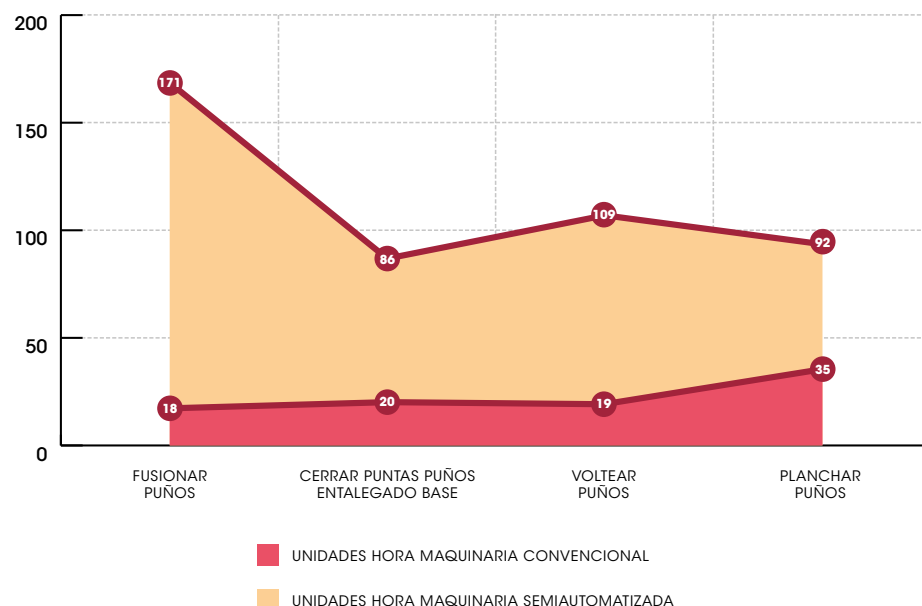


Figura 5. Análisis de porcentaje de factor actividad logrado por parte del operario en 1 día de trabajo con maquinaria semiautomatizada vs operario promedio formado en 1 semana con maquinaria semiautomatizada (Autoría propia).

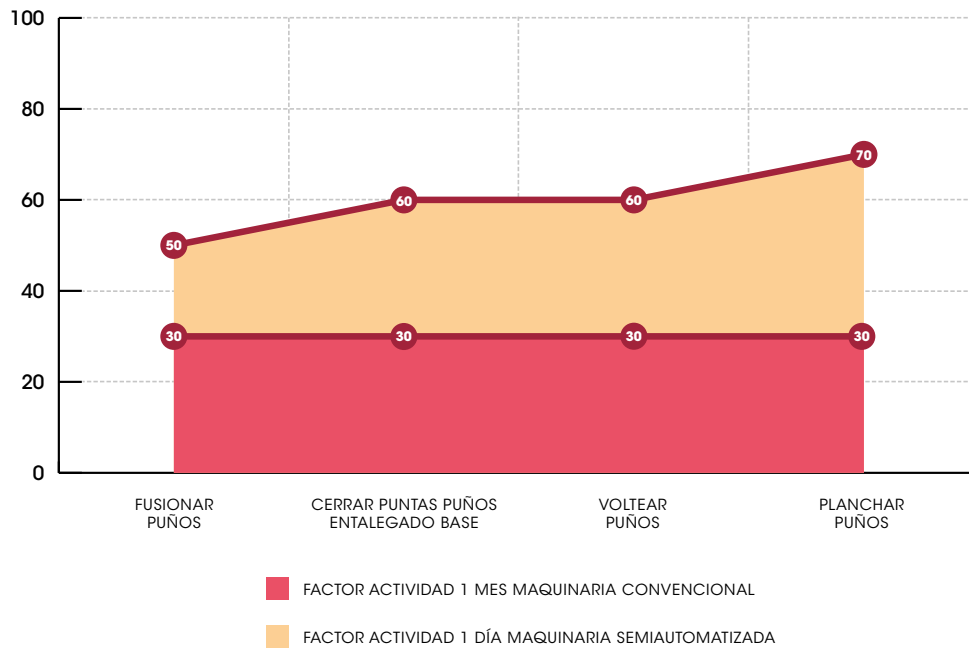
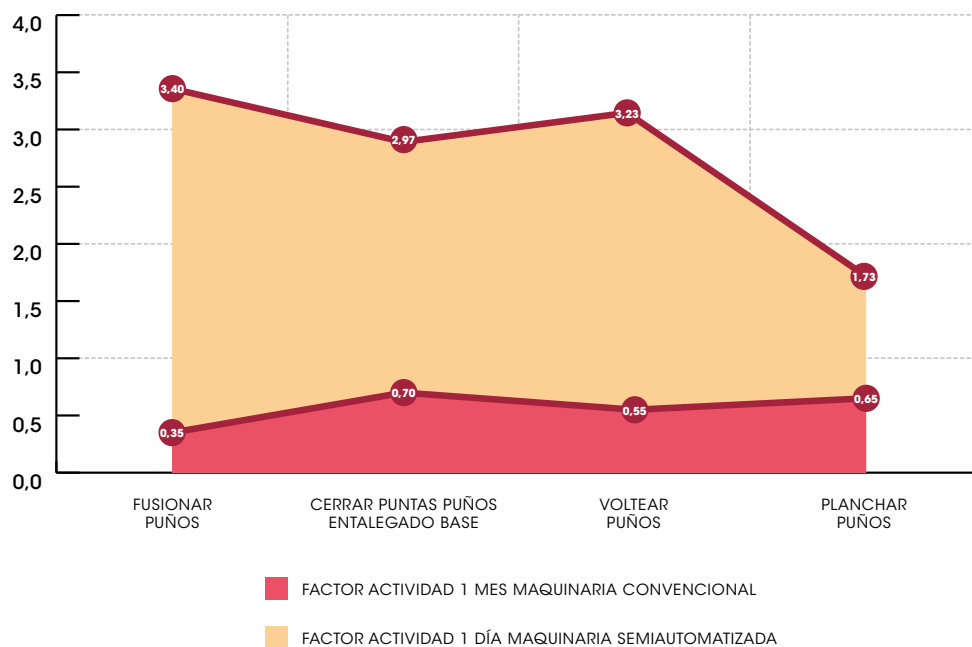


Figura 6. Tiempos reales de operaciones puño, máquinas convencionales vs semiautomatizada (Autoría propia).



que la diferencia entre la maquinaria semiautomatizada puede llegar a ser de hasta un 970% de disminución del tiempo real de producción, como se observa en el proceso de fusionar puños. En operaciones como planchar puños, el tiempo en maquinaria convencional es de 1.3 minutos, mientras que con maquinaria semiautomatizada es de 0.65 minutos, lo que representa una disminución del tiempo de producción del 267%.

CONCLUSIONES

Al analizar la maquinaria semiautomatizada, se observa claramente que los procesos en los que fue utilizada experimentaron un claro aumento en la capacidad de producción de las operaciones de costura. Estas tecnologías también se destacan por generar una disminución ostensible del tiempo de producción. La maquinaria convencional tiene un nivel de actuación dentro de las operaciones que oscila entre el 10% y el 30%. Estos porcentajes representan la contribución de la maquinaria al tiempo total del proceso, lo que implica que gran parte de la carga y responsabilidad del proceso recae en la destreza manual del operario.

Cuando la maquinaria semiautomatizada abarca una mayor cantidad de actividades dentro de una operación con alto nivel de dificultad, la interacción del operario se reduce a tareas básicas de alimentación y control. Esto genera un aumento significativo en la capacidad de producción, dado que la intervención humana se minimiza en el proceso.

Si la maquinaria convencional se utilizara en procesos de baja dificultad, podría acercarse considerablemente a la capacidad de una máquina semiautomatizada, ya que la habilidad y destreza de los operadores se verían compensadas por la velocidad de producción. Sin embargo, si las operaciones realizadas por la maquinaria convencional presentan un grado medio o alto de dificultad, la habilidad y destreza de las personas afectarían directamente la capacidad del proceso, limitando la producción.

Cuando se analiza un proceso de producción y se consideran los factores de actividad que influyen en las diferentes operaciones, se puede observar que alcanzar un rendimiento medio de producción por parte de las personas requerirá más tiempo de ejecución de la operación, buscando adquirir mayor experiencia en dichas tareas. Sin embargo, cuando se utiliza maquinaria semiautomatizada para realizar operaciones clave con un grado medio o alto de dificultad, el factor de actividad puede aumentar rápidamente, ya que las tareas laborales no dependerán tanto de la habilidad y destreza de los operarios, sino que serán reemplazadas por procesos semiautomatizados previamente programados.

Las personas que operan la maquinaria semiautomatizada no necesariamente son operarios expertos, lo que podría sugerir que la calidad y los tiempos de producción no sean óptimos en comparación con alguien con habilidad y destreza adquirida a lo largo del tiempo y con experiencia. Sin embargo, al analizar los procesos, se evidencia que los tiempos disminuyen, como se muestra en la tabla 4, y la calidad obtenida iguala la generada por una operaria especializada en estos procesos.

Al observar las operaciones realizadas con la maquinaria semiautomatizada, se evidencia una simplificación en los métodos de trabajo y su análisis, ya que la actividad humana en la operación se reduce significativamente, alrededor de 1/40 al 20% en comparación con los tiempos registrados con maquinaria convencional. Debido a esto, la habilidad y destreza de las personas que operen este tipo de maquinaria no necesariamente requerirán ser especializadas, permitiendo una menor formación para intervenir en estos procesos. Esta tecnología genera una alta capacidad de producción y bajos indicadores de mala calidad debido a su eficiente desempeño.

Tamayo Medina et al. (2019) condujeron un estudio documental para investigar las ten-

dencias que impulsan la competitividad, revelando que el rediseño interno de los procesos empresariales constituye el primer nivel de resultados, contribuyendo gradualmente al fortalecimiento de la competitividad.

Según Natalia et al. (2022), el estado de la maquinaria es uno de los puntos más débiles en las empresas estudiadas. La competitividad en este ámbito se sitúa en un nivel intermedio entre deficiente y satisfactorio en prácticamente todos los establecimientos observados. Los resultados más pobres se obtuvieron en cuanto a las estrategias de inversión a largo plazo y el manejo de la información sobre nuevas tecnologías.

En este trabajo, se destaca la utilización de maquinaria semiautomatizada como una alter-

nativa para aumentar la capacidad de producción y acercar nuevas tecnologías a los aprendices del área. Sin embargo, para los empresarios, la inversión puede resultar alta, especialmente en pequeñas y microempresas, lo que podría llevar a una subutilización de la maquinaria en los procesos y aumentar los costos asociados a esta tecnología en el futuro.

Por otro lado, los aprendices de tecnología tienen la oportunidad de llevar este conocimiento a las empresas. A nivel de formación operativa, se observa que la utilización de esta maquinaria podría disminuir la habilidad y destreza requerida para llevar a cabo las operaciones, ya que las actividades se limitarían a la alimentación de material y el control del ciclo de la máquina durante el proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuatrecasas Arbós, L. (2016). *Organización de la producción y dirección de operaciones: sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Doukh, N., Yépez, I., & Flores, E. (2022). Competitividad de la micro y pequeña empresa de confección textil de la provincia de Imbabura. En: *Memorias Sucre Review*, Vol. 2 Núm. 1 (2022). Instituto Superior Tecnológico Sucre. Quito, Ecuador.
- Freivalds, A., & Niebel, B. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Editorial McGraw-Hill.
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- Pardo G, M. A. (2022, 16 de agosto). *AUTOJIG machine 84 55 - Operación unir puños plantilla* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=GAhMJ_M1OI0&t=62s
- Pardo G, M. A. (2022, 16 de agosto). *Cortar puntas de cuellos y puños MACPI - voltear cuellos y puños* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-bhM9qe2zXYU&t=24s>
- Pardo G, M. A. (2022, 31 de agosto). *Descripción Uso manejo Máquina MACPI 124, plancha de cuello y puños* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=fru49NfX05E&t=18s>
- Pardo G, M. A. (2022, 14 de septiembre). *Funcionamiento máquina DURKOPP Adler (pespunte con avance inferior, avance supe y pie diferencial)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=GdOpjzD4Q&t=45s>
- Pardo G, M. A. (2022, 23 de agosto). *Fusionar Cuellos Máquina Fusionadora OSHIMA* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=yMeZxvr2_7w&t=3s
- Pardo G, M. A. (2022, 16 de agosto). *Máquina MACPI 124 - planchar puños* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=Io_ilMkdnyM&t=20s
- Pardo G, M. A. (2022e, August 30). *Máquina PEAFF 2481- Pespunte cuello, puño, tapas, costura libre, solapa de hombro, charretera* [Video] - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=UFtZS2LpJWM&t=11s>
- Pardo G, M. A. (2022, 1 de septiembre). *Video que muestra el uso de la máquina AUTOJIG machine 84-55 - AM-FREECE* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=HsI-TtUj6PE&t=10s>
- Pardo Gutiérrez, M. A., Fajardo Buitrago, J. A., & Gómez Castañeda, N. A. (2020). Determinación de algoritmos de producción, para el control de la producción en confección. *Revista INMODALAB*, 5. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Bogotá, Colombia. Link URL: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/3757>
- Tamayo Medina, A. I., Salazar Escalante, R. Y., Pimiento Prada, R. A., & Gelvez Boada, C. A. (2019). Tendencias en la productividad del sector textil-confecciones en Colombia. *Visión Internacional* (Cúcuta), 1(1), 16–20. <https://doi.org/10.22463/27111121.2363>
- Wittner, D. (2022). A Tale of Two Mills: Socio-Technological Integration in Meiji Japan, 1868–1912. *Technology and Culture*, 63(2), 349–376. <https://doi.org/10.1353/TECH.2022.0050>