

---

**Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo: engrasado de chumaceras. Empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2106.**

**Time and motion study to improve productivity of operations preventive maintenance greased bearings. Food Technology Company S.A. Samanco 2106.**

**Tempo e estudo de movimento para melhorar a produtividade das operações de manutenção preventiva untada rolamentos. Tecnologia Food Company S.A. Samanco 2106.**

Silverio Ángel Polo Molina<sup>1</sup>, Lily Villar Tiravanti<sup>1</sup>, Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón<sup>1</sup>

---

### Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el impacto del estudio de tiempos y movimientos para reducir tiempos y movimientos ineficientes y así aumentar la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo en la empresa TASA en este año 2016. A un nivel de significancia del 5% y 95% de confianza se realizó una muestra de 53 actividades de engrasado de chumaceras, se realizaron encuestas de IPC, se usó un instrumento para la recolección de datos según nuestras dimensiones con un total de 32 preguntas, el mismo fue validado mediante el alpha de Cronbach con el software IBM SPSS Statistics v. 22, alcanzando un nivel de fiabilidad de 83%. Además se usaron diagrama de análisis de proceso, diagrama bimanual, estudio de tiempos y movimientos, con la finalidad de encontrar tiempos muertos, hallar movimientos bimanuales que no agregan valor y así aumentar la productividad. Se encontró mediante el análisis de procedimientos, que el porcentaje de cumplimiento del instructivo era sólo de 56.78% logrando un nivel de cumplimiento deficiente. Asimismo, los métodos y/o técnicas y el estudio de tiempos nos dieron como resultado que una tarea de engrasado de chumacera se realizaba en 3 horas 42 minutos y la segunda tarea en 1 hora 47 minutos, realizando el engrasado sólo a 03 chumaceras por día. Después del estudio se logró que el tiempo se redujera a 2 horas 30 minutos la primera tarea y en 1 hora 25 minutos la segunda tarea, logrando así que se realice una actividad más de engrasado de chumacera al día. Además se encontró un nuevo tiempo estándar para el desarrollo de las actividades. El incremento de una tarea más de engrasado a otra chumacera se logró debido a que se redujeron los tiempos, se eliminaron actividades improductivas y evitables. Así pues, si antes de engrasaba tres chumaceras al día, ahora se puede realizar cuatro tareas de engrasado al día.

*Palabras clave:* Productividad, reducción de tiempos, diagrama bimanual, DAP.

### Abstract

This research aimed to determine the impact of time and motion study to reduce time and inefficient movements and increase the productivity of preventive maintenance operations at the company rate in this year 2016. At a level of significance of 5% and 95% confidence a sample of 53 activities greased bearings was conducted surveys CPI were conducted, an instrument for data collection was used according to our dimensions with a total of 32 questions, it was validated by Cronbach alpha with IBM SPSS Statistics software v. 22, reaching a level of reliability of 83%. Besides process analysis diagram, bimanual diagram, time and motion study, in order to find timeouts, find bimanual movements that do not add value and increase productivity were used. It was found by analyzing procedures, the compliance rate was only instructional 56.78% achieving a level of poor compliance. Furthermore, methods and / or techniques and time study gave us the result that a task of oiling bearing was carried out in 3 hours 42 minutes and the second task in 1 hour 47 minutes, making oiling only 03 bearings per day. After the study was obtained that the time was reduced to 2 hours 30 minutes the first task in 1 hour 25 minutes the second task, achieving an activity over a day greased bearing is made. It was further found a new standard time for development activities. The increase of one more task to another bearing grease was achieved

---

<sup>1</sup> Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo, Chimbote-Perú, polos78@hotmail.com

Recibido: 20 de mayo de 2016

Aceptado: 25 de junio de 2016

because the times were reduced and avoidable unproductive activities were eliminated. So, if before oiling bearings three a day, you can now perform four tasks grease a day.

**Keywords:** *Productivity, reducing time, two-hand diagram, DAP.*

### **Resumo**

Esta pesquisa teve como objetivo determinar o impacto de tempo e estudo de movimento para reduzir o tempo e os movimentos ineficientes e aumentar a produtividade das operações de manutenção preventivas à taxa empresa neste ano de 2016. A um nível de significância de 5% e 95% de confiança uma amostra de 53 atividades rolamentos lubrificadas foi realizado levantamentos CPI foram conduzidos, um instrumento de coleta de dados foi utilizado de acordo com as nossas dimensões com um total de 32 perguntas, foi validado por Cronbach alpha com IBM SPSS Statistics software v. 22, atingindo um nível de fiabilidade de 83%. Além diagrama de processo de análise, diagrama bi-manual, tempo e estudo de movimento, a fim de encontrar os tempos de espera, encontrar movimentos bimanuais que não agregam valor e aumentar a produtividade foram utilizados. Ele foi encontrado por análise de procedimentos, a taxa de cumprimento foi apenas instrucional 56,78% alcançar um nível de baixa adesão. Além disso, métodos e / ou técnicas e tempo de estudo nos deu o resultado que uma tarefa de rolamento de lubrificação foi realizado em 3 horas 42 minutos e a segunda tarefa em 1 hora 47 minutos, fazendo com que a lubrificação apenas 03 rolamentos por dia . Após o estudo foi obtido que o tempo foi reduzido para 2 horas e 30 minutos a primeira tarefa em 1 hora e 25 minutos, a segunda tarefa, obtendo uma atividade ao longo de um dia untada rolamento é feita. Além disso, foi encontrado um novo tempo padrão para atividades de desenvolvimento. O aumento de mais uma tarefa para outra graxa de rolamento foi alcançado porque os tempos foram reduzidos e atividades improdutivas evitáveis foram eliminados. Assim, se antes de lubrificar os rolamentos três por dia, agora você pode executar quatro tarefas graxa por dia.

**Palavras-chave:** *produtividade, reduzindo o tempo, diagrama de duas mãos, DAP.*

### **Introducción**

En las últimas décadas, muchos investigadores han recopilado incontables listados que clasifican las principales causas de falla de las maquinarias; entre éstas se encuentran los que se creen que son más comunes: contaminación, sobrecalentamiento, desalineamiento, errores en las instalaciones, etc. Aunque muchos suelen usar términos como “lubricación inadecuada” o “lubricación incorrecta”.

Es comprensible también que sea difícil trazar la pista a la secuencia exacta de eventos que comenzaron con una o más causas raíz. Así pues, las evidencias de esas causas a menudo son destruidas en el transcurso de la falla o quedan encubiertas durante la limpieza o reparación. En ese sentido, en muchas ocasiones queda en descubierto que una de las causas raíz en particular, y que con mucha frecuencia es ignorada, es la falta de lubricante. Y es por la falta de lubricante que muchas máquinas o equipos sufren de sobrecalentamiento de chumaceras y rodamientos. El desgaste es la mayor causa de pérdida de materiales y equipos por lo que cualquier reducción del mismo puede aportar grandes beneficios.

En Tasa, como en otras empresas, es importante el tema de la lubricación de los equipos, ya que una inadecuada acción del mismo traería como consecuencia sobrecalentamiento de chumaceras y rodamientos y la pérdida de los mismos. Añadido a eso, se identificó también que el tiempo efectivo de trabajo en planta es bajo, ya que el personal dispone de mucho tiempo para hacer coordinaciones, pedido de materiales, esperas para recibir los materiales, las paradas en plena ejecución del trabajo, traslados de un punto a otro para traer materiales, etc. Es por todo este tiempo no efectivo de trabajo que tampoco se cumple con el programa de lubricación. Y como consecuencia de esto también la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo en lubricación de chumaceras con rodamientos se vio menguada, además que sólo se trataron los que presentaban fallas graves o de gran importancia, los cuales si se suscitaban en pleno proceso se hubiera tenido que detener por varias horas, o hasta por todo el día, los equipos para la reparación respectiva. Al no haber alcanzado la indicadores ideales de la productividad de las operaciones de mantenimiento del lubricación de chumaceras y no haberse cumplido adecuadamente con el plan, tuvimos muchas averías, aunque no fueron de gravedad pero que sí comprometió el proceso, el rendimiento, la efectividad de planta, la calidad del producto final y la seguridad del personal, pues tuvimos que detener varias veces el proceso para realizar el mantenimiento correctivo, acarreado esta acción costos

adicionales no programados, además de incidentes con el personal que no fueron de gravedad. Sin embargo, estos incidentes son una alarma de que podría haber ocurrido algo peor. En conclusión, por todo lo mencionado, la presente tesis tiene por finalidad hacer un estudio de tiempos y movimientos para buscar más a fondo los problemas y las causas, además de las ya descritas, por las cuales no se alcanza la productividad ideal de las operaciones de mantenimiento preventivo en la lubricación de chumaceras con rodamientos. Esta acción permitirá eliminar tiempos muertos y mejorar este trabajo para que el proceso productivo se realice de manera continua confiando en que los equipos no sufrirán fallas ni averías repentinas. Es de gran importancia que sea así pues debemos obtener un proceso en el cual demos que realmente en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco, estamos comprometidos con la seguridad del personal y la seguridad y calidad del producto final. De esta manera satisfacemos en gran medida los requerimientos de nuestros clientes.

En la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. (TASA) planta Samanco, en muchas ocasiones hemos tenido que detener el proceso productivo para corregir fallas de diversos motivos de los equipos, entre ellos desgaste de rodamientos, calentamiento de ejes que están en contacto con las chumaceras, rompimiento de los mismos. Y al ejecutar este mantenimiento correctivo muchas veces no se hace adecuadamente ya sea por prisa para que continúe el proceso productivo o también por falta de materiales o saltarse los procedimientos. Esto conlleva a un mantenimiento deficiente y que puede acarrear más desperfectos en la planta. Asimismo, estas fallas también sucedían porque no se cumplían adecuadamente con el engrasado de chumaceras, ejes y rodamientos como parte del programa de mantenimiento preventivo en veda. Este programa se realiza dos veces al año después de cada temporada de pesca. En la mayoría de las ocasiones son los mismos operadores quienes describen una lista de las operaciones de mantenimiento que se llevarán a cabo en su área de trabajo.

Luego de redactar dicha lista se la entregan al jefe de mantenimiento para que programe el plan de mantenimiento preventivo de la temporada. Dentro de dicho plan se contemplan también, como se mencionó anteriormente, el engrasado de chumaceras de los equipos en un orden de grado mayor a menor; es decir aquellos equipos que necesitan de un mantenimiento más urgente e importante al menos urgente, sin embargo, todos los equipos son intervenidos. No obstante, a veces no se cumple todo el plan de engrasado de chumaceras por diversos motivos, entre ellos la demora en dicha operación por parte del personal lubricador. Esta demora se debe también a que el personal lubricador no tiene cerca de él, en su área de trabajo, todos sus materiales para realizar dicha labor, esto hace que realice demasiadas operaciones de caminado para trasladarse desde el área de trabajo hasta el lugar donde tiene sus materiales y herramientas, regresar y continuar con su labor y en muchas ocasiones también pierde tiempo pues la distribución de sus materiales y herramientas en su área de trabajo no es la adecuada, debido a ello genera muchos movimientos innecesarios de sus manos, que no generan valor y que le hacen perder tiempo en su operación.

En ese sentido, debemos mencionar que actualmente el costo por reparación o mantenimiento correctivo en pleno proceso productivo es alto, ya que influyen varios factores, entre ellos: detener todo el proceso para corregir las fallas, los accidentes que pueden ocurrir por realizar un trabajo inesperado y rápido para continuar con el proceso, la pérdida de los equipos por una reparación deficiente debido al poco tiempo disponible para el trabajo. Luego de realizar un estudio preliminar de causas y razones por las cuales se suscitan este tipo de mantenimiento, llegamos a una primera conclusión, que esto se debe a que la productividad de las operaciones de engrasado de chumaceras como parte del mantenimiento preventivo disminuyó grandemente, esto nos lleva a una posible solución y a proponer la siguiente pregunta: ¿De qué manera el estudio de tiempos y movimientos influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo: engrasado de chumaceras, para minimizar tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos, en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A., Samanco, 2016?

En una planta industrial, para alcanzar un eficiente proceso productivo, es importante alcanzar una alta productividad en las operaciones de mantenimiento, lo cual se vio menguado.

Así pues para encontrar la solución al problema se planteó el siguiente objetivo: Analizar la influencia del estudio de tiempos y movimientos en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo tales como engrasado de chumaceras, para minimizar tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos, en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A., Samanco, 2016.

Con el fin de conseguir el desarrollo del objetivo general, se deberá cumplir en primer lugar los objetivos específicos que están relacionados con los problemas específicos, para poder dar facilidad y una meta propuesta al proyecto de tesis a desarrollar, estos objetivos son los siguientes: Analizar la influencia del análisis de procedimientos con estudio de tiempos y movimientos en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo; engrasado de chumaceras, para minimizar tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A., Samanco, 2016. Analizar la influencia de los métodos del estudio de tiempos y movimientos en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo: engrasado de chumaceras, para minimizar tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A., Samanco, 2016.

Según el trabajo realizado por Alomoto Guanoluisa Nelson Wilfrido (2014) en su tesis denominada “Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la empresa Industria Metálica Cotopaxi”, el autor plantea que dentro de la empresa Industria Metálica Cotopaxi se ha evidenciado la falta de un estudio y planificación adecuada, esto afecta la línea de producción en la sección Hornos Rotativos y no permite el desarrollo óptimo del proceso productivo. La presente propuesta para la Industria Metálica Cotopaxi en la sección hornos está planteada de acuerdo a la realidad actual que involucra los altos tiempos de producción que se ejecutan en la producción de Hornos Rotativos debido a este contratiempo se evidencia pérdidas de tiempo, recursos y dinero.

Esta problematización se generó por la ausencia de la distribución de aéreas de trabajo, coordinación de actividades, plan de mantenimiento, recurso y materiales que no están en stock e inexistencia de repuestos que afectan directamente en los tiempos de producción. Después del estudio concluye que los recursos que la línea de proceso utiliza para la fabricación de Hornos Rotativos se aprovecharán y se manejarán con mayor responsabilidad optimizando tiempos de producción, operación de maquinaria, mano de obra y sobre todo mejorar la calidad del producto. Así mismo, con una correcta distribución de la maquinaria y materia prima permitirá que el flujo del proceso mejore en un 50%. Las tareas eliminadas ayudarán a la línea de producción maximizándolo, con el tiempo ahorrado se enfocará en producir más piezas que conforman el Horno Rotativo.

Otra investigación, realizada por Amores Balseca Olger Iván y Vilca Viracocha Luis Miguel en la tesis “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la empresa H & N Ecuador ubicada en la panamericana norte sector Lasso para el periodo 2011-2013”, los autores sostienen que su propuesta está planteada de acuerdo a la realidad actual de la planta faenadora de la empresa “H&N” ubicada en la Panamericana norte sector Lasso. En ésta, los altos tiempos de producción que existen a diario impiden el flujo continuo de sus actividades ocasionando pérdida de tiempo, recursos, dinero, y malestar en sus trabajadores. Concluyendo luego que: la recolección de datos en el proceso de faenamamiento de pollos arrojaron la necesidad de una reestructuración en sus actividades, puesto que el tiempo que tomaba realizarlas era demasiado alto, perjudicando a la empresa en costos de producción, sea por consumo excesivo de recursos como energía eléctrica, agua, hielo, combustible, horas extras, etc. A si también se obtuvo la información de las causas que ocasionaban los diferentes paros o retrasos de producción que eran producto de no contar con el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria existente, como también la falta de coordinación en la adquisición de repuestos y materiales necesarios para mantener un constante flujo de sus actividades.

Aporta también a esta investigación Rodrigo Ríos Martínez en su tesis “Normalización y estandarización de la línea de producción de archivos rodantes en la empresa Metálicas Jep utilizando la técnica del estudio del trabajo”. El autor sostiene: La empresa METÁLICAS JEP posee un problema de falta de información que le está generando pérdidas económicas significantes, impidiendo el desarrollo normal de las actividades, y ocasionando incumplimientos en la entrega de los pedidos. En vista de la avanzada tecnología que se presenta en el sector metalmecánico, la compañía se ve obligada a mejorar las características con que salen sus productos al mercado, reduciendo los tiempos de entrega, cumpliendo con los requerimientos del cliente para así lograr tanto mantenerse en el mercado como crecer en él. Como resultado del estudio a la línea de producción de archivos rodantes se determinaron los tiempos estándar para cada una de las operaciones anteriormente nombradas, con el fin de tener una herramienta que facilite la programación de la producción, el control y rendimiento de la misma. Cuando se dio inicio a la primera etapa de este proyecto se revisó una a una cada área correspondiente a la línea de producción de archivos rodantes, y se encontró que ya contaban con métodos de trabajo establecidos para la realización de dicho producto, por lo que se verificaron y se llegó a la conclusión de que se podían mejorar.

A su vez Luna Chanatasig Darwin Luis, en su tesis “Estudio para el mejoramiento del proceso productivo en la empresa Productos y Alimentos Nankin S.A.” expone: La falta de una planificación de la producción ya que no existen procedimientos adecuados en el envasado de la salsa china, formulas ni un sistema de medición de calidad. No existe una distribución de planta en base al flujo de materiales ni bodegas que guarden en condiciones seguras el producto terminado. En lo comercial: no tiene un buen canal de distribución y la falta de una estrategia comercial. Esto se evidencia ya que no existen precios acorde al mercado. Después de realizar el estudio concluyó que el problema se encontraba en el área de envasado: 2045 litros/mensuales, 24540 litros/anales dando una pérdida anual de \$ 18895.8 anuales. Donde nos da como resultado que existe una gran pérdida económica en el área de envasado, uno de los problemas en el área de envasado es la demora en el traslado de las materias primas, el segundo problema es la demora en el traslado de la mezcla hacia el tanque de envasado, luego el tercer problema de lo que se ha podido investigar y analizar es la demora por desorden y falta de limpieza en el área de envasado. Y así mismo, los tiempos improductivos que se disminuirán se deberán aprovechar al máximo en otras actividades en el área de envasado. Se debe considerar que al poner en funcionamiento el proyecto en el área de envasado se disminuirán los sobre tiempos en dicha área. Se disminuirán los dolores musculares, fatigas ya que el método que se utiliza en la actualidad es un sistema anti ergonómico. Se va a obtener como beneficio que por cada dólar invertido se obtendrá \$ 1.57 promedio anual.

### **Materiales y métodos.**

El estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo: engrasado de chumaceras. Empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016 es de diseño pre experimental. Este tipo de diseño se utilizará porque se va a manipular la variable independiente, describiendo el comportamiento a través de la medición de la operatividad de cada trabajo y de la rutina de cada colaborador, siendo la variable de observación e interés: Operatividad de las operaciones de mantenimiento preventivo.

Así pues en este trabajo se analizarán los procedimientos que tiene la empresa para cada labor, en este caso se analizará el Instructivo de Lubricación de chumaceras para hallar el porcentaje de cumplimiento a éste y mejorarlo si es necesario. Luego se realizará un estudio de tiempos y movimientos con la ayuda del Diagrama de Análisis de Procesos y el Diagrama Bimanual y el formulario de estudio de tiempos, todo esto con la finalidad de hallar aquellos tiempos y movimientos innecesarios que seguro retrasan la tarea de engrasado de chumacera. Después de esto se analizará la primera productividad para luego realizar los nuevos diagramas propuestos y según ello contrastar con la nueva productividad hallada. De esta manera proponer los cambios respectivos para mejorar la tarea de engrasado de chumaceras y por tanto aumentar nuestra productividad de mantenimiento preventivo.

La población de estudio serán todos los trabajos programados y ejecutados de engrase de chumaceras, según el programa de mantenimiento preventivo en la empresa Tecnológica de Alimentos SA. Encontramos en la planta, como población de estudios, 124 chumaceras. Éstas van a ser estudiadas cuando el personal lubricador realice el engrasado de las mismas según cronograma de mantenimiento preventivo. En ese sentido, la muestra será los trabajos de mantenimiento preventivo programado y ejecutados de engrase de chumaceras. Obtenemos una cantidad de muestra ajustada, los cuales serán observados y medidos, así ésta se reduce a 53 chumaceras. La técnica para la recolección de datos en el presente desarrollo de tesis fue la de observación: con esta técnica se establece una relación concreta entre el investigador y la persona u objeto observado de éstos se obtendrán los datos que luego se sintetizarán para desarrollar la investigación. Investigación, basándonos en la recopilación de la información ya sea física o virtual. Documentación, toda documentación nos ayudará para la recopilación de información y éstos nos permitirán seleccionar, almacenar, difundir y transferir información de acuerdo al proyecto de tesis. Instrumentos para recolección de datos Formulario de estudio de tiempos: Los estudios de tiempos exigen el registro de numerosos datos (códigos o descripciones de elementos, duración de elementos, notas explicativas). Así pues, se realizó el estudio correspondiente a la tarea de engrasado de chumaceras anotando todos los valores en el formulario y haciendo luego un cuadro resumen para analizar cada actividad y sus tiempos empleados, para después ajustar el método de trabajo. Diagrama bimanual: Herramienta en el estudio de movimientos manuales del operador. Lo que figuraría en un cursograma analítico como una sola operación se descompone aquí en varias actividades elementales. En ese sentido se analizaron las actividades bimanuales del operario anotándolos en un registro, los cuales se analizaron luego con la ayuda del cuadro de Therbling para calificar cada actividad como productiva, improductiva y retardante a fin de mejorar el método de trabajo del personal. Diagrama de Análisis de Proceso / Cursograma analítico: Es un diagrama que muestra a detalle la secuencia que siguen los distintos elementos de un proceso, registrando el símbolo que corresponde a cada actividad. Recepción, inspección y numeración de piezas, con objeto de eliminar las innecesarias o de combinar las que puedan hacerse juntas. Esto mismo se pudo realizar con la ayuda de la Técnica del interrogatorio sistemático, que es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas, las cuales nos ayudaron a combinar algunas actividades y a eliminar otras para que el trabajo sea más productivo. Asimismo, el sistema Westinghouse nos ayudó para la calificación del desempeño del trabajador. Además se utiliza el modelo de fiabilidad interna Alpha de Cronbach, el software POM-QM (Software de métodos cuantitativos, producción y dirección de empresas), y el IBM SPSS Statistics v.22.

## Resultados.

Se utilizó el instrumento el cual nos dio como resultado que el nivel de la empresa en cuanto a nuestras dimensiones era de un 54% considerado como crítico. Este instrumento además fue validado a través del juicio de expertos y se midió su fiabilidad mediante el software IBM SPSS Statistics v.22, el cual nos dio un 83%, lo cual nos dice que el instrumento es bastante fiable.

Después se realizó el análisis de procedimiento, en este caso se midió el nivel de cumplimiento del Instructivo de Lubricación de chumaceras con Rodamientos a través de un check list, el mismo nos dio como resultado que se cumplía sólo en un 56.78% que según el nivel es de cumplimiento Deficiente. El mismo, se sometió a un análisis con la ayuda de la Técnica del Interrogatorio Sistemático (TIS) el cual se aplicó al personal lubricador, y con el cual llegamos a la conclusión que se debería mejorar el instructivo porque había demasiadas instrucciones que retardaban el trabajo. Así pues, después del estudio y realizar los ajustes pertinente llegamos a un cumplimiento del 86.19% el cual según el nivel sería de cumplimiento Regular.

En cuanto a los métodos y/o técnicas, en primer lugar se calculó la primera productividad de mano de obra y de eficiencia del trabajo después de la primera observación al trabajador con ayuda del diagrama de análisis de proceso, el cual nos dio como resultado que dos personas lubricaban una chumacera en 3 horas 42 minutos (Figura 1) y la segunda en 1 hora 47 minutos

(Figura 2); logrando realizar al día sólo tres trabajos de lubricación de chumaceras, además de encontrar que se realizaba 42 actividades en total, utilizando para ello 7 horas con 15 minutos.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE LUBRICACIÓN DE CHUMACERAS CON RODAMIENTOS								
Zona: TRANSPORTADOR DE MALLAS 1A-2				Método: ACTUAL				
Proceso: Lubricación de chumaceras con rodamientos				Analista: Silverio Angel Polo Molina				
Inicio: Recepción de tareas				Fecha: 11/05/2016				
Término: Cierre de trabajo				Pag. 1/1				
DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES					TIEMPO (segundos)	DISTANCIA (metros)	OBSERVACIONES
	○	⇨	□	D	▽			
1 Traslado a zona de trabajo						360	15	IP
2 Se realiza la inspección del área de trabajo						120		PM
3 Se realiza la limpieza del área de trabajo						180		EV
4 Llenado de AST y PTS						800		NC
5 Informar a brigadista sobre la actividad a realizar						300	10	NC
6 Hacer firmar el documento con las jefaturas						300	20	NC
7 Se comunica al jefe del área el llenado del AST						60	10	EV
8 Traslado a zona de trabajo						180	20	IP
9 Espera						30		EV
10 Se verifican los EPP's y herramientas						60		PM
11 Traslado a solicitar el permiso para el bloqueo de energía						300	20	PM
12 Coordinar con electricista bloqueo de energía de equipo						360	15	IP
13 Verificar energía cero de equipo con operador de la zona						300	15	IP
14 Traslado a realizar pedido de materiales a jefatura						600	25	PM
15 Traslado a almacén a retirar material						80	30	PM
16 Espera a que se entregue el material						480		PM
17 Traslado a zona de trabajo						360	40	NC
18 Traslado a traer otros materiales y EPP's						720	80	EV
19 Limpieza de herramientas a usar						60		EV
20 Traer la hoja de seguridad (MSDS) de los lubricantes						300	80	PM
21 Verificar que el área de trabajo se encuentre libre						40		EV
22 Espera						180		EV
23 Se retira pernos de la chumacera						240		IP
24 Se retira parte superior de la chumacera						40		IP
25 Espera						360		EV
26 Retirar la grasa vieja y/o contaminada						2100		IP
27 Espera						180		PM
28 Traer el lubricante nuevo						420	80	PM
29 Agregar lubricante nuevo a equipo						600		IP
30 Espera						300		EV
31 Verificar que todas las partes estén bien lubricadas						30		NC
32 Volver a colocar la parte superior de la chumacera						30		IP
33 Espera						300		PM
34 Traer petróleo para la limpieza						360	80	PM
35 Limpieza de superficie de restos de lubricantes						300		NC
36 Limpieza de las herramientas que se usaron						60		IP
37 Espera						360		NC
38 Traslado a traer escoba y recogedor						240		PM
39 Limpiar la zona de trabajo						180		IP
40 Traslado de los RR.SS. A tacho para residuos						120	20	IP
41 Comunicar a operador de la zona el término de la tarea						360		PM
42 Realizar cierre de AST y PTS con las jefaturas						540	40	NC
TOTAL	20	2	8	5	0	316	600	
			7				13290	

Figura 01: Diagrama de análisis de proceso de la primera actividad

Fuente: Elaboración propia

Zona: TRANSPORTADOR DE MALLAS 1A-2				Método:			
Proceso: Lubricación de chumaceras con rodamientos				Analista: Silverio Ángel P			
Inicio: Recepción de tareas				Fecha: 11/05/2016			
Término: Cierre de trabajo							
DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES					TIEMPO (segundos)	
	○	⇨	□	D	▽		
1 Traslado a zona de trabajo						180	
2 Se realiza la inspección del área de trabajo						60	
3 Se realiza la limpieza del área de trabajo						60	
4 Espera							
5 Se verifican los EPP's y herramientas						30	
6 Verificar energía cero de equipo con operador de la zona						60	
7 Traslado a realizar pedido de materiales a jefatura							
8 Limpieza de herramientas a usar						60	
9 Traer la hoja de seguridad (MSDS) de los lubricantes						10	
10 Verificar que el área de trabajo se encuentre libre						30	
11 Espera						420	
12 Se retira pernos de la chumacera						360	
13 Se retira parte superior de la chumacera						60	
14 Retirar la grasa vieja y/o contaminada						2220	
15 Traer el lubricante nuevo						10	
16 Agregar lubricante nuevo a equipo						600	
17 Espera						360	
18 Verificar que todas las partes estén bien lubricadas						40	
19 Volver a colocar la parte superior de la chumacera						60	
20 Espera						600	
21 Traer petróleo para la limpieza						10	
22 Limpieza de superficie de restos de lubricantes						360	
23 Limpieza de las herramientas que se usaron						60	
24 Espera						420	
25 Traslado a traer escoba y recogedor						10	
26 Limpiar la zona de trabajo						180	
27 Traslado de los RR.SS. A tacho para residuos						180	
TOTAL	13	2	5	5	0	258	
		2				6440	

Figura 02: Diagrama de análisis de proceso de la segunda actividad.

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos se realizó el análisis de las actividades con ayuda de la Técnica del Interrogatorio Sistemático (TIS) para ver qué actividades se pueden eliminar o reacomodar con el fin de mejorarlas y disminuir el tiempo de trabajo.

#### Preguntas preliminares TIS para el DAP:

1. ¿Qué se hace?: Se realiza el engrasado de chumaceras
2. ¿Por qué se hace?: Porque así lo indica el Instructivo, que se debe lubricar las chumaceras en tiempo de veda.
3. ¿Qué podría hacerse?: Se hace lo mismo el engrasado de chumaceras.
4. ¿Qué debería hacerse?: Se debería eliminar algunas actividades, pues son demasiadas.
5. ¿Dónde lo hace?: Se tiene que ir a cada equipo de la planta y realizar el trabajo.
6. ¿Por qué lo hace en ese lugar?: Porque ahí se debe hacer se tiene que ir al lugar donde está el equipo.
7. ¿Dónde podría hacerse?: En el mismo lugar
8. ¿Dónde debería hacerse?: Sólo en ese lugar, pues se tiene que ir a los equipos.
9. ¿Cuándo se hace?: En tiempo de veda y según el instructivo que indica el orden de las actividades. Siempre se tiene que ir primero al lugar de trabajo para después volver a solicitar permiso para bloqueo de energía, para solicitar materiales. Muchas veces se tiene que traer los materiales ya cuando se está realizando la actividad.
10. ¿Por qué se hace en ese momento?: Se realiza en ese momento pues recién ahí se calcula cuanto se va a necesitar, de lo contrario se puede desperdiciar. Además se tiene que ir primero a la zona de trabajo.
11. ¿Cuándo podría hacerse?: Se realiza en veda. Sin embargo hay actividades que se pueden hacer antes o al iniciar la labor.
12. ¿Cuándo debería hacerse?: Muchas actividades se pueden combinar o hacerse al inicio de la tarea.
13. ¿Quién lo hace?: El personal lubricador encargado con un ayudante.
14. ¿Por qué lo hace esa persona?: Porque es el personal designado por el jefe de área.
15. ¿Quién podría hacerlo?: Sólo el personal designado.
16. ¿Quién debería hacerlo?: Sólo el personal capacitado y designado por la empresa.
17. ¿Cómo se hace?: Se tiene que ir a la zona de trabajo y observar, luego se llena el AST y PTS se hace firmar el documento, se pide permiso para bloqueo, se pide materiales, se regresa a la zona, se regresa a traer otros materiales, se coordina con electricista el bloqueo de energía. Se regresa a la zona, se realiza el engrasado, se trae grasa nueva, se limpia la zona después y se cierra el documento.
18. ¿Por qué se hace de ese modo?: Porque así lo indica el instructivo de lubricación.
19. ¿Cómo podría hacerse?: Se solicita el AST y PTS y se va a la zona de trabajo, se llena documento. Luego al hacerlo firmar se pueden juntar varias actividades para simplificar el trabajo, así como al inicio de la tarea traer todos los materiales a usar y no estar dejando el trabajo porque no se trajo la grasa u otro material. Así se simplificaría el trabajo y se haría más rápido.
20. ¿Cómo debería hacerse?: De la manera como se está indicando, recortar y ordenar las actividades para mejorar y agilizar la tarea.

Con esta técnica se pudo mejorar el método de trabajo de personal eliminando algunas actividades y mejorando y ordenando otras:

**Cuadro 1: Actividades que se mejoraron.**

Pasos	ACTIVIDADES QUE SE MEJORARON	Tiempo
	Estas actividades se colocaron al inicio de la labor, junto a la 1era actividad	
10	Se verifican los EPP's y herramientas	60
18	Traslado a traer otros materiales y EPP's	720
20	Traer hoja de seguridad de los lubricantes	300
21	Verificar que el área se encuentre libre	40
28	Traer lubricante nuevo	420

34	Traer petróleo para la limpieza	360
38	Traslado a traer escoba y recogedor	240
Esta actividad se realiza junto al llenado de AST y PTS		
02	Se realiza la inspección del área de trabajo	120
Al hacer firmar el documento con la jefaturas se realizan también las siguientes actividades		
07	Se comunica al jefe del llenado del AST	60
11	Traslado a solicitar permiso para el bloqueo de energía	300
14	Traslado a solicitar pedido de materiales a jefatura	600
<b>Ahorro de tiempo</b>		<b>3220 s.</b>
		<b>53.7 min</b>

Fuente: Elaboración propia.

Después de este análisis, se mejoraron la tarea y se redujeron de 42 a 32 actividades importantes, quedando de la siguiente manera (Figura 3):

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE LUBRICACIÓN DE CHUMACERAS CON RODAMIENTOS								
Zona: TRANSPORTADOR DE MALLAS 1A-2				Método: PROPUESTO				
Proceso: Lubricación de chumaceras con rodapiemas				Analista: Silverio Ángel Polo Molina				
Inicio: Recepción de tareas				Fecha: 07/06/2016				
Término: Cierre de trabajo								
DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES					TIEMPO (segundos)	DISTANCIA (metros)	
	○	⇨	□	D	▽			
1 Traslado a zona de trabajo llevando EPP's y herramientas		●				240	20	NC
2 Traslado a traer lubricantes y petróleo		●				360	40	NC
3 Llenado de AST y PTS		●				840		IP
4 Se verifican los EPP's y herramientas		●				10		IP
5 Hacer firmar el documento con las jefaturas		●				400	30	IP
6 Solicitar permiso para bloqueo de energía		●				10		IP
7 Realizar pedido de otros materiales a jefatura		●				10		PM
8 Coordinar con electricista bloqueo de energía de equipo		●				180	30	IP
9 Traslado a almacén a retirar material		●				90	30	NC
10 Espera a que se entregue el material				●		420		NC
11 Traslado a zona de trabajo		●				180	30	IP
12 Espera				●		240		EV
13 Verificar energía cero de equipo con operador de la zona				●		120	10	IP
14 Espera				●		240		NC
15 Se realiza limpieza de la zona de trabajo		●				120		EV
16 Se retira pernos de la chumacera		●				360		IP
17 Se retira parte superior de la chumacera		●				30		IP
18 Se retira grasa vieja y/o contaminada		●				2190		IP
19 Espera				●		320		NC
20 Agregar lubricante nuevo a equipo		●				450		IP
21 Espera				●		330		NC
22 Verificar que todas las partes estén bien lubricadas		●				60		NC
23 Volver a colocar la parte superior de la chumacera		●				70		IP
24 Espera				●		240		NC
25 Limpieza de superficie de restos de lubricantes		●				240		NC
26 Limpieza de herramientas que se usaron		●				120		PM
27 Espera				●		300		NC
28 Espera para traer escoba y recogedor				●		240	20	NC
29 Limpiar la zona de trabajo		●				360		NC
30 Traslado de los RR.SS. A tacho para residuos		●				180	20	IP
31 Comunicar a operador de la zona el término de la tarea		●				120		NC
32 Realizar cierre de AST y PTS con las jefaturas		●				360	30	IP
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>295</b>	<b>260</b>	
		<b>2</b>						

Figura 3: Nuevo DAP primera actividad

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra un cuadro comparativo con los nuevos tiempos obtenidos:

Cuadro 2: comparativo DAP Actual – Propuesto

ACTIVIDAD	ACTUAL			PROPUESTO	
	SÍMBOLO	Cant.	Tiemp.	CANT.	TIEMPO
Operación	○	20	7590	16	5860
Transporte	⇨	9	2960	3	1050
Espera	□	8	2190	8	2330
Inspección	D	5	550	3	190
<b>TOTAL</b>		<b>42</b>	<b>13290</b>	<b>30</b>	<b>9430</b>
<b>Minutos</b>			<b>222</b>		<b>157</b>
<b>Horas</b>			<b>3.42</b>		<b>2.37</b>
<b>AHORRO EN TIEMPO - HORAS</b>					<b>1.04</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el Cuadro 2, según el análisis con el DAP el nuevo tiempo para la actividad de engrasado de chumacera es de 157 minutos, haciendo 2 horas con 37 minutos; tenemos un ahorro de tiempo de 1 hora 04 minutos, lo cual mejorará nuestra productividad en la tarea de engrasado de chumaceras. Y la segunda actividad tiene ahora una tiempo de 85 minutos

y 2 segundos, haciendo 1 hora con 25 minutos (Cuadro 3). El análisis de la productividad anterior nos decía que en una jornada de 01 día, de 435 minutos, 7 horas y 15 segundos, dos trabajadores realizan la lubricación de tres chumaceras. Después de los análisis hechos anteriormente, obtenemos una nueva productividad, la cual se describe a continuación en el Cuadro 3:

**Cuadro 3: Resumen de los nuevos tiempos y productividad**

Actividades	Tiempos	
	Segundos	Minutos
Engrasado 1	9430	157.2
Engrasado 2	5110	85.2
Engrasado 3	5600	93.3
Engrasado 4	5350	89.2
<b>Subtotal</b>	<b>26170</b>	<b>424.8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7 horas 5 minutos</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Dos colaboradores realizan el trabajo de lubricación de cuatro chumaceras en 7 horas con 5 minutos. Seguidamente se realizó un diagrama bimanual para analizar las actividades principales del trabajador desglosándolo en cinco etapas para un mejor análisis, además se analizó con el cuadro de Therbling:

En la figura 4, se presenta un recorte del análisis y un resumen de las actividades:

Diagrama Bimanual - Lubricación de chumaceras 1													
Diagrama Núm.: 1	Hoja Num. de		Disposición del lugar de trabajo										
Operación: 1ra etapa: Retirar parte superior de chumacera													
Lugar: Transportador de mallas 1A-2 (parte cola)													
Método: Actual / Propuesto			Fecha: 11/05/2016										
Compuesto por: Silverio Ángel Polo Molina													
Descripción Mano Izquierda	Therblings	Símbolo			Símbolo			Therblings	Descripción Mano Derecha				
		○	⇒	D	□	▽	○	⇒		D	□	▽	
Espera	RI											C	Coge llave mixta
Espera	RI											H	Da vueltas a pernos
Espera	RI											A	Pasa llave a mano izquierda
Coge llave	C											RI	Espera
Da vueltas a perno	H											RI	Espera
Espera	RI											H	Retira perno
Espera	RI											M	Lo coloca en el piso
Se dirige hacia chumacera	A											A	Se dirige hacia chumacera
Levanta parte superior de chumacera	H											H	Levanta parte superior de chumacera
Coloca parte superior de chumacera en piso	M											M	Coloca parte superior de chumacera en piso
Resumen													
Método	Actual			Propuesto									
	Izq.	Der.		Izq.	Der.								
Operaciones	4	6											
Transporte	1	2											
Esperas	5	2											
Sostenimientos	0												
Inspecciones	0												
<b>Totales</b>	<b>10</b>	<b>10</b>											

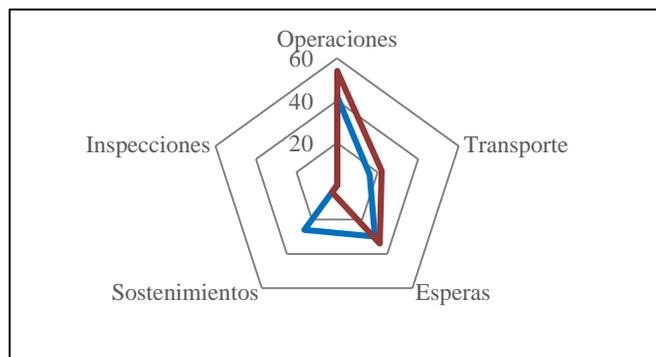
**Figura 4: Diagrama bimanual actual.**

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 4: Resumen del diagrama bimanual**

RESUMEN DEL DIAGRAMA BIMANUAL		
Método	Actual	
	Izq.	Der.
Operaciones	42	54
Transporte	16	22
Esperas	30	34
Sostenimientos	26	4
Inspecciones		

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 5: Resumen del diagrama bimanual**

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4 y en Figura 5 podemos observar el comportamiento de las actividades. Mientras que la mano derecha tiene 54 operaciones, 34 esperas y sólo 04 sostenimientos, la mano izquierda sólo llega a 42 operaciones, 30 esperas y 26 sostenimientos. Este análisis nos da como resultado que ambas manos tienen mucha inactividad 30 y 34 esperas para las manos izquierda y derecha respectivamente. Así como 26 sostenimientos par la mano izquierda. Mientras que el según el análisis de Therbling nos da un 56.14% de actividades productivas y un alto 41.67% de actividades improductivas (Cuadro 5):

Cuadro 5: Resumen de análisis Therbling

RESUMEN		
ACTIVIDADES	CANT.	PORCENTAJE
PRODUCTIVAS	128	56.14%
RETARDANTES	5	2.19%
IMPRODUCTIVAS	95	41.67%
<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Después del análisis, se pudo mejorar las actividades, eliminando algunas y ordenando otras para darle mayor agilidad a ambas manos y el trabajo sea de mayor calidad. A continuación se presenta el Cuadro 6 comparativo antes y después del estudio:

Cuadro 6: Comparativo Actividades Bimanual

Método/Actividades	Actual		PROPUESTO	
	Izq.	Der.	IZQ.	DER.
Operaciones	42	54	63	71
Transporte	16	22	19	21
Esperas	30	34	12	9
Sostenimientos	26	4	15	9
Inspecciones	0		1	
SUB-TOTAL	114	114	110	110
<b>TOTAL ACTIVIDADES</b>	<b>228</b>		<b>220</b>	

Fuente: Elaboración propia.

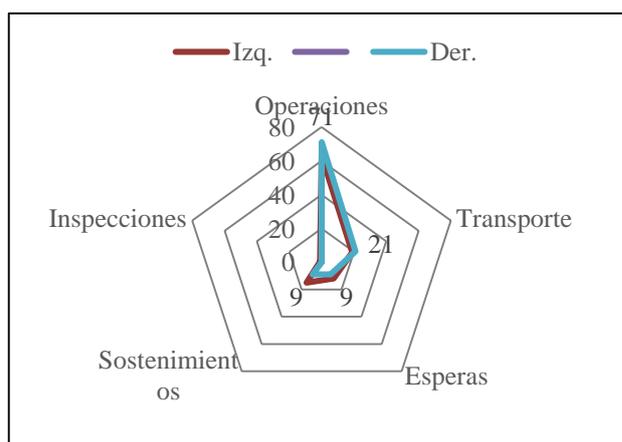


Figura 6: Actividades después del estudio

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, el análisis con el Diagrama Bimanual nos indica que se eliminaron ocho actividades que retrasaban la tarea. Sin embargo, más importante aún, se aumentaron las actividades de Operación y se disminuyeron las Esperas y Sostenimientos. Esto con la finalidad de agilizar las actividades.

También se realizó el nuevo análisis Therbling, el cual nos dio el siguiente resultado:

Cuadro 7: Resumen del estudio bimanual

RESUMEN DEL ESTUDIO		
ANTES		DESPUÉS
PRODUCTIVOS	56%	<b>79%</b>
RETARDANTES	2%	5%
IMPRODUCTIVOS	42%	16%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ahora vemos cómo aumentaron las actividades productivas hasta un 79% y se redujeron las improductivas a un 16%.

Se realizó además un estudio de tiempos con ayuda del software POM-QM el cual nos proporcionó el tiempo estándar y tiempo normal de proceso con una muestra de 53 actividades de engrasado de chumaceras. Para el cálculo del tiempo estándar se consideraron algunas tolerancias según cuadro OIT y además la Tabla 1 de calificación de habilidades del trabajador según sistema Westinghouse.

**Tabla 1: Sistema Westinghouse para calificar habilidades**

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.18	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 8: Suplementos atribuidos al trabajador**

CUADRO DE SUPLEMENTOS - TOLERANCIAS	
A. TOLERANCIAS CONSTANTES	%
Tolerancias por necesidades personales	5
Tolerancias por fatiga	4
B. TOLERANCIAS VARIABLES	
Tolerancias por ejecutar el trabajo de pie	2
Empleo de fuerza o vigor muscular: 7.5 kg	2
Condición atmosférica: Calor	6
TOTAL	<b>19</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 9: Calificación del Trabajador**

Habilidad	D	+0.00
Esfuerzo	C2	+0.02
Condiciones	E	-0.03
Consistencia	D	+0.00
Suma algebraica		-0.01
Factor de desempeño		<b>0.99</b>

Fuente: Elaboración propia

	Average	Sample Std dev	Normal	Performance rating	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Obs 11	Obs 12	Obs 13	Obs 14	Obs 15	Obs 16	
Espera	173.02	55.59	171.29	99	180	180					180	360	180	180	300	300				120	18
Traer el lubricante nuevo	230.19	229.45	277.39	99	480	10	20	420	10	10	720	10	10	700	10	10	420	10	10	460	46
Agregar lubricante nuevo	507.55	68.13	502.47	99	480	540	540	600	600	600	660	660	600	600	600	540	600	660	660	460	46
Espera	389.01	98.52	385.91	99	480	480	360	300	360	420	180	360	360	240	180	180	180	160	160	480	36
Verificar que todas las	77.36	33.12	76.58	99	30	60		30	40	40	30	30	40	60	60	120	120	60	60	90	6
Espera	159	42.43	148.5	99												120	180				
Volver a colocar la parte	59.81	8.86	59.21	99	60	60	40	30	60	60	60	50	50	60	60	60	50	60	60	60	6
Espera	310.6	70.78	307.49	99	300	300	360	300	600	540	360	520	240	300						300	24
Traer petróleo para la	276.42	241.56	273.65	99	540	540	20	360	10	10	540	10	10	540	10	10	480	10	10	54	54
Limpieza de superficie de	286.6	55.54	283.74	99	240	300	390	300	360	360	360	420	400	360	300	240	180	320	320	320	24
Espera	230	82.46	227.7	99											240	240	120	320			
Limpieza de las	138.49	50.93	137.11	99	180	120	120	60	60	90	120	30	120	120	180	120	60	180	120	60	180
Espera	299.39	66.97	296.39	99	240	300	300	360	420	540	180	420	240	180						280	30
Traslado a traer escoba y	205.28	103.79	203.23	99	300	30	10	240	10	10	240	240	10	320	20	10	180	240	120	30	30
Se vuelve a colocar la	524.71	26.25	519.46	99											600	560	540	520			
Espera	330	118.49	326.7	99		300						300	540	180	360	300					
Limpiar la zona de trabajo	224.53	95.93	222.28	99	300	30	180	180	180	180	300	240	240	300	300	120	180	240	300	36	36
Trasladar los RR.SS. A	166.86	33.23	165.19	99	120	180	120	120	180	180	120	180	240	200	180	120	120	120	180	18	18
Comunicar a operador de	244.71	97.24	242.26	99	300	240	420	360		300	240	180	240	240	300	180	240	300	300	36	36
Realizar cierre de AST y	421.67	72.13	417.45	99		360				540			600			450					
Normal proc time			14037.96																		
Standard time			14776.82																		

Realizar cierre de AST y	421.67	72.13	417.45
Normal proc time			14037.96
Standard time			14776.82

Figura 7: Toma de tiempos con POM-QM

Fuente: PQM - QM

El análisis del estudio de tiempos (Figura 7) dio como resultado un tiempo normal de 14038 segundos (234 minutos), y un tiempo estándar de 14777 segundos (246 minutos)

Después del análisis y realizado los ajustes medimos los nuevos tiempos con el POM-QM (Figura 8)

	Average	Sample Std dev	Normal	Performance rating
Se retira pernos de la	307.74	65.94	304.66	99
Se retira parte superior	50.19	14.87	49.69	99
Retirar la grasa vieja y/o	2171.51	114.26	2149.79	99
Espera	150.6	57.44	149.09	99
Traer el lubricante nuevo	35.28	52.68	34.93	99
Agregar lubricante nuevo	476.6	54.91	471.84	99
Espera	308.68	102.64	305.59	99
Verificar que todas las	63.77	26.69	63.14	99
Volver a colocar la parte	60.38	11.6	59.77	99
Espera	254.04	62.76	251.5	99
Traer petróleo para la	44.91	81.11	44.46	99
Limpieza de superficie de	209.62	82.13	207.53	99
Limpieza de las	85.47	57.56	84.62	99
Espera	270	70.97	267.3	99
Traslado a traer escoba y	111.89	122.65	110.77	99
Se vuelve a colocar la	515.33	21.67	510.18	99
Limpiar la zona de trabajo	180.57	103.62	178.76	99
Trasladar los RR.SS. A	170	30.87	168.3	99
Comunicar a operador de	171.18	86.01	169.46	99
Realizar cierre de AST y	400.67	37.7	396.66	99
Normal proc time			9674.43	
Standard time			10183.61	

Figura 8: Estudio de Tiempos después del primer análisis y ajustes

Fuente: PQM - QM

Después del nuevo análisis obtenemos un nuevo tiempo normal de 9674 segundos (161 minutos) y un tiempo estándar de 10184 segundos (170 minutos).

Los resultados de los problemas se describen a continuación:

Dimensión 1, Análisis de Procedimientos. Datos para medir la influencia del análisis de procedimientos con la productividad:

NIVEL	ESCALA	INTERVALO (%)
Productividad ALTA	4	75 a 100
Productividad BUENA	3	51 a 75
Productividad BAJA	2	26 a 50
Productividad MUY BAJA	1	0 a 25

ESCALA	Intervalo Productividad
A	
1	(0 a 1.0)
2	(1.1 a 2.0)
3	(2.1 a 3.0)
4	(3.1 a 4.0)

Resumen para la variable dependiente

Variable	Núm. total de valores	Núm. de valores utilizados	Núm. de valores ignorados	Suma de los pesos	Media	Desviación típica
Productividad	38	38	0	38	3.395	0.495

Coefficientes de ajuste:

R (coeficiente de correlación)	1.000
R <sup>2</sup> (coeficiente de determinación)	1.000
R <sup>2</sup> aj. (coeficiente de determinación)	1.000
SCR	0.000

	Análisis de Procedimientos	Productividad
1	75	3
2	100	4
3	75	3
4	75	3
5	75	3
6	100	4
7	75	3
8	75	3
9	100	4
10	75	3
11	75	3
12	75	3
13	100	4
14	75	3
15	100	4
16	75	3
17	75	3
18	75	3
19	75	3
20	100	4
21	75	3
22	100	4
23	75	3
24	100	4
25	100	4
26	100	4
27	75	3
28	75	3
29	75	3
30	75	3
31	100	4
32	100	4
33	100	4
34	100	4
35	75	3
36	100	4
37	75	3
38	75	3

**Análisis:** Existe una fuerte relación entre el Análisis de Procedimientos de 100% durante el estudio de tiempos y movimientos y un 3.39% de Productividad.

Dimensión 2: Métodos y/o técnicas

Datos para medir la influencia de los métodos y/o técnicas con la productividad.

NIVEL	ESCALA	INTERVALO CANTIDAD
Productividad ALTA	4	61 - 80
Productividad INTERMEDIA	3	41 - 60
Productividad BAJA	2	21 - 40
Productividad MUY BAJA	1	0 - 20

ESCALA	Intervalo Productividad
1	(0 a 1.0)
2	(1.1 a 2.0)
3	(2.1 a 3.0)
4	(3.1 a 4.0)

	Métodos y/o técnicas	Productividad
1	57.1	3
2	37.8	2
3	63	4
4	71	4
5	79	4

Resumen para la variable dependiente

Coefficiente de ajuste

Variable	Núm. total de valores	Núm. de valores utilizados	Núm. de valores ignorados	Suma de los pesos	Media	Desviación típica	R (coeficiente de correlación)	R <sup>2</sup> (coeficiente de determinación)	R <sup>2</sup> aj. (coeficiente de determinación)	SCR
Productividad	5	5	0	5	3.400	0.894	0.929	0.864	0.818	0.436

**Análisis:** Existe una fuerte influencia entre los Métodos y/o Técnicas de 93% durante el estudio de tiempos y movimientos y un 3.400 de Productividad.

Cabe resaltar que para medir este problema se tomaron en cuenta las actividades que se mejoraron de las diversas observaciones tal como se detalla en el siguiente Cuadro 10, actividades importantes y necesarias tomadas del DAP, operaciones bimanuales, y actividades productivas tomadas según cuadro de Therbling.

**Cuadro 10: Analisis comparativo por tipo de actividades**

Descripción	Antes	Después
Actividades importantes	34.4	57.1
Actividades necesarias	22.5	37.8
Operaciones mano izq.	42	63
Operaciones mano derec.	54	71
Actividades productivas	56	79

Fuente: Elaboración Propia

Problema Principal: ¿De qué manera el estudio de tiempos y movimientos influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo: engrasado de chumaceras, para minimizar tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos, en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A., Samanco, 2016?

**Cuadro 11: Problema Principal con “Y”**

NIVEL	ESCALA	INTERVALO
Productividad ALTA	4	(60 a 90)
Productividad BUENA	3	(91 a 120)
Productividad BAJA	2	(121 a 160)
Productividad MUY BAJA	1	(161 a 200)

ESCALA	Intervalo Productividad
1	(0 a 1.0)
2	(1.1 a 2.0)
3	(2.1 a 3.0)
4	(3.1 a 4.0)

Resumen para la variable dependiente

Variable	Núm. total de valores	Núm. de valores utilizados	Núm. de valores ignorados	Suma de los pesos	Media	Desviación típica
Productividad	53	53	0	53	3.151	0.864

Coefficientes de ajuste

R (coeficiente de correlación)	0.943
R <sup>2</sup> (coeficiente de determinación)	0.890
R <sup>2</sup> aj. (coeficiente de determinación)	0.888
SCR	4.269

Fuente: Elaboración Propia

**Análisis:** Existe una fuerte influencia del 94.3% durante el estudio de tiempos y movimientos y un nivel de productividad de 3.15, por lo tanto si hay influencia

A continuación presentamos los resultados de los objetivos. En el primer Objetivo Específico: Analizar la influencia del análisis de procedimientos con estudio de tiempos en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo, engrasado de chumaceras, para minimizar

tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos. El resultado obtenido fue que se mejoró el instructivo de Lubricación de Chumaceras ya que existía demasiadas actividades e incluso que se repetían dando lugar a que no se cumpla como debe ser. En este caso, mediante la aplicación del checklist se pudo mejorar el instructivo reduciendo y combinando las actividades para que éste sea más comprensible y ligero para trabajar.

En el segundo Objetivo Específico: Analizar la influencia de los métodos y/o técnicas del estudio de tiempos y movimientos en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo; engrasado de chumaceras, para minimizar tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos. El resultado fue que se pudieron eliminar actividades que retrasaban la tarea de 42 a 32 actividades, disminuyendo las improductivas y aumentando las productivas, asimismo se disminuyeron las esperas y sostenimientos, las actividades por mejorar y las evitables dando paso al aumento de las operaciones y a las actividades importantes y necesarias. Asimismo, se pudo reducir el tiempo normal de proceso y se obtuvo el nuevo tiempo estándar para la lubricación de chumaceras, lo cual agiliza esta tarea haciendo que la productividad de esta tarea que como parte de las operaciones de mantenimiento preventivo aumente.

En el Objetivo Principal: Analizar la influencia del estudio de tiempos y movimientos en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo; engrasado de chumaceras, para minimizar tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos; se mejoró la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo, en su tarea de engrasado de chumaceras, mediante la optimización de recursos, en este caso la reducción de tiempos y actividades improductivas. Así pues, el estudio de tiempos sí influyó en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo: lubricación de chumaceras; ya que antes del estudio sólo se realizaban tres tareas de lubricación y después se logró hacer cuatro tareas de lubricación.

Resultados de las hipótesis. Se tiene la siguiente hipótesis específica 1: El análisis de procedimientos del estudio de tiempos y movimientos influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo; engrasado de chumaceras, para minimizar tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016. Luego se formula lo siguiente:

H<sub>0</sub>:  $\mu_1 = \mu_2$ . El análisis de procedimientos del estudio de tiempos y movimientos no influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016.

H<sub>1</sub>:  $\mu_1 > \mu_2$ . El análisis de procedimientos del estudio de tiempos y movimientos sí influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016.

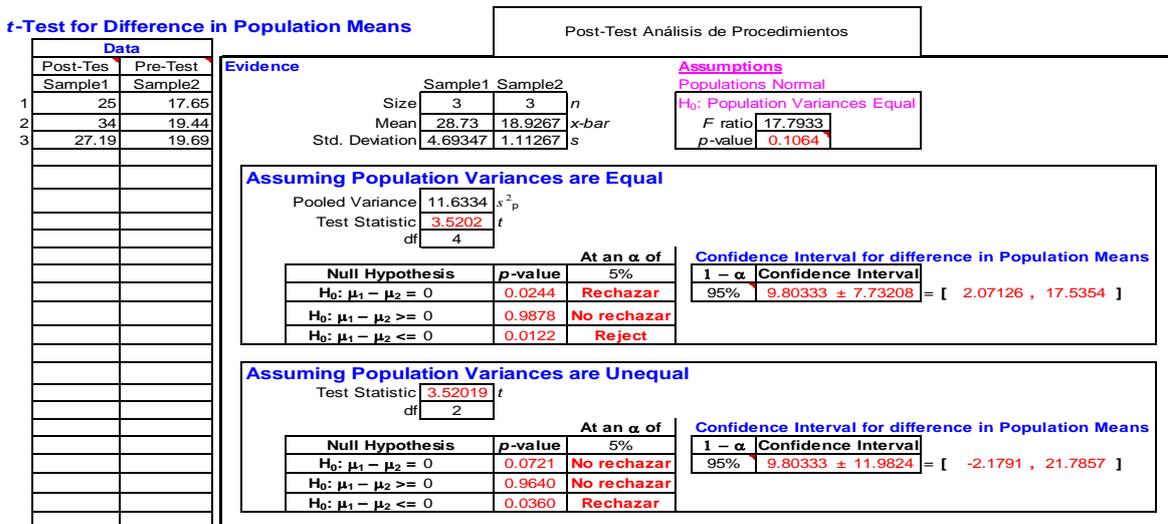


Figura 9: Contrastación de hipótesis 1  
Fuente: Elaboración propia

Al disponer de mayor porcentaje de cumplimiento, SÍ influye en la productividad, con un nivel de confianza de 95% y un 5% de significancia.

Se tiene la siguiente hipótesis específica 2: Los métodos y/o técnicas del estudio de tiempos y movimientos influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo; engrasado de chumaceras, para minimizar tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016. Luego se formula lo siguiente:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ : Los métodos y/o técnicas del estudio de tiempos y movimientos no influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016.

$H_1: \mu_1 > \mu_2$ : Los métodos y/o técnicas del estudio de tiempos y movimientos influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016.

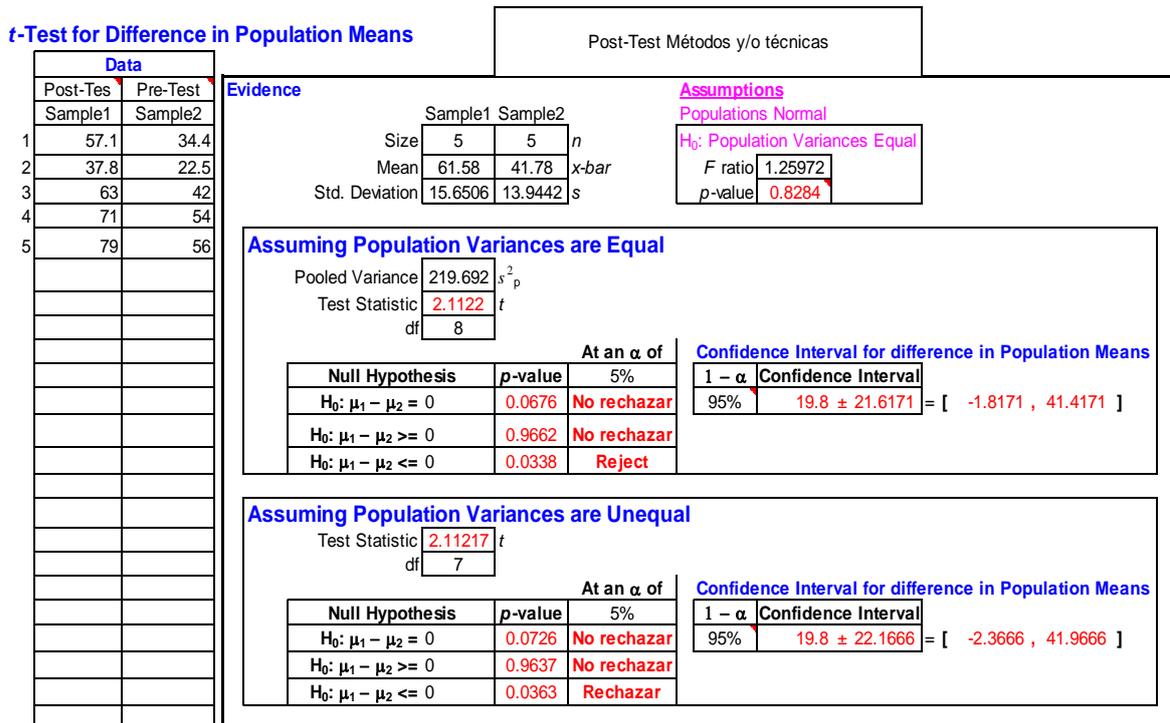


Figura 10: Contrastación de hipótesis 2

Fuente: Elaboración propia

Al disponer de mayor cantidad de actividades los métodos y/o técnicas, SÍ influye en la productividad, con un nivel de confianza de 95% y un 5% de significancia.

Se tiene la siguiente hipótesis principal: El estudio de tiempos y movimientos influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo; engrasado de chumaceras, para minimizar tiempos de parada y extender la vida útil de los equipos en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016. Luego se formula lo siguiente:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ : El estudio de tiempos y movimientos no influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016.

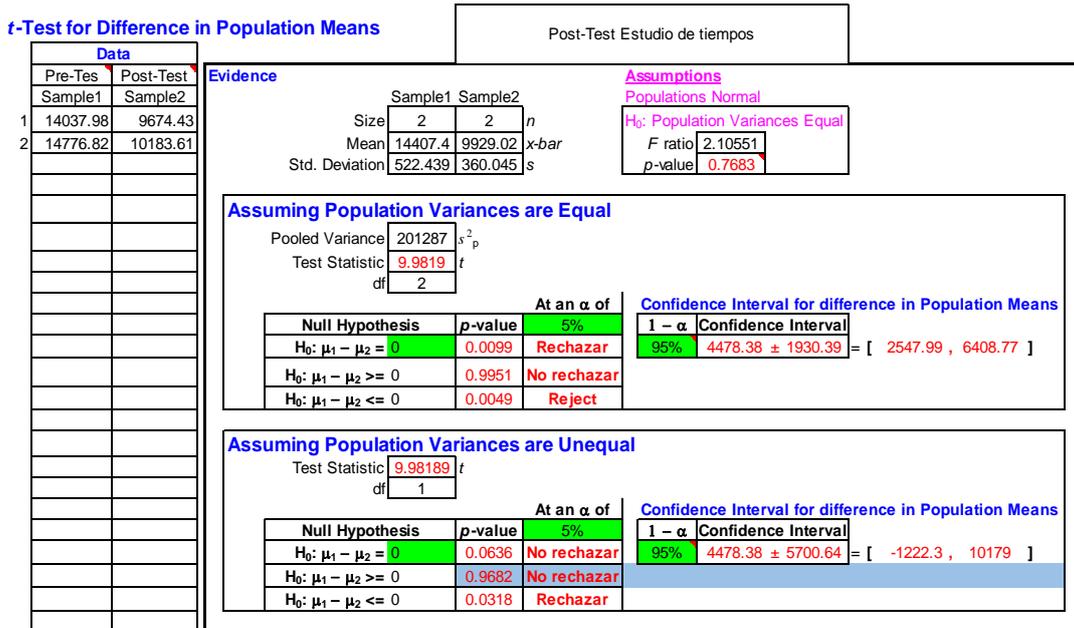


Figura 11: Contrastación de hipótesis principal

Fuente: Elaboración propia

H<sub>1</sub>: μ<sub>1</sub> > μ<sub>2</sub>: El estudio de tiempos y movimientos influye en la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016. En el cálculo del tiempo normal de proceso y el tiempo estándar, en este caso el post es menor al pre y como este es el resultado que se quería alcanzar, entonces al disponer de mayor cantidad de actividades los métodos y/o técnicas, SÍ influye en la productividad, con un nivel de confianza de 95% y un 5% de significancia.

**Discusión**

En los resultados obtenidos de análisis de procedimientos, encontramos que con el estudio se observó que existía un Instructivo de Lubricación de Chumaceras, el cual servía como guía para la realización del trabajo de engrasado de chumaceras. Sin embargo, este instructivo necesitaba ser mejorado pues contenían demasiadas e innecesarias actividades que retardaban la tarea, por tanto se debía mejorar. Con esto concuerda también la investigación de tesis “Normalización y estandarización de la línea de producción de archivos rodantes en la empresa metalicas jep utilizando la técnica del estudio del trabajo”, cuyo autor Rodrigo Ríos Martínez (2015) concluyó: Cuando se dio inicio a la primera etapa de este proyecto se revisó una a una cada área correspondiente a la línea de producción de archivo rodantes, y se encontró que ya contaban con métodos de trabajo establecidos para la realización de dicho producto, por lo que se verificaron y se llegó a la conclusión de que se podían mejorar.

En los resultados obtenidos de métodos y/o técnicas, logramos mejorar el método de trabajo mediante el diagrama de análisis de proceso y asimismo se mejoró los tiempos de trabajo, eliminando actividades innecesarias y agilizando el ritmo de trabajo. Con este trabajo concuerda también la tesis “Estudio de métodos y tiempos en las secciones de extendido y corte de piezas en una empresa de confección para mejorar la respuesta del indicador de nivel servicio medido en días”, de Kevin Fabricio Arango Serrano (2014) que concluye de la siguiente manera: Este proyecto permitió presentar mejoras en los métodos y los tiempos que actualmente emplean los operarios de las secciones de extendido y corte de piezas de la empresa de confección. Se lograron eliminar actividades que no agregaban valor al proceso productivo, que por el contrario estaban generando un costo de oportunidad por más de \$100.000.000 de pesos en el primer trimestre del año de 2014 para la empresa de confección. Estas mejoras harán que se dé una respuesta oportuna al indicador de nivel de servicio de 28 días, pues las órdenes de producción estarán dentro de los días del ciclo productivo.

En los resultados obtenidos de medición de tiempos, se logró encontrar tiempos muertos y ociosos, que no agregaban valor a la tarea sino que más bien la retrasaban. Se eliminaron estos tiempos dando paso a un tiempo menor para la tarea de engrasado logrando hacer más tareas en el día. Con esto concuerda la tesis “Optimización de la Línea de Producción de Vigas y Columnas de la Empresa Ospining” cuyas autoras Paola Duran y Lucia León concluyen que en la empresa no existía ningún registro de tiempos estándares por sectores de trabajo. El estudio de tiempos realizado permite establecer un día de trabajo justo, si se implementan los resultados de este estudio, se beneficiaran tanto la empresa como el trabajador. La empresa que estaría pagando en función del trabajo realizado y el trabajador que podría exigir alzas de sueldos si mejoran el nivel de producción estándar.

En los resultados obtenidos de productividad, logramos hallar que dos colaboradores realicen las actividades de engrasado de 3 chumaceras. Después del estudio se logró encontrar menos tiempos y por tanto, nuestra productividad de mano de obra sube de 3 chumaceras a 4 chumaceras engrasadas. Asimismo, concuerda con esto la tesis “Mejoramiento de la productividad del mantenimiento mecánico de la Cooperativa de Transporte Noroccidental Cía. Ltda. mediante la implementación de un software para mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades” cuyos autores Franklin Humberto Imbaquingo Morales y Fernando Andrés Martínez Zambrano concluyen que: El programa de mantenimiento contribuye a una disminución de trabajo humano del 55% al 34,25% del tiempo total productivo de las personas del área de mantenimiento ya que es una herramienta sistematizada que logra descongestionar de forma certera el trabajo del personal del departamento de mantenimiento.

### **Conclusiones**

Se mejoró el diagnóstico que incluía el análisis del instructivo para darle mayor agilidad a la tarea. Pasó de un 56.78% de cumplimiento deficiente a un 86.19% con un nivel de cumplimiento regular

Se mejoró en Instructivo de Lubricación de Chumaceras haciéndolo más compacto, ágil y comprensible. De esta manera el personal lubricador tendría más facilidad de trabajo con ella.

Se eliminó excesivos tiempos que no agregaban valor a la tarea identificados mediante el diagrama de análisis de procesos que lo único que hacían era retrasarla se mejoró de hacer una chumacera de 3 horas con 47 minutos a 2 horas con 42 minutos. De esta manera se pudo ahorrar tiempo y si antes se lubricaban tres chumaceras al día ahora se realizan 4 chumaceras al día realizando el trabajo total en 7 horas con 5 minutos. Además se logró reducir las actividades de 42 a 32 haciendo que el trabajo se termine en menos tiempo, dando paso a que se pueda engrasar una chumacera más al día.

Se eliminó también demasiadas actividades de sostenimientos y esperas de la mano izquierda identificados mediante el diagrama bimanual. Asimismo se redujeron las actividades improductivas y aumentaron las actividades productivas. Se pasó de tener sólo un 56% de actividades productivas bimanuales a 79% de actividades y se redujeron las improductivas de 42% a 16%.

Se logró mejorar la productividad de mano de obra y tiempo, pues antes se hacían el trabajo de engrasado sólo de tres chumaceras al día por dos operadores con un nivel de cumplimiento del 75%, ahora el mismo personal realiza la actividad de 04 chumaceras en un día de trabajo con un nivel de cumplimiento del 100%.

### **Referencias bibliográficas**

- ALOMOTO GUANOLUISA, Nelson Wilfredo (2014) “Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la empresa Industria Metálica Cotopaxi”.
- AMORES BALSECA, Olger Iván Y VILCA VIRACocha Luis Miguel (2013) “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la

- empresa H & N Ecuador ubicada en la panamericana norte sector Lasso para el periodo 2011-2013”.
- ARANGO SERRANO, Kevin Fabricio (2014) “Estudio de métodos y tiempos en las secciones de extendido y corte de piezas en una empresa de confección para mejorar la respuesta del indicador de nivel servicio medido en días”.
- BACA, Gabriel U. (2013). Introducción a la Ingeniería Industrial. 2da ed. por. [et. al.]. México, D.F. Grupo editorial Patria, 371 p. ISBN: 9786074383164.
- CUCALÓN QUIMI, Cristian Cristóbal (2008-2009) “Mejoramiento de la productividad en los procesos del área de mantenimiento de cilindros en Duragas S. A.”.
- DOUNCE Villanueva, Enrique (2007). La productividad en el mantenimiento industrial. Décima Reimpresión, México, Grupo Editorial Patria, 350 p. ISBN: 978-968-26-1089-9.
- FREIVALDS, Andris y Niebel, Benjamin W (2014). Ingeniería Industrial de Niebel, Métodos, estándares y diseño del trabajo, Decimotercera edición, México, Mc Graw Hill, 555 p. ISBN: 9786071511546.
- GARCÍA Criollo, Roberto (2005). Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo, 2ª ed. México: McGraw Hill, 459 p. ISBN: 9789701046579.
- GODÍNEZ LLAMAS, Miguel Ángel Y PÉREZ ESLAVA, Juan Carlos (2012). “Análisis de los factores que influyen en la productividad del personal involucrado en el mantenimiento de aeronaves”.
- GÓMEZ MARTÍNEZ, Jacqueline Yolanda Y MORENO LEAL, Miguel Ángel (2009) “Implementación de un sistema de productividad en los servicios de mantenimiento preventivo a vehículos NISSAN en Imperio Automotriz del Poniente S.A. de C.V.”.
- KANAWATY, G (1996). (publicado con la dirección de) *Introducción al estudio del trabajo*, 4a ed. (revisada). Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra. Limusa, 522 p, ISBN 9223071089.
- LOPEZ SALAZAR, Brayan. (2012). <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>
- LUNA CHANATASIG, Darwin Luis (2015). “Estudio para el mejoramiento del proceso productivo en la empresa Productos y Alimentos Nankín S.A.”.
- MANUAL PARA REDACTAR CITAS BIBLIOGRAFICAS Según norma ISO 690 y 690-2 (International Standards Organization) – UCV
- MEYERS, F (2000). Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Segunda edición, México, Pearson Educación, 352 p. ISBN: 9684444680.
- MINISTERIO de Economía y Finanzas (2009). Dirección de Desarrollo Institucional del Estado: Guía de trabajo para el estudio de procedimientos. República de Panamá. 18 p.
- Ministerio de Economía y Finanzas, Dirección de Desarrollo Institucional del Estado (2009). Guía de trabajo para el estudio de procedimientos. República de Panamá. disponible en:<http://www.mef.gob.pa/es/transparencia/Documents/Guia%20de%20Trabajo%20para%20el%20estudio%20de%20Procedimientos.pdf>
- PISTARELLI, Alejandro J. (2010). Manual de Mantenimiento: Ingeniería, Gestión y Organización. Buenos Aires, Talleres gráficos RyC, 1ª ed., 2010. 693 p. ISBN: 9789870584209.
- RÍOS MARTÍNEZ, Rodrigo (2015). “Normalización y estandarización de la línea de producción de archivos rodantes en la empresa Metálicas Jep utilizando la técnica del estudio del trabajo”.
- SORDO TORRES, María Del Carmen (2007). “Optimizar la productividad en el mantenimiento de aeronaves A318 y A319 de una empresa aérea”.