

EL TIEMPO ESTÁNDAR Y SU IMPORTANCIA EN LAS COTIZACIONES DE PROYECTOS DE MANUFACTURA. UN ENFOQUE DE GESTIÓN^{1,2,3}

The standard time and its importance in the quoting of
manufacturing projects. A management approach

Recibido: 09 de mayo de 2022
Aceptado: 27 de mayo de 2022

1- Autor: Lorena Janeth Méndez Meléndez. Grado académico: Estudiante de Maestría en Ingeniería Administrativa. Adscripción: Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Juárez. Correo electrónico: m20112736@itcj.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2849-1908>

2- Co-Autor 1: Diego Adiel Sandoval Chávez. Grado académico: Doctor en Investigación en Medio Ambiente, Energía y Sociedad. Adscripción: Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Juárez. Correo electrónico: dsandoval@itcj.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2536-1844>. *Autor de correspondencia

3- Co-Autor 2: Luz Elena Terrazas Mata. Grado académico: Doctora en Ciencias de la Ingeniería. Adscripción: Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Juárez. Correo electrónico: lterrazas@itcj.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1396-1751>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

RESUMEN

La cotización de la mano de obra en proyectos de manufactura es un factor decisivo para la competitividad de organizaciones de este sector. Es prioritaria en organizaciones de mano de obra intensiva por la frecuente aparición de nuevos competidores. El objetivo de este trabajo fue identificar, basado en tiempo estándar de operación, cómo difieren las cotizaciones de mano de obra nominales en relación con las reales en proyectos de nuevos negocios, para identificar alternativas de gestión y reducir estas brechas. Se eligió un conjunto de operaciones relevantes de costo de mano de obra, examinando el costo cotizado en relación con el real; estimado mediante un estudio de tiempos. Los resultados mostraron que las estimaciones basadas en datos históricos difieren significativamente en relación con los datos que proporcionaron los estudios de tiempo, estableciendo avenidas de gestión. Se presentan las conclusiones derivadas del estudio, así como las recomendaciones para trabajos futuros.

Palabras clave: Estudio de tiempos; Sistemas de manufactura; Sector manufacturero de arneses.

ABSTRACT

The adequate determination of labor cost of manufacturing projects is a decisive factor for the organizations' competitiveness in this sector. This factor is priority in labor-intensive environments due to the emergence of new competitors. The objective of this work was to identify how nominal costs differ from real costs while quoting manufacturing projects in a harness manufacturing plant. This approach allowed to identify management alternatives to reduce these gaps. A set of relevant operations in terms of labor cost was chosen and the quoted labor cost was examined in relation to the real one, which was estimated by a time study. The results showed that labor cost estimates based on historical data differed significantly from those provided by the time studies. These results gave place to recognize management avenues. Conclusions derived from the study are presented, as well as recommendations for future work.

Keywords. Time study; Manufacturing systems; Harness manufacturing sector.

Clasificación JEL: D2, D24, L00

Introducción

Una de las industrias que juegan un papel fundamental en el desarrollo de nuevos productos es la industria de manufactura de arneses, ya que al ser el arnés el sistema nervioso de varios dispositivos lleva en sí mismo gran contenido de trabajo, manifestado en los volúmenes de fabricación, ensamble y otras variantes de los procesos productivos implicados en su manufactura.

Como en todas las organizaciones manufactureras, en la industria arnesera surgen diferentes variaciones al momento de cotizar un nuevo proyecto, lo que puede relacionarse con afectaciones a la rentabilidad, debido a que el costo total del equipo, las herramientas y la mano de obra dependen de la relación que se establece con la Nota de Materiales (*Bill of Materials* o BOM) con los planos y especificaciones proporcionados por la parte contratante.

En la fase de planificación de nuevos proyectos, se calcula el tiempo estándar requerido con base en datos históricos, principalmente con base en proyectos anteriores. Sin embargo, en el momento de llevar el proyecto a la ejecución, se observa que prevalecen diferencias entre los tiempos estándares considerados en la cotización y los reales calculados *in situ*. Existen varias causas que dan lugar a estas diferencias, en casi todos los casos esta brecha impacta negativamente la rentabilidad de las organizaciones. Para abordar este problema es necesario un enfoque sistémico que comprenda una visión global de todos los componentes del arnés en la fase de planeación, de forma que sea posible determinar los factores que afectan el tiempo estándar, lo que a su vez revelaría caminos de acción para realizar mejoras.

Para el desarrollo de productos que incursionan en los mercados, se definen métodos especializados que permiten diseñar sistemas de manufactura que simultáneamente afrontan retos en términos de cantidad, variedad y calidad. Al respecto, las técnicas de Diseño del Trabajo y Ergonomía permiten configurar y adecuar una tarea y su estación de trabajo a las características de un operador (Niegel y Freivalds, 2014). En este sentido, Meyers (2000) menciona que el diseño de la estación de trabajo estará determinado en gran manera por la naturaleza de la tarea que se realizará. Con esto en mente, la Administración Industrial busca las formas más económicas de elección de maquinaria, equipo y estaciones que permitan la ejecución del trabajo, reduciendo la complejidad y otros aspectos negativos. Para que el diseño se considere completo, se requieren diversos aspectos relacionados con instalaciones, como una mesa de trabajo, materiales de entrada y salida, espacio para el personal operativo, equipo y herramientas, espacio para material defectuoso y desperdicios, así como otro espacio para herramental o dispositivos de mantenimiento básico. Una vez diseñada la estación, es posible efectuar un estudio de tiempo formal, lo que permitirá determinar el tiempo estándar de la estación de trabajo. Para las empresas es fundamental, debido a que es posible realizar cálculos de producción, estimar plazos de entrega de clientes externos o internos, mano de obra y medir indicadores de productividad, siendo estos factores de vital importancia para la gestión de una organización (Roncancio *et al.*, 2017).

El trabajo estandarizado consiste en una serie de documentos fáciles de interpretar, que son actualizados y están en constante cambio, con el fin de ajustarse a las necesidades actuales de la organización. Involucra el trabajar con operadores para determinar el método de trabajo más eficiente, a su vez, complementar el método de trabajo con ideas de los operarios y por último considerar el *takt time* como una de las unidades más críticas de medición (Socconini y Martín, 2019).

Planteamiento del Problema

Los arneses sufren cambios constantes de diseño, las estaciones de trabajo deben ser flexibles para que los cambios de modelo se presenten sin ocasionar grandes problemas a la empresa, entre ellos retardos o defectos en los productos. Las estaciones de trabajo se diseñan y configuran mediante la utilización de la máquina, el costo de la inversión, el consumo de recursos energéticos, la disponibilidad y el volumen de la producción anual (Michalos *et al.*, 2015).

Con el contexto que las estaciones son definidas por el tiempo estándar, la empresa ABC dentro del área de cotizaciones emplea un documento o plantilla, el cual contiene todos los procesos con el tiempo estándar correspondiente que puede tener un arnés. Actualmente las cotizaciones se calculan con base en tiempos históricos, comprendiendo las áreas: corte, procesos, ensamble y pruebas eléctricas/detección. Con la información anterior, se determina la cantidad de maquinaria, sus herramientas, líneas de producción, así como la cantidad de tableros de construcción, sus dimensiones y características eléctricas.

En la Tabla 1 se aprecian ejemplos de proyectos cotizados en los últimos cuatro años que tuvieron alto volumen anual y el personal directo e indirecto que resultó con base en el tiempo estándar del arnés. Es importante aclarar que por motivos de confidencialidad no es posible mostrar cifras monetarias, pero el conjunto estudiado representa la mayoría del importe monetario de las ventas (6 %) y es el de mayor volumen de la compañía.

Tabla 1. Historial de algunos nuevos contratos cotizados 2019-2022

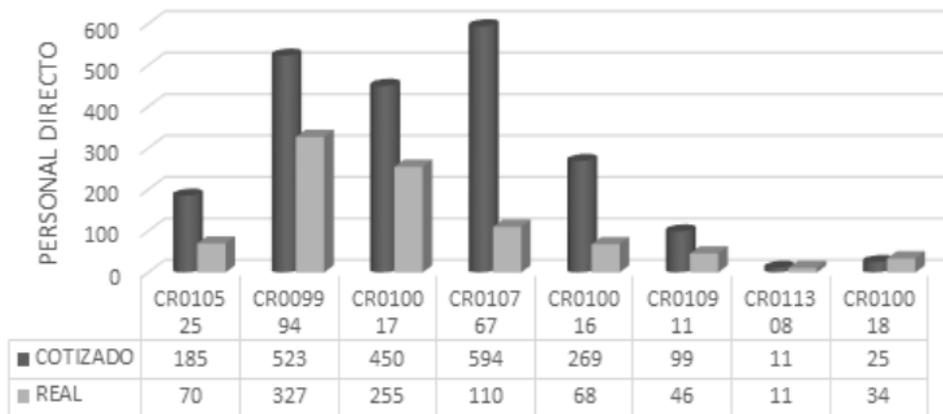
Cambio Requerido	Volumen	Cliente	Producto	Personal Directo	Personal Indirecto
CR011314	4,543,000	FCA	Door, Seat	747	133
AUTCR001639	3,625,930	Stellantis	Jumper	85	9
AUTCR002505	2,090,000	GMC	Transmission	539	54
CR010525	1,866,600	FCA	Battery	185	21
CR011338	1,500,000	FCA	Jumper	158	16
CR011300B	1,352,000	FCA	Jumper	62	7
CR011300	1,105,000	FCA	Jumper/Door/Body	200	22
CR011422	879,000	FORD	Transmission	115	12
CR011278	680,000	FCA	Door	183	19
CR011315	672,094	FCA	Battery	147	15
CR010767	616,580	FCA	Engine	594	60
AUTCR001984	315,000	Stellantis	Jumper	30	4
CR010911	296,400	FORD	Battery	99	14
CR011339	283,237	FCA	Jumper	44	5
CR011308	277,457	SUMITOMO	Battery	11	2
CR011302	255,000	FCA	Engine/Under body	268	27
CR011360	146,556	Stellantis	Battery/Connector	44	5
AUTCR002296	95,000	Stellantis	Jumper	4	1

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de fabricación y ensamble afecta directamente el cálculo de personal de mano de obra directa (Arias *et al.*, 2010), se trata del pago que recibe el trabajador por la manipulación de la materia prima de forma manual o automática (por medio de maquinaria), transformándolo en un producto terminado. Al sumar el personal, el costo de materia prima y todos los costos adicionales causados por los procesos de manufactura, se conforma el costo de producción o del producto. Por ello la mano de obra directa es considerada en cualquier planta, como uno de los más importantes de la cadena de manufactura.

En la Figura 1 se observa la diferencia de personal directo cotizado contra lo real en algunas licitaciones ganadas en los últimos cuatro años.

**Figura 1. Mano de Obra Directa Nominal
Contra Real de las Estaciones Ganadas en la Compañía ABC**



Fuente: Elaboración propia.

Para conocer las avenidas de gestión disponibles tendientes a cerrar estas brechas, es necesario realizar un estudio en el cual se verifique que los tiempos estándar realmente reflejan su estado actual, además es necesario considerar los diversos factores que afectan la eficiencia del operario, de forma que permitan seguir en competencia con las mejores empresas dedicadas a la fabricación de arneses.

El objetivo de este trabajo es conocer cómo difieren las cotizaciones unitarias nominales basadas en datos históricos del tiempo estándar en relación con las verificadas en el campo, con especial énfasis en el centro de costos 7, o bien proceso de ensamble. Con lo anterior, se busca una mayor competitividad en el mercado, así como el cálculo de tableros de construcción, cantidad de líneas de fabricación y la determinación de personal directo, esto con el fin disminuir la variación en el resultado final de la cotización.

Se reitera que el área de estudio seleccionado se basó en la línea de fabricación de la empresa que representa el arnés con mayor porcentaje de volumen anual, por ello se cuenta con una capacidad instalada de cuatro líneas idénticas de fabricación, en dos turnos laborales. Finalmente se busca identificar acciones de gestión que conlleven a reducir las diferencias entre ambas estimaciones.

Marco Teórico

La definición tradicional del concepto tiempo estándar hace referencia al tiempo necesario para elaborar un producto en una determinada estación de trabajo. Para ello, es necesario cumplir con tres condiciones importantes: a) contar con un operador calificado y bien entrenado, b) trabajando a ritmo normal y c) realizando una tarea específica (Meyers, 2000). La importancia del establecimiento del tiempo estándar es enfatizada por Gozali *et al.* (2020), quienes mencionan que su adecuada determinación es una premisa básica para la definición de una estación de trabajo, ya que, al no contar con un tiempo de referencia, no es posible el balanceo de las cargas, lo que repercute en la eficiencia del sistema en su conjunto y en la posible aparición de cuellos de botella y otras restricciones.

Es necesario establecer algunas consideraciones en el cálculo del tiempo estándar. Así, se debe contar con la cooperación de un operador bien entrenado, trabajando en condiciones normales y con la motivación y comprensión adecuada que permita el escrutinio de su trabajo, por ejemplo con cronómetro, sin que dicha tarea sea invasiva ni implique una crítica personal de su desempeño (de la Riva *et al.*, 2011) llamó a este proceso "Estudio de tiempos", y el primer estudio lo realizó en el Taller de la Midvale Steel Company de Filadelfia, en 1881 (Barnes, 1979). También es necesario no perder de vista que la eficiencia en el trabajo, en relación con el tiempo estándar, es un factor relevante que impactará en la rentabilidad y el cumplimiento de los tiempos de entrega. Para esto, es necesario incorporar al sistema buenas prácticas de manufactura, como organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina, las cuales han probado ser tácticas que ayudan a la reducción de costos (Miño *et al.*, 2019).

El tiempo muerto es la interrupción que experimenta el sistema o una de sus partes y que impide se realicen las funciones para las cuales fue concebido. Los paros pueden ser totales, impidiendo toda función del sistema o bien parciales, afectando a solo algunas partes de este. Las causas pueden residir en el diseño, el mal uso, el desgaste, la falta de mantenimiento o bien su inadecuada adopción (Linares, 2018).

El tiempo de ciclo, ritmo de operación o *Takt Time* (R) es la cantidad máxima de tiempo permitido para elaborar un producto considerando un tiempo de operaciones determinado (Miño *et al.*, 2019). El *Takt Time* es pues el tiempo necesario para completar una operación de fabricación o ensamble. En este sentido, R marca el ritmo al cual el sistema de manufactura debe operar para satisfacer lo que el contratante está demandando.

La relación entre el tiempo de ciclo o *Takt Time* (R) y el tiempo estándar (T_{std}) es determinante para el cálculo de los recursos de manufactura, considérese una estación de trabajo. Sean:

Q_d	Cantidad demanda (piezas) en un determinado periodo (normalmente un turno)
T_{std}	Tiempo estándar para ejecutar la operación (min/pza)
T_{nom}	Cantidad de tiempo nominal de trabajo del periodo (min)
T_{idle}	Cantidad de tiempo ocioso en el periodo (min)
T_w	Cantidad de tiempo efectivo de trabajo (min), esto es:

$$T_w = T_{nom} - T_{idle} \quad (Ec. 1)$$

E_f Eficiencia con la que se realiza la operación (en fracción decimal) respecto a
 T_{disp} Cantidad de tiempo efectivo disponible de trabajo (min), esto es:

$$T_{disp} = (T_w)(E_f) \quad (\text{Ec. 2})$$

P Fracción de productos defectuosos (en decimal) generada en la estación de trabajo
 f Fiabilidad de la estación de trabajo (en decimal), esto es:

$$f = (1 - p) \quad (\text{Ec. 3})$$

Q_{dajus} Cantidad demandada (piezas) ajustada debido a la fiabilidad de la estación de trabajo (f), esto es:

$$Q_{dajus} = \frac{Q_d}{(1 - p)} = \frac{Q_d}{f} \quad (\text{Ec. 4})$$

Entonces, se define el Tiempo de Ciclo o *Takt Time* (R) (min/pza) como:

$$R = \frac{T_{disp}}{Q_{dajus}} \quad (\text{Ec. 5})$$

R es el ritmo al que la estación de trabajo debe operar para cumplir con la demanda. Si se presenta el caso que , entonces se necesitará más de una estación. El número de estaciones, y en general el número de recursos (Ω), se calcula como:

$$\Omega = \frac{T_{std}}{R} \quad (\text{Ec. 6})$$

Sustituyendo R de la ecuación, se tiene:

$$\Omega = \frac{T_{std}}{\frac{T_{disp}}{Q_{dajus}}} = Q_{dajus} \frac{T_{std}}{T_{disp}} \quad (\text{Ec. 7})$$

Entonces, la cantidad de recursos para cumplir con una orden es directamente proporcional a la cantidad demandada y al tiempo estándar para producir una pieza, así como inversamente proporcional al tiempo disponible de trabajo. Es claro, entonces, que el establecimiento de estándares adecuados influye

de manera decidida en el cálculo de los recursos necesarios, determina uno de los elementos del costo unitario del producto e influye en otros fenómenos, como la eficiencia y la productividad.

Si bien es cierto que con la llamada cuarta revolución industrial o Industria 4.0, según Jayashree *et al.* (2022), se ha generado un incremento en la productividad con impactos significativos en la economía, derivados de la transformación digital y tecnológica de los procesos de manufactura. El uso adecuado de equipos inteligentes e integrados en las líneas de fabricación promueven la personalización (*customization*) de los productos, mayor eficiencia en sus procesos, recursos, áreas de trabajo seguras, entre otras. Sin embargo, la teoría del tiempo estándar y del diseño del trabajo manual es vigente en general, a pesar de la innovación y el aprendizaje continuo del equipo que influencia directamente en el recurso humano.

3. Marco referencial

Las técnicas de cálculo del tiempo estándar y los métodos de estudios de tiempo han permitido a las organizaciones de manufactura definir, evaluar o mejorar sus procesos productivos. A efecto de ejemplificar, se presentan algunos casos que hacen referencias a trabajos similares en diferentes contextos.

En una industria de manufactura localizada en India central, dedicada a la fabricación de muebles a pequeña escala, Ganorkar *et al.* (2019) emplearon la técnica MOST (*Maynard Operation Sequence Technique*) desarrollado por Zandin (2002) para un costeo basado en actividades impulsado por el tiempo estándar, con el propósito de mejorar la productividad. Esta elección se debió a que es un método más estandarizado, fácil de usar y aplicable a procesos manuales, permitiendo evaluar cada una de las actividades, así como definir un tiempo estándar. En un periodo de un año la empresa fabricó 332 modelos y un total de 9,484 productos terminados, con ello determinaron 52 actividades para el caso de estudio, como son soldadura, ensamble, manejo de material, empaque, tratamiento, prensado, corte, entre otros. Como resultado, se obtuvo que el costo del producto se encontraba elevado en un 11.27 %, lo que afecta la competitividad, la rentabilidad de la empresa y en general la variación del costo de cada actividad era entre 0 y 15%. Para concluir, mencionan que esta nueva forma de estimar reduce el trabajo por el diseño de una ecuación de tiempo y proporciona un análisis detallado de las actividades, siendo este método en comparación con el actual más económico.

Por otro lado, Puvanasvaran Por otro lado, Puvanasvaran *et al.* (2019), en una industria electrónica adoptaron la técnica MOST en el proceso de funcionamiento de envasado en seco. Mediante el uso de cronómetro se determinaron los tiempos reales del ciclo de la operación y enseguida se procedió al análisis de MOST, analizando cada método y detallando cada movimiento. Únicamente usando 19 combinaciones de movimiento básicos, la técnica puede revelar actividades de valor agregado o no agregado de cada subproceso. El resultado del análisis de MOST arrojó un tiempo total de 126 segundos, mediante la toma de tiempo a cuatro operadores calificados. Con la herramienta empleada la empresa logró un panorama más amplio de actividades sin valor agregado y el tiempo de trabajo excesivo que un operador puede llegar a realizar, mediante la implementación de MOST es posible monitorear el desempeño del operador y realizar mejoras en el proceso.

En una empresa de Valladolid se llevó a cabo un estudio de métodos y tiempo en el cual se realizaron grabaciones del proceso a diferentes operadores y se recabó la información que incluía el tiempo crono-

metrado, tiempo observado y los tiempos no productivos (Casero, 2019). Después de analizar los datos, se observó que el operario perdía mucho tiempo por las esperas en el proceso, por ello se procedió al uso de la técnica MTM (*Methods-Time Measurement*) (MTM, 2022) y MODAPTS (*Modular Arrangement of Predetermined Time Standards*) (Sadeghitabar *et al.*, 2019), para establecer el tiempo estándar necesario para cada tarea. Se concluyó que el total de datos de tiempo improductivos constituye un 5%. Los tiempos estándares por operación de piezas buenas se desviaban un 33% por encima de la media y las malas un 33% por encima y por debajo de la media. Así, se observó que los tiempos estándares predeterminados son diferentes a los calculados por cronómetro.

Para la fabricación de un avión de nombre UAV Gavilán III en la fase final de montaje, Fiallos (2015) desarrolló tablas de tiempos con base en el sistema MTM. Una vez definido el proceso de montaje, cada actividad se divide en tareas más pequeñas, a cada una se le asigna un tiempo y valor TMU (*Time Measurement Units*), de acuerdo con su complejidad. En particular la tarea de tomar la piel tiene un valor de 1002 TMU, equivalente a 36.07 segundos. Así mismo, se le asignaron tiempos a cada actividad. Después de tener cada tiempo estándar se inició con el diseño de las estaciones y el área para iniciar el proceso de fabricación del avión.

Con base a lo anterior, este análisis de tiempos se llevará mediante el uso de cronómetro y tiene como principal objetivo identificar cómo difieren las cotizaciones nominales en relación con las reales, e intentar reducir estas diferencias mediante un estudio de tiempos, y con ello aumentar la ganancia en la empresa de estudio.

Se ha destacado la importancia estratégica que conlleva la adecuada determinación de los tiempos estándares para las organizaciones de manufactura, en virtud de que el tiempo estándar es un factor esencial en la determinación de costo unitario de un producto. Si se reconoce que al final de cuentas los precios en los mercados modernos son establecidos por la demanda (los clientes), contar con una estructura de costos adecuada y objetiva es una condición esencial para obtener ventajas competitivas y un mejor posicionamiento de la organización. Con este marco, se describe a continuación el método para lograr el objetivo de este trabajo.

Método

Este trabajo adoptó un enfoque de investigación-acción, mediante un estudio no experimental, longitudinal, relacional y cuantitativo. A efecto de evaluar las diferencias entre lo cotizado y lo real, se eligieron 16 operaciones que son las más repetitivas en cada uno de los diferentes modelos que la empresa produce anualmente, generando un alto impacto en el costo del arnés y en su tiempo de fabricación. Abundando, se eligieron cuatro líneas de manufactura de un cliente del ramo automotriz con una relevancia tal que el volumen de ventas anuales es superior al millón de piezas.

Una vez elegidas las operaciones se verificaron los tiempos estándares con cronómetro utilizando un formato de elaboración propia en el que se registraron los datos. El monitoreo se extendió por cuatro semanas hasta tener un total de 30 mediciones diarias, de forma que los cifras que se muestran en la sección de resultados representan el promedio de estas mediciones. Una vez recabados los datos se compararon con el tiempo cotizado utilizando el *software* de estadística Minitab®.

Resultados

En la Tabla 2 de resultados se aprecia como las operaciones *Diaper wrap*, *Spyral tape*, *Tie strap*, *Splices*, *Cover connector small* con base en los datos obtenidos resultaron con p-value mayor a 0.05 por tanto se concluye que no existen diferencias en relación con lo cotizado.

Las operaciones *Shield*, *Spot tape*, *Overlap*, *Tubing non-slit*, *Cover connector big*, *Clip 1 ST*, *Clip 2 ST*, *Convolutés* y Montar arnés, mostraron que la empresa está sobre cotizando dichas operaciones debido a que el tiempo calculado es menor al tiempo nominal. Por último, *Terminal insertion* y Desmontar arnés son las operaciones que se están sub cotizando ya que el tiempo nominal es menor al tiempo calculado.

Tabla 2. Análisis del Tiempo Estándar de Cotizaciones en Relación con su Tiempo Estándar Nominal.

Operación	Tiempo Nominal	Promedio Calculado	Condición de Normalidad	Diferencia con el nominal (p-value)	Comentario
Diaper Wrap	0.2500	0.2524	SI	0.6550	Sin diferencias en relación con lo cotizado
Spyral Tape	0.2126	0.2057	NO	0.8555	Sin diferencias en relación con lo cotizado
Tie Strap	0.1500	0.1448	SI	0.5090	Sin diferencias en relación con lo cotizado
Shield	0.3400	0.2416	NO	0.0000	Se está sobrecotizando
Terminal Insertion	0.0210	0.0575	SI	0.0000	Se está subcotizando
Spot Tape	0.1500	0.0852	SI	0.0000	Se está sobrecotizando
Overlap	0.3201	0.3051	SI	0.0320	Se está sobrecotizando
Splices	0.1470	0.1399	SI	0.5000	Sin diferencias en relación con lo cotizado
Tubing Non-slit	0.2350	0.0844	SI	0.0000	Se está sobrecotizando
Cover Connector Small	0.1000	0.1036	SI	0.4050	Sin diferencias en relación con lo cotizado
Cover Connector Big	0.1500	0.1143	NO	0.0014	Se está sobrecotizando
Clip 1 ST	0.2000	0.0734	SI	0.0000	Se está sobrecotizando
Clip 2 ST	0.3000	0.1278	SI	0.0000	Se está sobrecotizando
Convolutés	0.1978	0.1426	SI	0.0000	Se está sobrecotizando
Montar arnés	1.0300	0.6261	SI	0.0000	Se está sobrecotizando
Desmontar arnés	0.2091	0.2558	SI	0.0000	Se está subcotizando

Fuente: Elaboración propia.

Del conjunto de las estaciones de trabajo evaluadas, cinco (31.25 %) están siendo cotizadas de acuerdo con el tiempo estándar nominal histórico que prevalece en los registros. A su vez, nueve (56.25 %) están siendo cotizadas a un monto mayor al nominal, mientras que en las restantes dos (12.5 %) se está estableciendo un costo menor al cotizado.

Los resultados son reveladores de la prevalencia de una inercia en el sistema de establecimientos de tiempo estándares. Es de notarse que la inmovilidad en la actualización de los tiempos estándares, sin bien en este caso de estudio parece favorecer a la organización, se destaca como un componente de gestión industrial que no debe pasarse por alto.

Conclusiones

Los resultados permitieron determinar las operaciones que difieren significativamente del tiempo estándar nominal. Este hallazgo contribuye a disminuir la incertidumbre en los procesos de cotización de nuevos contratos, ya que la línea de estudio representa al mayor porcentaje de ventas de la compañía equivalente al 6% en la relación con los 629 números de parte, lo que a su vez le brinda a la organización un mejor posicionamiento en el mercado, ya que ahora es posible establecer una mejor diferenciación en precio, un factor determinante para permanecer en los mercados. Con la visibilidad objetiva acerca de cuáles operaciones están siendo sub o sobre cotizadas, se abre un panorama de gestión que permite acciones de mejoramiento o de ajuste, según sea el caso.

Con base en la anteriormente expuesto, se concluye que la gestión de los tiempos estándares tiene una importancia preponderante, ya que determina uno de los tres componentes del costo unitario, que es el costo de la mano de obra directa. Si bien en las economías abiertas al final de cuenta el precio de un artículo es determinado por el mercado, el establecimiento de un precio competitivo con base en la gestión de costos unitarios es sin duda una estrategia rentable. La investigación reveló que existe sobre cotización en nueve de 16 operaciones críticas de la organización. Esto permite reconocer un margen de maniobra para tomar decisiones tendientes a ofrecer un precio más competitivo, de forma que se obtengan más contratos y que lo anterior se lleve a cabo sin poner el riesgo la rentabilidad de la organización.,

Las demandas requeridas por el mercado del cable de los arneses requieren de alta tecnología para cumplir con la variación en los productos, así como con las especificaciones de cada cliente lo que conlleva a mantener una constante innovación en las áreas de la empresa. Es por ello que la empresa de estudio ha ido adaptando las nuevas tecnologías en sus instalaciones como lo son los sistemas de visión y el código QR en las líneas de fabricación conforme lo indica el concepto de industria 4.0 (Rosa *et al.*, 2022).

7. Recomendaciones

Dada la importancia que tiene el tiempo estándar en la competitividad de las organizaciones de manufactura, particularmente en el ramo de fabricación de arneses, es imperativo una permanente revisión y actualización de los tiempos estándares, de forma que se actualicen constantemente conforme cambian las circunstancias del mercado y de la tecnología de manufactura. También se recomienda implementar un programa de actualización general de tiempo estándares en la organización, de forma que las

cotizaciones sean más precisas y apegadas a la realidad. En la Tabla 3 es posible identificar las acciones propuestas de gestión que permitirían a la empresa a reducir las diferencias entre ambas estimaciones.

Tabla 3. Avenidas de gestión derivadas del estudio.

Línea de Acción	Responsable	Comentario
Revisión integral de los tiempos estándar de las operaciones	Ingeniera Industrial, Ingeniera Manufactura.	Es imperativo la actualización de los tiempos nominales base de cotización de forma que se cotice con mayor exactitud
Revisión continua de las estaciones de trabajo	Ingeniera Industrial, Ingeniera en Manufactura, Mantenimiento	Revisión de capacidades de producción, gráficos de carga, diagrama hombre-maquina y diagrama de operaciones. Conducir con regularidad un mapeo de la cadena del valor.
Actualización de los tiempos nominales de cotización	Ingeniería de Cotizaciones	Actualización periódica y constante de los tiempos actuales nominales para incorporar cambios en los métodos de trabajo.
Seguimiento al programa de actualización de tiempos estándares	Ingeniera Industrial, Ingeniera Manufactura, Mantenimiento e Ingeniería Cotizaciones	Promover la mejora continua y una mejor exactitud y precisión en las cotizaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar, se recomienda estar al día con las tecnologías de toma de tiempos y con los métodos de determinación de tiempos estándares. Lo anterior permitiría una estimación más exacta y precisa del tiempo de mano de obra que se estaría cotizando.

Referencias

- Arias, L., Portilla, L. y Fernández, S. (2010). La distribución de costos indirectos de fabricación, factor clave al costear productos. *Scientia Et Technica*, XVI(45), 79-84. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917249014>.
- Casero, P. M. (2019). *Estudio de métodos y tiempos en Lingotes Especiales S.A.* (Tesis de pregrado). Universidad de Valladolid. Recuperado de: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/40126>.
- de la Riva, J., González, M., Esquivel, R. y Alamillo, A. (2011). Desarrollo De Un Sistema De Capacitación Para La De Toma De Tiempos Estándar Mediante Cronómetro. *Academia Journals*, 3(1), 111-116. Recuperado de: <https://drive.google.com/folderview?id=0B4GS5FQQLif9flRwUnZjOXV3SGtfdHB6RjNSTzFQSUR0ank3d2lMYU1MXU19ja1VOdGFxd1k&usp=sharing>.
- Fiallos, R. D. (2015). *Proceso De Ensamblaje De Aviones No Tripulados Para El Centro De Investigación y Desarrollo De La Fuerza Aérea Ecuatoriana (CIDFAE)* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/19383>.

- Ganorkar, A. B., Lakhe, R. R. y Agrawal, K. N. (2019). Methodology for application of Maynard Operation Sequence Technique (MOST) for time-driven activity-based costing (TDABC). *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 2-25. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2017-0156>.
- Gozali, L., Daywin, F. J. y Jestinus, A. (2020). Calculation of labor amount with theory of constraints and line balancing method in Pt. XYZ Fish Crackers factory. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 852(1), 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012092>.
- Jayashree, S., Reza, M. N., Malarvizhi, C. A., Gunasekaran, A. y Rauf, M. A. (2022). Testing an adoption model for Industry 4.0 and sustainability: A Malaysian scenario. *Sustainable Production and Consumption*, 31, 313-330. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.02.015>.
- Linares, V. (2018). *Diagnosis de averías y mantenimiento correctivo de sistemas de automatización industrial*. IC Editorial.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura agil*. Pearson Education.
- Michalos, G., Fysikopoulos, A., Makris, S., Mourtzis, D. y Chryssolouris, G. (2015). Multi criteria assembly line design and configuration - An automotive case study. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 9, 69-87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2015.01.002>.
- Miño, G., Moyano, J. y Santillán, C. (2019). Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro. *Ingeniería Industrial*, 40(2), 110-122. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362019000200110.
- MTM (2022). *MTM (Methods-Time Measurement)*. Recuperado de: <https://mtm.org/en/about-mtm/mtm>.
- Niebel, B. W. y Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial : métodos, estándares y diseño del trabajo*. Andris Freivald.
- Puvanasvaran, A. P., Yap, Y. Y. y Yoong, S. S. (2019). Implementation of Maynard operation sequence technique in dry pack operation-a case study. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14(21), 3732-3737. Recuperado de: http://www.arpnjournals.com/jeas/volume_21_2019.htm.
- Roncancio, M., Reina, D., Hualpa, A., Felizzola, H. y Arango, C. (2017). Using learning curves and confidence intervals in a time study for the calculation of standard times. *Inge Cuc*, 13(2), 18-27. DOI: <https://doi.org/10.17981/ingecuc.13.2.2017.02>.
- Rosa, E. S., Godina, R., Rodrigues, E. M. y Matias, J. C. (2022). An Industry 4.0 Conceptual Model Proposal for Cable Harness Testing Equipment Industry. *Procedia Computer Science*, 200, 1392-1401. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.340>.
- Sadeghitabar, F., Khan, S. A. y Eiliat, H. (2019). Cycle Time Reduction in the Plastic Fuel Tanks Production Line: A Lean Manufacturing Case Study at Kautex Corporation. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 1518-1528.
- Socconini, L. y Martín, J. P. (2019). *Lean Energy 4.0. Guía de implementación*. Alfaomega Marge Books.
- Zandin, K. B. (2002). *MOST Work Measurement Systems*. Taylor & Francis. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781482275940>.