

MEJORA DE PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE PULIDO DE CADENA AL APLICAR
INGENIERÍA DE MÉTODOS

IMPROVED PRODUCTIVITY OF THE CHAIN POLISHING PROCESS BY APPLYING
ENGINEERING METHODS

BRENDA
JUÁREZ SILVA¹

Resumen

El constante objetivo para las empresas que buscan ser competitivas es el aumento de productividad dentro de los procesos industriales, en este sentido, con el análisis oportuno de los procesos a partir de los principios de la ingeniería de métodos se propicia el reconocimiento de ciertas áreas de oportunidad que permiten la optimización de los tiempos de producción; por ello, el objetivo de este artículo es determinar en qué medida la ingeniería de métodos colabora en el aumento de productividad de los procesos industriales, como lo es el método de pulido de cadena. Para realizar dicho análisis, se utilizaron diagramas de tiempos y movimientos, diagramas MTM y estadística inferencial. De acuerdo con los resultados, se reconoce que el estudio de los procesos refuerza los niveles de productividad, otorga calidad en el trabajo, asegura un buen nivel de rentabilidad, colabora en la eliminación de defectos y genera diseños adaptables, además de que la ingeniería de métodos se consolida como pionera de ciclos de mejora y como herramienta de búsqueda de la mejor manera de llevar a cabo los procesos.

Palabras clave: productividad, producción industrial, optimización.

Abstract

The increase in productivity within industrial processes is the constant objective for companies that seek to be competitive; with the opportune analysis of the processes based on the principles of methods engineering, the recognition of certain areas of opportunity that allow the optimization of production times is promoted. The objective of this article is to determine to what extent methods engineering contributes to increasing the productivity of industrial processes, such as chain polishing. To carry out this analysis, time and movement diagrams, MTM diagrams and inferential statistics were used. According to the results, it is recognized that the study of the processes reinforces the levels of productivity, grants quality in the work, ensures a good level of profitability, collaborates in the elimination of defects, generates adaptable designs; in addition, methods engineering is consolidated as a pioneer of improvement cycles and as a search tool for the best way to carry out processes.

Key words: productivity, Industrial production, optimization.



¹ Propuesta y aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la fabricación de cadena pulida. UO Global Universidad Online, Puebla, México. Doctorante en Administración. E-mail: brenda.juarezsilva@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/00090006-8019-7561> Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=jU9X760AAAAJ&hl=es>



INTRODUCCIÓN²

La ingeniería de método

La ingeniería de método funge como una herramienta de análisis de proceso que propone cambios específicos a través de la optimización de movimientos y utilización eficiente de los recursos, esto se traducen en rentabilidad, eficiencia y eficacia. En los últimos años, las empresas han concebido la perspectiva y necesidad de incrementar sus niveles de productividad sin tener que realizar grandes inversiones, sino eficientizando los procesos actuales y generando nuevas estrategias competitivas.

En palabras de Bocángel et al. (2001) se comprende que la ingeniería de métodos busca la manera de mejorar los procesos, procedimientos y tareas; por otro lado, de acuerdo con Palacios (2009) este tipo de ingeniería se encarga de integrar al ente humano en los procesos productivos y de servicios mientras se decide cómo puede desempeñar de la manera más óptima las tareas encomendadas. Por su parte, la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2002) contrasta el concepto como la prueba sistemática de ejecución de procesos con rendimiento.

Actualmente, la ingeniería de métodos busca un plan de mejoramiento en todas las variables que intervienen dentro el proceso, desarrolla estándares que aseguran el bienestar del trabajador, promueve la ergonomía, así como valora la eficiencia, eficacia y productividad de las empresas al provechar óptimamente su inteligencia, potencial y creatividad (Córdova, 2021). De modo similar, García (2005) explica que considera que esta subespecialidad se ocupa de incrementar la productividad del

trabajo, eliminar de desperdicios de materiales, de tiempo y de esfuerzo, además de aumentar la calidad de los productos. Así mismo, establece un escenario alentador para las empresas que se encuentran inmersas en un ámbito competitivo y se focalizan en el objetivo de encontrar rentabilidad y estandarización (Cuevas et al., 2020). De esta manera, se realza su importancia debido a que exige la participación del personal para el dominio de las técnicas, la estandarización y la constante capacitación.

Por esta razón, se considera área protagónica para idear y preparar estaciones de trabajo a través del análisis minucioso del proceso con el fin de hallar la mejor forma de producción e incorporar creatividad, astucia y experiencia para diseñar nuevos procesos. Ganoza (2018) considera que la ingeniería de métodos también propicia una nueva forma de visión al trabajo y se vale de observaciones, diagnósticos, carta de procesos, diagramas de flujo, diagramas de recorrido y cálculos para obtener un contexto general.

La productividad

La productividad es la relación que existe entre el volumen total de producción y los recursos utilizados para alcanzar dicho nivel; en ella intervienen elementos y actividades que, cuando mejoran, se traducen en obtención de la obtención de mayores resultados (Fontalvo, De La Hoz & Morelos, 2017).

En relación con los índices de productividad en las industrias, el Banco Mundial (2020) señala que la productividad simboliza una base fundamental para el crecimiento de los ingresos y la reducción de la pobreza, desafortunadamente, dicha variable

² Artículo original y derivado del proyecto de investigación titulado: Propuesta y aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la fabricación de cadena pulida, Puebla, México.

ha tenido una desaceleración marcada, prologada y amplia en las últimas décadas.

Cabe destacar el trabajo de investigación de Rodríguez (2017) puesto que alude que América Latina cuenta con problemas históricos y estructurales que afectan el comportamiento de su productividad y la necesidad urgente de manejar eficientemente sus recursos para que empresas en ramos similares puedan tener oportunidad de someterse a la comparación. Si contrastamos lo enunciado por Rodríguez (2017) se comprende porque el proceso de industrialización que ha vivido América Latina se caracteriza por importar maquinaria y tecnología, además de la dependencia de los mercados internacionales para mejorar su función de producción.

De esta manera, se observa una disminución de la productividad nacional a causa de un deterioro en la maquinaria, plantas industriales e infraestructura debido al debilitamiento de la inversión (Arias, 2022 citado por Hernández, 2022). De la misma forma, Alemán (2023) explica que el principal reto de México es la productividad laboral y enfatiza que este aspecto viene ligado con la falta de capacitación en materia productiva al recurso humano; en el mismo orden de ideas, el autor afirma que la nación va en dirección correcta hacia la obtención de empleos productivos y decente, pero se encuentra muy alejado de lograrlo.

En la actualidad, las empresas se ven inmersas dentro de los procesos de globalización, competitividad y obtención de ventajas comparativas, por lo que resulta imprescindible que a nivel manufactura y producción se consiga superar los retos de productividad para continuar con las actividades manufactureras, además de dar paso

a la retroalimentación de procesos, la gestión de calidad, el control de producción y la optimización de recursos. Este artículo tiene como objetivo el reconocimiento de la ingeniería de métodos como estrategia para aumentar la productividad en el proceso de pulido de cadena.

DESARROLLO

Desde un enfoque nacional, resulta imprescindible comprender que nuestro país destaca por tener industria no del todo automatizada y donde predominan las operaciones manuales, actividades hombre-máquina u hombre-herramienta, lo que nos lleva a afirmar que la creatividad, inventiva y optimización de los procesos se debe al protagónico que ejerce la ingeniería de métodos para generar rentabilidad en las operaciones o servicios industriales.

Por esta razón, Niebel (2009) sugiere que la productividad de las empresas se pone en tela de juicio a consecuencia de que los sistemas de producción no han tenido un estudio adecuado y no se han planificado metodologías apropiadas para los procesos, y, si a esto se le suma la carencia de la cultura de calidad, la falta de cumplimiento de especificaciones, el descuido de los espacios de trabajo, la insuficiencia de herramental y el poco uso de los principios de la ingeniería de métodos, el problema se agrava.

La aplicación de la ingeniería de métodos que se explica en este artículo, se dio en una empresa dedicada a la transformación de productos derivados del acero, en la cual, se necesitaba fortalecer los procesos industriales en el pulido de cadena, incorporando la ingeniería de métodos para obtener

un mejor nivel de productividad y el reconocimiento de la capacidad disponible del proceso, además de incorporar procesos de estandarización y mejora de diferentes ámbitos a través de enfoques analíticos.

De acuerdo con lo anterior, se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis de trabajo: La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el proceso de pulido de cadena grado 30 en una empresa orientada a la fabricación de productos derivados del acero.

Hipótesis nula: La aplicación de la ingeniería de métodos no mejora la productividad en el proceso de pulido de cadena grado 30 en una empresa orientada a la fabricación de productos derivados del acero.

Hipótesis alterna: La aplicación de la ingeniería de métodos si mejora la productividad en el proceso de pulido de cadena grado 30 en una empresa orientada a la fabricación de productos derivados del acero.

El proceso de pulido de cadena inicia cuando la cadena semiterminada comienza a ser pesada en 25 kg o 50 kg. Una vez que es pesada la cadena se prosigue a tender y atarla, al mismo tiempo que se preparan las tómbolas de pulido, agregando los insumos correspondientes.

Realizados estos pasos, se introducen los atados de cadena en la tómbola, se cierra y se pone en marcha el proceso de pulido que dura entre 30 a 40 minutos por carga, aproximadamente. Posteriormente, se abre la tómbola, se retiran los atados y se lleva a cabo el proceso de tendido, donde el operador debe verificar el acabado de la cadena.

La investigación del caso fue basada en un enfoque cuantitativo porque implicó la aplicación

de instrumentos de recolección de datos de las estadísticas provenientes del proceso de pulido de cadena; dichos datos son medibles, se trabajaron con base en teorías y deducciones con el propósito de cumplir el objetivo de mejorar la productividad dentro del departamento de pulido de cadena.

Como plantea Del Canto & Silva (2013) bajo el enfoque cuantitativo se relacionan la teoría, la investigación y la realidad por medio de la percepción del investigador reflejada en su hipótesis y el fenómeno que busca aprobarla.

Partiendo de dicho enfoque cuantitativo, se tomó la técnica de observación y diseño de experimentos para medir como la aplicación a la ingeniería de métodos influyó en la mejora de la productividad.

De este modo, se analizaron las condiciones del proceso del pulido a través de diversas técnicas, se identificaron características y propiedades del proceso, se generó un análisis que conllevó a la implementación de la propuesta y se estudiaron los resultados obtenidos conforme al cambio planteado para indagar el porqué de los hallazgos del comportamiento de la productividad en el proceso de pulido de cadena al aplicar la ingeniería de métodos.

Detallando, se utilizó como técnica de investigación la observación, que, conforme a la perspectiva de Campos & Lule (2012) se expone que la observación dentro del campo de la investigación funge como técnica a través de recursos que permiten la organización, coherencia y economía de esfuerzos; por otra parte, se entiende como la manera más sistematizada y lógica para el registro visual, además de que busca verificar lo que se pretende conocer, ya que busca captar la forma

más objetiva posible de lo que acontece con el fin de analizar y explicar desde la perspectiva científica.

Para el caso de estudio, se ejecutaron observaciones directas de las acciones que conlleva la preparación de los atados de cadena semiterminada, con el fin de comprender la realidad del proceso; la observación se realizó de manera objetiva dentro de un periodo de tres días con cinco colaboradores de los cien que se encuentran inmersos en el proceso cuando ejecutaron dicha actividad; dichos colaboradores cumplieron con criterios como: antigüedad en el departamento, no presentar discapacidad y portar herramienta necesaria y fueron seleccionados por un muestreo no probabilístico con el fin de responder al enfoque de los objetivos.

El instrumento de investigación empleado en la técnica de observación fue la guía de observación, dicha función fue tomada por el formato de estudio de tiempos y movimientos, además del formato de diagrama MTM.

De acuerdo con Tejada et al. (2017) el estudio de tiempos y movimientos ayuda a determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen el proceso y de esta manera poder analizarlas. Este instrumento ya ha sido aplicado por diversos autores para la determinación del tiempo de los procesos a analizar, su escala de medición es a través de intervalos continuos, ya que, para este trabajo determina los tiempos invertidos (medidos en centésimas de segundo) por parte de los colaboradores para la preparación del atado de cadena semiterminada.

Para evaluar el tiempo estándar del proceso de preparación del atado de cadena semiterminada para pulido, se aplicó el formato de estudio de tiempos

y movimientos adaptándose a las necesidades del estudio, se clasificaron ocho actividades pertenecientes a tres dimensiones: tendido y estructuración del atado, agrupación de puntas del atado y amarre del atado.

El instrumento para el estudio de tiempos y movimientos funge a través de la lectura con cronómetro de las actividades que se están estudiando, define el tiempo de lectura y el tiempo por actividad, ayuda a establecer los tiempos totales, el tiempo promedio, el tiempo mínimo y el tiempo máximo; de esta manera, identifica en que subproceso se puede otorgar el área de mejora.

Asimismo, se empleó el diagrama MTM, que ayuda a la medición del trabajo a través de la segmentación de micromovimientos y su respectiva asignación de tiempo estándar (Grupo P&A, 2020). Dicho instrumento fue creado por Maynard, Stegemerten y Schawb como un símbolo universal a través de una escala de medición de la unidad de tiempo TMU (Time Measurement Unit) que equivale a 0.00001 horas, con ello se genera una estructura real en el tiempo estándar del proceso tomando como base la índole de movimiento y las condiciones en las que se lleva a cabo.

Su escala de medición fue a través de TMU con el fin del reconocimiento del tiempo real que debe durar la preparación del atado de cadena semiterminada. Dicho instrumento consta del registro de las actividades realizadas por la mano izquierda y derecha seguidas de sus claves, así como las TMU asignadas, se definen los tiempos efectivos e inefectivos de cada mano, así como la determinación de los segundos que conlleva la acción. Dentro del formato se establecieron todas las acciones del proceso expresadas en micromovimientos

clasificadas en las mismas dimensiones que el anterior instrumento de recolección de datos.

El instrumento para la generación del diagrama MTM se usó con base en la observación continua del proceso para traducirlo, estandarizarlo y ser enfocado en las claves de los movimientos básicos que efectúa un operador, las cuales consisten en definir el tipo de movimiento: alcanzar, asir, mover, colocar y soltar, establecer la distancia a trabajar y la singularidad del movimiento; así, en las tablas MTM dichas acciones son traducidas en TMU para su posterior conversión y establecimiento de tiempo estándar de la operación, con el fin de contrastar lo obtenido en el estudio de tiempos y movimiento para la reestructuración del proceso, su optimización y mejora de productividad.

En cuanto al procesamiento de los datos obtenidos, se planeó que su interpretación sería a través de la estadística inferencial. Como afirma De la Puente (2018), esta herramienta se basa en

un proceso de estimación de los parámetros de una población a partir de los estadísticos que se obtienen, con el fin de generar conclusiones precisas del comportamiento del objeto de estudio y con ello contribuir al proceso de toma de decisiones.

Dicha técnica tuvo como base los tiempos de trabajo de los colaboradores que realizan la preparación del atado de cadena semiterminada, conforme al proceso que tiene la empresa y los tiempos obtenidos después de la reestructuración del proceso basado en los lineamientos de la ingeniería de métodos.

RESULTADOS

Primeramente, se establecieron las observaciones del cómo se realiza el proceso de preparación del atado de cadena y se registraron los tiempos en el instrumento de medición expresados en segundos, como se muestra a continuación:

Figura 1
Formato de estudio de tiempos y movimientos.

Formato de estudio de tiempos y movimientos																			
Pulido de Cadena		Primer tendido de cadena		Primer acomodo		Segundo acomodo		Finalización del atado		Agrupación derecha		Amarre derecho		Agrupación izquierda		Amarre izquierdo			
No. De estudio	Dimensiones	Tendido y estructuración del atado										Lado derecho				Lado izquierdo			
Nota	Operador	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L		
Día 1	1	8.23	8.23	52.99	61.22	47.20	108.42	43.80	152.22	44.10	196.32	9.89	206.21	45.80	252.01	8.10	260.11		
Día 1	2	7.23	7.23	65.98	73.21	58.02	131.23	20.19	151.42	52.91	204.33	9.79	214.12	45.94	260.06	11.6	271.66		
Día 1	3	8.05	8.05	42.38	50.43	48.29	98.72	42.41	141.13	49.08	190.22	7.01	197.23	38.28	235.51	7.54	243.05		
Día 1	4	8.34	8.34	53.99	62.33	38.09	100.42	40.92	141.34	62.99	204.33	6.12	210.45	39.89	250.34	6.43	256.77		
Día 1	5	8.23	8.23	57.11	65.34	33.98	99.32	43.03	142.35	50.89	193.24	6.08	199.32	38.55	237.87	6.45	244.32		
Día 2	1	7.58	7.58	46.77	54.35	56.88	111.23	44.44	155.67	43.09	198.76	8.69	207.45	41.78	249.23	9.22	258.45		
Día 2	2	7.92	7.92	53.74	61.66	85.57	147.23	19.41	166.64	33.59	200.23	9.09	209.32	38.57	247.89	9.67	257.56		
Día 2	3	8.42	8.42	53.92	62.34	39.98	102.32	57.91	160.23	32.12	192.35	9.99	202.34	48.89	251.23	10.01	261.24		
Día 2	4	8.02	8.02	49.65	57.67	46.67	104.34	58.03	162.37	35.86	198.23	7.44	205.67	39.67	245.34	7.87	253.21		
Día 2	5	7.56	7.56	51.48	59.04	44.51	103.55	55.68	159.23	35.12	194.35	6.09	200.44	40.79	241.23	6.22	247.45		
Día 3	1	8.65	8.65	44.13	52.78	57.45	110.23	46.09	156.32	36.33	192.65	6.58	199.23	35.33	234.56	6.95	241.51		
Día 3	2	8.32	8.32	48.02	56.34	54.89	111.23	50.43	161.66	31.91	193.57	7.36	200.93	37.39	238.32	7.62	245.94		
Día 3	3	7.99	7.99	52.57	60.56	42.86	103.42	55.62	159.04	39.52	198.56	9.78	208.34	40.89	249.23	10.18	259.41		
Día 3	4	8.24	8.24	45.18	53.42	55.47	108.89	33.34	142.23	57.81	200.04	7.64	207.68	48.66	256.34	7.02	263.36		
Día 3	5	8.41	8.41	55.05	63.46	46.77	110.23	31.58	141.81	57.73	199.54	7.12	206.66	41.01	247.67	7.47	255.14		
Tiempos Totales		121.19		772.96		756.63		642.88		663.06		118.67		621.44		122.35			
Número de Observaciones		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00			
Tiempo Promedio		8.08		51.53		50.44		42.86		44.20		7.91		41.43		8.16			
Tiempo Mínimo		7.23		42.38		33.98		19.41		31.91		6.08		35.33		6.22			
Tiempo Máximo		8.65		65.98		85.57		58.03		62.99		9.99		48.89		11.60			
Tiempo Promedio		254.61		-->		4.24353333333333 minutos													

Fuente: elaboración propia.

El instrumento estuvo partido en un tiempo de tres días según el trabajo de cinco colaboradores; se tuvieron ocho subdivisiones donde se arroja que el tiempo promedio del proceso son 254.61 segundos que equivalen a 4.24 minutos. Para constatar este tiempo se hizo uso del segundo instrumento de

recolección de datos que es el diagrama MTM del proceso, donde el proceso se trasladó a acciones básicas y concretas que determinaron el tiempo que debe emplearse para la realización de dicha actividad. Con base en lo anterior se obtiene lo siguiente:

Figura 2
Diagrama MTM

DIAGRAMA MTM							
PARTE	Preparación de estado de cadena se termina para pulir	FECHA	jul-23			NO. PUESTO	1
OPERACIÓN		ANALISTA	Brenda Juárez Silva			REF. NO.	2
Descripción—Mano Izquierda	Clav.	TMU	TT	TMU	Clav.	Descripción—Mano Derecha	
Agacharse doblando rodillas	RBK	69.4	69.4	69.4	RBK	Agacharse doblando rodillas	
		69.4					
Determinar distancia del estado - No. de repeticiones = 1							
Alcanzar cadena	R30C	14.1	14.1				
Asir cadena	G1A	2.0	2.0				
Mover cadena a la izquierda	M30B	13.3	14.1	14.1	R30C	Alcanzar cadena	
Posicionar cadena	P1SSE	9.1	9.1	2.0	G1A	Asir cadena	
Sostener cadena			13.3	13.3	M30B	Mover cadena a la derecha	
Sostener cadena			9.1	9.1	P1SSE	Posicionar cadena	
Soltar cadena	RL1	2.0	2.0	2.0	RL1	Soltar cadena	
		63.7					
Se realiza un zig zang con la cadena haciendo un menor que "x" - No. de repeticiones = 25							
Alcanzar cadena de la derecha	R30B	12.8	12.8			Sostener cadena	
Asir cadena	G1A	2.0	2.0			Sostener cadena	
Mover cadena a la izquierda	M30A	12.7	12.7			Sostener cadena	
Posicionar cadena a la mitad del estado	P1SSE	9.1	9.1	2.0	RL1	Soltar cadena	
Soltar cadena	RL1	2.0	9.5	9.5	R30A	Alcanzar cadena de en medio	
Alcanzar cadena del monón	R30C	14.1	14.1	2.0	G1A	Asir cadena de en medio	
Asir cadena	G1A	2.0	2.0			Sostener cadena	
Mover cadena al extremo izquierdo	M30A	12.7	12.7			Sostener cadena	
Posicionar cadena	P1SSE	9.1	9.1			Sostener cadena	
Sostener cadena			2.0	2.0	RL1	Soltar cadena	
Sostener cadena			12.8	12.8	R30B	Alcanzar cadena de la izquierda	
Sostener cadena			2.0	2.0	G1A	Asir cadena	
Sostener cadena			12.7	12.7	M30A	Mover cadena a la derecha	
Soltar cadena	RL1	2.0	9.1	9.1	P1SSE	Posicionar cadena a la mitad del estado	
Alcanzar cadena de en medio	R30A	9.5	9.5	2.0	RL1	Soltar cadena	
Asir cadena de en medio	G1A	2.0	14.1	14.1	R30C	Alcanzar cadena del monón	
Sostener cadena			2.0	2.0	G1A	Asir cadena	
Sostener cadena			12.7	12.7	M30A	Mover cadena al extremo derecho	
Sostener cadena			9.1	9.1	P1SSE	Posicionar cadena	
Soltar cadena	RL1	2.0	2.0			Sostener cadena	
		430.0					
Colocación de amarré derecho - No. de repeticiones = 1							
Enderezarse	AS	31.9	31.9	31.9	AS	Enderezarse	
Caminar un paso	W.P	15.0	15.0	15.0	W.P	Caminar un paso	
Caminar un paso	W.P	15.0	15.0	15.0	W.P	Caminar un paso	
Alcanzar alambre	R80B	21.2	21.2	5.5	R8B	Alcanzar alambre del otro extremo	
Asir alambre	G1A	2.0	2.0	2.0	G1A	Asir alambre del otro extremo	
Agacharse doblando rodillas	S	29.0	29.0	29.0	S	Agacharse doblando rodillas	
Mover alambre a una ubicación exacta x53	MAC	238.5	238.5				
Posicionar alambre en eslabón x53	P1SSE	482.3	482.3				
Asir alambre	G1A	2.0	2.0				
Mover alambre al centro	M30C	15.1	15.1	15.1	M30C	Mover alambre al centro	
Girar alambres x10	T90M	148.0	148.0				
Soltar alambre	RL1	2.0	2.0	2.0	RL1	Soltar alambre	
		1002.0					
Colocación de amarré izquierdo - No. de repeticiones = 1							
Enderezarse	AS	31.9	31.9	31.9	AS	Enderezarse	
Caminar un paso	W.P	15.0	15.0	15.0	W.P	Caminar un paso	
Caminar un paso	W.P	15.0	15.0	15.0	W.P	Caminar un paso	
Alcanzar alambre	R80B	21.2	21.2	5.5	R8B	Alcanzar alambre del otro extremo	
Asir alambre	G1A	2.0	2.0	2.0	G1A	Asir alambre del otro extremo	
Agacharse doblando rodillas	S	29.0	29.0	29.0	S	Agacharse doblando rodillas	
Mover alambre a una ubicación exacta x53	MAC	238.5	238.5				
Posicionar alambre en eslabón x53	P1SSE	482.3	482.3				
Asir alambre	G1A	2.0	2.0				
Mover alambre al centro	M30C	15.1	15.1	15.1	M30C	Mover alambre al centro	
Girar alambres x10	T90M	148.0	148.0				
Soltar alambre	RL1	2.0	2.0	2.0	RL1	Soltar alambre	
Enderezarse	AS	31.9	31.9	31.9	AS	Enderezarse	
		1033.9					
		6469.0					
RESUMEN							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		TIEMPO DEL ELEMENTO					
		TMU	Mano Derecha	Mano Izquierda	Totales		
T. Ciclo en TMUs	6469.00						
T. Ciclo en segundos	232.88	T.Efectivo	4445.8	2672.8	7118.6		
T. Ciclo en minutos	3.88	T.Inefectivo	2023.2	3796.2	5819.4		

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se reconoció que el proceso, como tal, debería durar 3.88 minutos; por tanto, es posible determinar los valores de las variables: productividad y eficiencia de la manera o proceso que tiene la empresa actualmente.

$$Productividad = \frac{Producción}{Horas trabajadas} = \frac{2,830 \text{ kilos}}{8 \text{ horas}} = 352.875 \text{ kilos/hora}$$

Tomando en cuenta que un trabajador tarda 4.24 minutos por un atado de 25 kg, se establece que en 8 horas equivalentes a 480 minutos se harían 2,830 kilos, lo que arroja una productividad del proceso actual de 352.875 kilos / hora. Con el diagrama MTM se determinó que la actividad debería realizarse en 3.88 minutos, por lo que es posible calcular la eficacia del proceso.

$$Eficacia = \frac{Resultado alcanzado}{Resultado previsto} \times 100 = \frac{352.875 \text{ kilos/hora}}{386.597 \text{ kilos/hora}} \times 100 = 91.27\%$$

Partiendo de esto, se generó la propuesta de transformar el actual proceso para generar una nueva manera de trabajo que tome en cuenta la ergonomía en el proceso, es decir, las consecuencias a largo plazo que atentan contra el bienestar del trabajador,

Figura 3

Formato de estudio de tiempos y movimientos

Formato de estudio de tiempos y movimientos																	
Pulido de Cadena Propuesta		Colocación de primer eslabón				Seguimiento de atado				Desbloqueo de atado				Amarre derecho		Amarre izquierdo	
No. de ensayo		Estructura del atado												Lado derecho		Lado izquierdo	
Dimensiones																	
Nota	Operador	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L		
	1	4.22	4.22	106.09	110.23	4.11	114.34	8.00	122.34	7.89	130.23						
	2	4.09	4.09	102.35	106.44	4.74	111.18	8.15	119.33	8.13	127.46						
	3	3.82	3.82	107.45	111.27	4.80	116.08	8.13	124.21	8.02	132.23						
	4	3.91	3.91	104.45	108.36	4.93	113.20	8.04	121.33	8.12	129.45						
	5	4.06	4.06	104.21	108.27	4.12	112.30	8.04	120.43	8.02	128.45						
	1	4.11	4.11	107.93	112.04	4.15	116.18	7.94	124.12	8.11	132.23						
	2	4.35	4.35	105.89	110.24	4.01	114.25	7.96	122.21	8.01	130.22						
	3	3.45	3.45	107.82	111.27	4.06	115.33	8.11	123.44	8.12	131.56						
	4	4.53	4.53	106.92	111.45	4.68	116.13	9.07	125.2	8.01	133.21						
	5	4.23	4.23	106.82	111.05	4.42	115.47	9.01	124.48	7.96	132.44						
	1	4.32	4.32	103.79	108.11	4.47	112.58	7.96	120.54	8.02	128.56						
	2	4.32	4.32	105.45	109.77	4.84	114.61	8.09	122.7	8.06	130.76						
	3	3.98	3.98	105.09	109.05	4.98	114.03	8.05	122.08	7.91	129.91						
	4	3.89	3.89	103.89	107.78	4.41	112.18	7.91	120.09	8.14	128.23						
	5	4.06	4.06	102.51	106.57	4.42	110.99	7.96	118.95	7.92	126.87						
Tempos Totales		61.34				1580.96				67.13				122.42		120.44	
Número de Observaciones		15.00				15.00				15.00				15.00		15.00	
Tiempo Promedio		4.09				105.37				4.48				8.16		8.03	
Tiempo Mínimo		3.45				102.35				4.01				7.91		7.89	
Tiempo Máximo		4.53				107.93				4.98				9.07		8.14	
Tiempo Promedio		130.13				->				2.168766666666667 minutos							

Fuente elaboración propia.

la ineficiencia del proceso y la oportunidad de mejora. Los cambios más primordiales dentro de la propuesta fueron: trabajo de pie, incorporación de movimientos ergonómicos y economía de movimientos.

La propuesta constó de la creación de un artefacto a base de PTR, reductor, catarinas y un tubo; el cual se acciona a través de un pedal por el operador y solo se guía la cadena mientras es enrollada de manera automática. Cuando el atado se encuentra listo, se colocan los amarres a través de las guías con un solo movimiento, posteriormente, se desbloquea el artefacto y, haciendo uso de la gravedad, el atado desciende a la altura del carrito transportador para realizar adecuadamente el nudo del amarre.

Con la propuesta el objetivo primordial es la asimetría de movimientos, la erradicación de movimientos con direcciones opuestas, suprimir la carga del atado, la organización de herramental, la disminución de fatiga a través del atado automático, el uso de gravedad y el diseño del lugar de trabajo a una altura que pueda adaptarse a una correcta postura.

Con base en la propuesta, se obtuvieron los siguientes registros en el instrumento de medición.

Nuevamente, el instrumento estuvo partido en un tiempo de tres días con base al trabajo de cinco colaboradores; se tuvieron cinco subdivisiones donde se arroja que el tiempo promedio del proceso son 130.13 segundos que equivalen a 2.17 minutos.

De esta manera se reconocen los valores de las variables: productividad, eficiencia y eficacia del proceso desde la perspectiva de la propuesta.

$$Productividad = \frac{Producción}{Horas trabajadas} = \frac{5,529 \text{ kilos}}{8 \text{ horas}} = 691.244 \text{ kilos/hora}$$

Tomando en cuenta que, un trabajador tarda 2.17 minutos por un atado de 25 kg, se establece que en 8 horas equivalentes a 480 minutos se harían 5,529 kilos, lo que arroja una productividad del proceso actual de 691.244 kilos / hora.

$$Eficacia = \frac{Resultado alcanzado}{Resultado previsto} \times 100 = \frac{691.244 \text{ kilos/hora}}{386.597 \text{ kilos/hora}} \times 100 = 178.8\%$$

Entonces, la propuesta representaría un aumento de eficiencia a tres cuartas partes más de lo previsto. Tomando en cuenta estadística inferencial, se desarrolla la prueba de hipótesis:

Prueba de hipótesis

	n	\bar{X}	s2
Método tradicional	5	254.61	73.74
Método Ing. Métodos	5	130.13	3.80

Estadístico de prueba	
t=	31.61
sp2	38.77
sp	6.23
t(0.025,8)=	2.31

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad \alpha = 0.05$$

Regla de decisión → Rechazar H_0 : si $t > t_{(0.025,8)} \rightarrow 31.61 > 2.31$

Con base en la técnica de procesamiento de datos, es posible el contraste de la hipótesis planteada y aceptar la hipótesis alterna, ya que, además de poseer sustento para determinar que la propuesta basada en la incorporación de la ingeniería de métodos, colabora con la mejora de los indicadores objetivo del proceso de estudio, es decir, mejora la productividad y la eficiencia en el proceso de pulido de cadena.

$$Productividad - Se acepta H_a \therefore ProdT = 352.875 \frac{\text{kilos}}{\text{hora}} < ProdIM = 691.244 \frac{\text{kilos}}{\text{hora}}$$

$$Eficiencia - Se acepta H_a \therefore EficienciaT = 91.27\% < EficienciaIM = 178.8\%$$

CONCLUSIONES

La necesidad de aumentar los índices de productividad en las industrias conlleva el análisis de los procesos, la estructuración de propuestas y las comparativas de mejora, por ello se realizó el presente trabajo dentro del cual se establecen los siguientes hallazgos:

De acorde al objetivo de la investigación, es posible determinar en qué medida la aplicación de la ingeniería de métodos sirve de estrategia para mejora de la productividad en el proceso de pulido de cadena. Con base en la propuesta se logró diagnosticar, comparar y reconocer un aumento del 95% de la producción al incorporar un nuevo método basado en los principios de la ingeniería de métodos. Por otra parte, se logra ubicar la mejora en la variable eficiencia de, aproximadamente, el doble comparada con el proceso tradicional.

Partiendo de los resultados arrojados por el instrumento de medición, se identifica que la ingeniería de métodos mejora la productividad con base en evidencia estadística. Por otra parte, es posible dimensionar que para desarrollar y mejorar un proceso no es necesaria una gran inversión de tecnología, sino que basta con el reconocimiento de las áreas de oportunidad en las que es posible emplear la creatividad para generar modificaciones que ayuden a disminuir tiempo, enfocar alcances, optimizar recursos y establecer costos acordes al mercado en el que se desenvuelve.

Este aspecto, se ve fortalecido para empresas de diversos países que no cuentan con el acceso a nuevas tecnologías y que su principal fuente de competitividad se centra en el poder de innovación; es decir, en su capacidad de autogestión para mejorar, en su apertura a los cambios, en su originalidad de diversificar el know-how y en su vinculación oportuna con el recurso humano que funge como protagonista de los procesos.

Con la implementación de los cambios dentro del proceso y la comparativa del nivel de mejora, se logró ubicar las deficiencias que tenía el proceso, reconocer la necesidad de aminorar los riesgos a los que se enfrentaba el colaborador, disminuir los movimientos innecesarios, así como las actividades que no generaban valor. A través de lo anterior, fue posible propiciar mejores condiciones para el producto, fortalecer los aspectos ergonómicos, estandarizar maneras de trabajo, dicho de otro modo, fue posible transformar el panorama completo que se tenía del proceso a través de la experiencia, la creatividad, la autorregulación y los procesos de mejora continua por medio de las herramientas que otorga la ingeniería de métodos.

Un aspecto trascendental que se encontró durante el proceso es la importancia de la compenetración del recurso humano con los analistas del proceso, ya que, a través de esta alianza es posible la determinación correcta de la manera más óptima de incorporar los principios establecidos en la ingeniería de métodos dentro de los procesos. Los resultados demuestran que para lograr un buen proceso para incrementar los niveles de productividad es indispensable señalar al recurso humano como sinónimo de renovación, superación y calidad laboral, ya que, a partir de su experiencia dentro de la línea productiva, seguimiento al proceso, disponibilidad para las iniciativas y actitud positiva para el cambio se torna como el agente decisivo que establece el factor diferenciador del éxito de los proyectos.

Esto, a su vez, colabora al generar diseños flexibles y adaptables a los procesos de transformación, establece una postura de apertura al cambio, disminuye la incertidumbre en cuanto al uso de recursos y tiempo, otorga la oportunidad de creación de propias tecnologías, estructura nuevas ventajas competitivas y aspectos diferenciadores.

REFERENCIAS

- Alemán, B. (23 de marzo de 2023). Productividad laboral en México. *IPADE*. <https://www.ipade.mx/2023/03/23/productividad-laboral-en-mexico/>
- Bocángel, G., Rosas, C., Bocángel, G., Perales, R. & Hilario, C. (2001). *Ingeniería Industrial: Ingeniería de Métodos I*. Unheval.

- Banco Mundial. (2020, 14 de julio). *El aumento de la productividad, el principal motor de reducción de la pobreza, corre peligro debido a las perturbaciones causadas por la COVID-19* [Comunicado de prensa]. <https://www.scribbr.es/normas-apa/ejemplos/comunicado-prensa/>
- Campos, G. & Lule, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Revista Xibmai*, 7(13), 45-60. ISSN 1870_6703
- Córdova, L. (2021). *Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha, Huancayo - 2020*. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Continental. Repositorio institucional: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10456/2/IV_FIN_107_TE_Cordova_Jimenez_2021.pdf
- Cuevas, C., González, Y., Torres, M. & Valladares, M. (2020). Importancia de un estudio de tiempos y movimientos. *Inventio La génesis de la cultura universitaria en Morelos*, 16(39), 1-6. <https://doi.org/10.30973/inventio/2020.16.39/7>
- De la Puente, C. (2018). *Estadística descriptiva e inferencial*. IDT
- Del Canto, E., & Silva, A. (2013). Metodología cuantitativa: abordaje desde la complementariedad en Ciencias Sociales. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*, III (141), 25-34.
- Fontalvo, T., De La Hoz, E. & Morelos, J. (2017). La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*, 15(2), 47-60. <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v15i2.1375>
- Ganoza, R. (2018). *Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa agroindustrial Estanislao del Chimú*. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Privada del Norte, Perú. Repositorio institucional <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14846/Ganoza%20Vilca%20Rodrigo%20Alonso.pdf?sequence=1>
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. McGraw-Hill.
- Grupo P&A (2020, julio). *¿Qué es MTM? Ejemplo MTM para la gestión del desempeño: El tiempo es oro*. <https://grupo-pya.com/el-sistema-mtm-en-la-gestion-del-desempeno-el-tiempo-es-oro/>
- Hernández, G. (09 de marzo de 2022). *Productividad laboral cerró el 2021 en su nivel más bajo en 12 años*. <https://www.economista.com.mx/capitalhumano/Productividad-laboral-cerro-el-2021-en-su-nivel-mas-bajo-en-12-anos-20220308-0147.html>
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. McGraw-Hill.
- OIT, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. (2002). *Introducción al estudio de trabajo* (4ta ed). Limusa. ISBN 968-18- 5628-7.
- Palacios, L. (2009). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Ecoe Ediciones.
- Rodríguez, A. (2017). *La productividad en América Latina. Relaciones con la competitividad internacional e informalidad: 1995 – 2014*. [Tesis doctoral]. Universidad de Alcalá. Repositorio institucional <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/41306>
- Tejada, N., Gisbert, V. & Pérez, A. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD. *3C Empresa, investigación y pensamiento crítico, Edición Especial*, 39-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.39-49/>.