



“Procesos y costos en la manufactura de guitarras: El caso del taller ‘Zepeda’”

Massiell Carolina López García

Trabajo de grado presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de Ingeniería Industrial y de Sistemas.

Managua, 05 enero del 2011

Managua, 05 de Enero del 2011

Licenciada
Irene Rojas
Rectora
Universidad Thomas More
Su Despacho

Estimada Licenciada Rojas:

Tengo a bien informarle que en mi carácter de Orientador y Catedrático de la Universidad Thomas More doy por revisado y aprobado el Trabajo de Grado de la alumna Massiell Carolina López García, titulado ***“Procesos y costos en la manufactura de guitarras: El caso del taller ‘Zepeda’”*** que fue elaborado como requisito para optar al título de Ingeniera Industrial y de Sistemas.

La joven López García durante el proceso de revisión y corrección de este trabajo cumplió con todas las normas y procedimientos establecidos por la universidad para la elaboración del mismo. Sin más que agregar aprovecho la oportunidad para presentarle muestras de mi estima y consideración.

Atentamente,

Ing. Pedro Villareal A.

Tutor

Silvio De Franco, Ph.D.

Autoridad Académica
Universidad Thomas More

Indice

I. Introducción	1
II. Justificación	2
III. Objetivos de estudio	2
IV. Marco teórico	3
A. Mejoramiento de procesos	3
B. Reingeniería de procesos	3
C. Diagrama de flujo	4
D. Graficas de procesos	4
E. Costo de trabajo anual	6
F. Benchmarking	7
G. Partes de la guitarra	8
H. Taller de guitarras Zepeda	8
V. Análisis de la variable tiempo de entrega	11
VI. Hipótesis	11
VII. Proceso de fabricación de guitarra ZEPEDA	12
A. Diagrama de flujo	12
B. Identificar retraso	14
C. Gráfica de proceso (elaboración del mástil)	15
VIII. Benchmarking en Taller de guitarras “Luis Pilarte”	20
IX. Mejoramiento de procesos	21
A. Gráfica de proceso (propuesta de mejora)	23
X. Calculo de trabajo anual	29
A. Costo de trabajo anual en taller ZEPEDA	29
B. Costo de trabajo anual implementando propuesta	29
XI. Prueba de hipótesis	30
XII. Conclusiones	31
XIII. Recomendaciones	32
XIV. Anexos	33
XV. Bibliografía	44

Indice de Anexos

A. Información complementaria al diagrama de flujo	33
B. Gráficos comparativos correspondiente a gráficas de procesos	36
1. Actividades y número de pasos (antes)	36
2. Actividades y número de pasos (después)	37
3. Actividades y tiempo (antes)	38
4. Actividades y tiempo (después)	39
5. Actividades de transporte y distancia recorrida (pies) antes y después	40
C. Gráficos comparativos (costo de trabajo anual)	41
1. Tiempo de elaboración del mástil antes y después	41
2. Tiempo de fabricación de una guitarra antes y después	42
3. Costo de trabajo anual antes y después	43

Agradecimientos

El lograr llegar hasta esta etapa de mi vida, ha sido un esfuerzo que no solo me corresponde a mí; ha sido el producto del esfuerzo de muchas personas que me han apoyado a lo largo de mi vida; por lo tanto aprovecho esta oportunidad en particular, para agradecerle primeramente a Dios por prestarme vida y permitirme realizar este estudio. Asimismo a mi familia por su apoyo incondicional, a mi tutor el Ing. Pedro Villareal por su apoyo y paciencia a lo largo del desarrollo de este trabajo, a mis profesores por enriquecerme con sus experiencias y conocimientos y al personal del taller de guitarras “Zepeda”, por permitirme realizar todas las investigaciones pertinentes a mi estudio sin ningún tipo de inconveniente. Mi más sincero agradecimiento.

Resumen Ejecutivo

La presente tesis gira en torno al análisis del proceso de elaboración de guitarras clásicas en taller “Zepeda” ubicado en Masaya, Nicaragua con el fin de proponer opciones de mejora que permitan reducir el tiempo de entrega y el costo de trabajo anual.

El análisis realizado, implica una combinación de conocimientos teóricos y prácticos, y representa a la vez el resultado de meses de estudio en el cual a través de observación directa y entrevistas a los trabajadores, se logró desarrollar una percepción global acerca del taller “Zepeda”, analizar su proceso de elaboración de guitarras e identificar oportunidades de mejora en cuanto al tiempo de entrega y reducción de costos de las mismas.

El identificar oportunidades de reducir tiempo de entrega y costo de trabajo anual requiere de mucha paciencia en cuanto a la comprensión del proceso de elaboración de guitarras, la recolección de datos y tiempos de las actividades que conforman el proceso de fabricación de una guitarra; sin embargo se logró establecer una propuesta de mejora para cumplir con dicho objetivo que permite a su vez, la opción de utilizar dichas oportunidades de ahorro para invertir en el negocio.

Este análisis contribuye al intento de mejorar el proceso de elaboración de guitarras en el lugar de estudio, a través de la reducción en los tiempos de entrega y el costo de trabajo anual. A su vez se intenta brindar aportes prácticos al negocio, que permitan no sólo alcanzar lo expresado anteriormente, sino también la satisfacción del cliente.

I. Introducción

Toda empresa o negocio motivado a aprender y crecer, debe estar dispuesta a buscar mejores formas de desempeñarse a fin de brindar mejores productos o servicios.

Es por eso que el presente estudio tomará como ejemplo el taller de guitarras con más tradición en el país “Guitarras Zepeda”, para ilustrar cómo los procesos se encuentran siempre dispuestos a estudiarse y mejorarse con el objetivo de obtener un mejor desempeño.

La fabricación de una guitarra es todo un reto para cualquier fabricante, pues el lograr construir una buena guitarra y por ende, gozar de prestigio, requiere de muchísima experiencia. Asimismo, es todo un reto para la ingeniería, ya que ésta busca siempre la optimización de procesos y recursos que garanticen un buen producto o servicio.

Tomando como referencia el taller de guitarras “Zepeda” se demostrará la importancia del constante análisis y mejoramiento de los procesos, pues a como dijo el presidente ejecutivo de la empresa fabricante de partes automotrices tasada en 4990 U\$ millones “Dana Corporation”, “Hay que estar mejorando la productividad por siempre”¹.

¹ Libro “Administración de operaciones”, quinta edición; autores: Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman, pág. 110

II. Justificación

Decidí trabajar este tema porque me parece interesante demostrar la importancia de contar con un ingeniero industrial en negocios de cualquier tipo, pues su versatilidad y creatividad les permite contar con herramientas capaces de optimizar el desempeño de cualquier negocio, incluyendo el de fabricación de artesanías. Además de contar con una oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en la universidad, considero que el presente estudio, es una forma de apoyar y sacar adelante a nuestro país, ya que el lograr el objetivo de este estudio, permite se brinden mejores servicios para la comunidad, sirviendo de este modo de ejemplo y motivación para otros negocios. Por otro lado, dicho lugar de estudio cuenta con 60 años de tradición en el país apoyando nuestra cultura, por lo tanto cualquier apoyo que pueda brindársele, significa un apoyo a la cultura, la cual en países como el nuestro, suele quedar en el olvido.

III. Objetivos del estudio

El principal objetivo de este estudio, es determinar que existen oportunidades en el proceso de elaboración de guitarras clásicas en el taller “Zepeda” para mejorar el rendimiento a través de la reducción de desperdicio de tiempo y por ende la reducción del costo de trabajo anual.

IV. Marco teórico

Con el objetivo de situar al lector en el contexto del estudio, se brindarán conceptos claves para una mejor comprensión del mismo.

A. Mejoramiento de procesos

El mejoramiento de procesos es el estudio sistemático de las actividades y los flujos de cada proceso a fin de mejorarlo. Su propósito es entender los procesos y desentrañar los detalles. Una vez que se ha comprendido realmente un proceso, es posible mejorarlo.²

B. Reingeniería de procesos

Debido a la confusión existente entre mejoramiento de procesos y reingeniería de procesos, cabe mencionar en qué consiste la reingeniería de procesos y cómo difiere ésta del mejoramiento de procesos: La reingeniería de procesos es la revisión fundamental y el cambio radical del diseño de procesos, para mejorar drásticamente el rendimiento en términos de costo, calidad, servicio y rapidez. La reingeniería de procesos es una especie de reinención, más que un mejoramiento gradual, y puede decirse que es eso lo que mejor marca la diferencia entre ambos conceptos. Se trata de una medicina fuerte que no siempre resulta necesaria o exitosa. Los cambios masivos casi siempre van acompañados de dolor, en forma de despidos y grandes egresos de efectivo para inversiones en tecnología de la información. Sin embargo, la reconversión de procesos mediante la reingeniería puede producir grandes réditos. Los procesos que sean seleccionados para la reingeniería deben ser de carácter

^{2 2} Libro "Administración de operaciones", quinta edición; autores: Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman, pág. 110

fundamental, como las actividades mediante las cuales una empresa atiende los pedidos de sus clientes.³

C. Diagrama de flujo

Una de las dos técnicas básicas para analizar procesos son los diagramas de flujo. Un diagrama de flujo describe el flujo de información, clientes, empleados, equipo o materiales, a través de un proceso. No existe un formato preciso, por lo cual es posible dibujar el diagrama simplemente con cuadros, líneas y flechas. Lo más común es que aquí se identifiquen las operaciones que son esenciales para el éxito y aquellas en las que se producen fallas con más frecuencia.⁴

D. Gráficas de procesos

Una gráfica de proceso es una forma organizada de registrar todas las actividades que realiza una persona (o una máquina) en una estación de trabajo, al atender a un cliente (o al trabajar con materiales). Estas actividades se agrupan en cinco categorías:

- **Operación**  : Modifica, crea o agrega algo. Hacer una perforación con un taladro o atender a un cliente son dos ejemplos de operaciones.
- **Transporte**  : Mueve el objeto de estudio de un lugar a otro (algunas veces se le llama manejo de materiales). El objeto de estudio puede ser una persona, un material, una herramienta o una parte de un equipo. Un cliente que camina de un extremo al otro de un mostrador,

³ Libro “Administración de operaciones”, quinta edición; autores: Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman, pág. 108

⁴ Libro “Administración de operaciones”, quinta edición; autores: Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman, pág. 112

una grúa que levanta una viga de acero y la lleva hasta un sitio determinado, un transportador que conduce un producto parcialmente terminado de una estación de trabajo a la siguiente, son ejemplos de transporte.

- **Inspección** □ : Revisa o verifica algo, pero sin hacerle cambios. Revisar si existen manchas en una superficie, pesar un producto y efectuar una lectura de temperatura son ejemplos de inspecciones.
- **Retraso** D : Se presentan cuando el objeto se queda detenido en espera de una acción posterior. El tiempo que transcurre durante la espera de materiales o equipo, el tiempo dedicado a la limpieza, y el tiempo que los trabajadores, las máquinas o las estaciones de trabajo permanecen ociosos porque no tienen nada que hacer, son ejemplos de retrasos.
- **Almacenaje** ▽ : Ocurre cuando algo es apartado para usarse después. Algunos ejemplos de almacenaje pueden ser cuando se descargan los suministros y se colocan en un almacén como parte del inventario; cuando un equipo se coloca en un lugar aparte después de utilizarlo; y cuando los documentos quedan guardados en un archivo.⁵

Es posible emplear otras categorías dependiendo de la situación. Por ejemplo, la subcontratación de servicios externos suele considerarse como una categoría, o bien, el almacenaje temporal y el almacenaje permanente pueden ser dos categorías diferentes. Para elegir la categoría que corresponde a cada

⁵ Libro "Administración de operaciones", quinta edición; autores: Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman, pág. 113

actividad, es necesario tomar en cuenta la perspectiva del sujeto que se está representando en la gráfica.⁶

Para completar la gráfica correspondiente a un nuevo proceso, el analista deberá descubrir cada paso a realizar. Si se trata de un proceso que ya existía con anterioridad, el analista observa cuidadosamente esos pasos, clasificando cada uno de ellos de acuerdo con el sujeto que se está estudiando. A continuación, registra la distancia recorrida y el tiempo empleado en la realización de cada paso. Después de haber registrado todas las actividades y pasos, el analista resume el número de pasos, tiempos y datos sobre distancias.⁷

E. Costo de trabajo anual

Después de haber elaborado la gráfica de un proceso, el analista calcula el costo anual de todo el proceso. Entonces, éste se convierte en una norma de comparación frente a la cual se podrán evaluar otros métodos para realizar ese proceso. Los costos de trabajo anuales por concepto de trabajo se calculan multiplicando:

$$\text{Costo de trabajo anual} = (\text{tiempo para desarrollar el proceso}) * (\text{Costos variables por hora}) * (\text{número de veces que se realiza el proceso, por año})$$

Cabe destacar que los costos variables son los costos que varían de acuerdo con los cambios en los niveles de actividad; están relacionados con el número de unidades vendidas (en el caso de una empresa comercializadora), volumen de producción (en el caso de una empresa industrial), o número de servicios

⁶ Libro "Administración de operaciones", quinta edición; autores: Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman, pág. 114

⁷ Libro "Administración de operaciones", quinta edición; autores: Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman, pág. 114

realizado (en el caso de una empresa de servicios); ejemplos de costos variables son los costos incurridos en materia prima, combustible, salario por horas, etc.⁸

Los gráficos de procesos tienen una finalidad: el mejoramiento continuo del proceso. Una vez que la gráfica está completa, ya sea para un proceso nuevo o ya existente, se convierte en el punto de partida de una gran cantidad de ideas para mejorar el proceso. Durante esta parte creativa del análisis de procesos, el analista pregunta los qué, cuándo, quién, dónde, por cuánto tiempo y cómo, para cuestionar cada uno de los pasos del proceso representado en la gráfica. El resumen de la gráfica de proceso indica qué actividades absorben la mayor parte del tiempo. Para hacer que un proceso sea más eficiente, el analista debe cuestionar la razón de cada retraso y luego analizar las actividades de operación, transporte, inspección y almacenaje para determinar si éstas pueden ser combinadas, reordenadas o eliminadas. Siempre hay una mejor forma de hacer las cosas, pero alguien tiene que pensar en ese asunto. Las mejoras en productividad, calidad, tiempo y flexibilidad suelen ser significativas.⁹

F. Benchmarking

Benchmarking es una técnica de gestión empresarial que pretende descubrir y definir los aspectos que hacen que una empresa sea más rentable que otra, para después adaptar el conocimiento adquirido a las características de nuestra propia compañía.¹⁰

⁸ <http://www.crecenegocios.com/la-contabilidad-de-costos/>

⁹ Libro "Administración de operaciones", quinta edición; autores: Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman, pág. 115

¹⁰ <http://www.microsoft.com/business/smb/es-es/marketing/benchmarking.mspx>

G. Partes de la guitarra

Para una mejor comprensión de las actividades que se realizan en el taller de guitarras “Zepeda” vale la pena tener en cuenta dicho esquema que permite ilustrar las partes de una guitarra:



11

H. Taller de guitarras Zepeda

EL negocio de guitarras Zepeda está ubicado en Masaya, tiene más de 60 años de tradición y es el taller de fabricación de guitarras líder en el país. Ha pasado por 3 generaciones de propietarios, siendo su actual propietario Sergio Zepeda.

¹¹ <http://usuarios.multimania.es/lawebdeoscarlopez/gifsyfo/partes1.gif>

NOTA: A la “tapa trasera” suele llamársele comúnmente como “fondo”; así será descrita en el posterior diagrama de flujo.

- **Misión**

Su misión es: “Fabricar instrumentos de cuerdas cumpliendo con las normas y especificaciones técnicas internacionales, de los modelos más destacados a nivel mundial, proporcionar diseños personalizados para los gustos de los guitarristas más exigentes y restaurar fielmente los instrumentos de cuerda clásicos”¹².

- **Visión**

Su visión consiste en: “Continuar siendo el taller de instrumentos de cuerda más reconocido a nivel centroamericano por la calidad y variedad de los instrumentos y servicios proporcionados y llegar a ser el mejor a nivel latinoamericano”¹³.

- **Áreas de trabajo y personal**

En lo que respecta al personal, guitarras Zepeda cuenta con 10 trabajadores, quienes se dividen en distintas áreas, para desempeñar roles específicos correspondiente a la fabricación de guitarras. A continuación se nombrarán dichas áreas y actividades y los trabajadores correspondientes:

- ❖ **Selección de madera:** Esta actividad consiste en buscar la madera más sana, cuya hebra sea lisa, libre de nudos. Para esta actividad se cuenta con un solo trabajador.
- ❖ **Corte, calibración y secado de madera:** Estas actividades son realizadas también por el trabajador anterior. Este se encarga de cortar

¹²<http://guitarraszepeda.com/index.php?accion=c81e728d9d4c2f636f067f89cc14862c&item=c81e728d9d4c2f636f067f89cc14862c>

¹³<http://guitarraszepeda.com/index.php?accion=c81e728d9d4c2f636f067f89cc14862c&item=c81e728d9d4c2f636f067f89cc14862c>

las tablas de madera en piezas ideales para trabajarse. Asimismo, se encarga de calibrar las piezas para proceder al proceso de ensamble. Cuando la madera no se encuentra lo suficientemente seca, él se encarga de acelerar el proceso de secado en un horno o bien de almacenarla en el cuarto de secado, con la temperatura y humedad óptima.

- ❖ **Ensamble:** Una vez cortadas y calibradas las piezas, se procede a darles la forma correcta, unirlos y empezar a darle forma a la guitarra. Esta labor la realiza un solo trabajador.

- ❖ **Acabados:** En esta área se rectifican errores, se sellan los poros de la madera, se pinta, se lija, se pule, se adorna, se ponen los clavijeros, entre otras actividades. En esta área se cuenta con 4 trabajadores.

- ❖ **Encordar, Afinación:** Aquí se realizan las actividades tales como: Poner cuerdas, ajustar la altura de las cuerdas y afinarla. Esta área de trabajo cuenta con 3 trabajadores.

Cabe destacar que dichas áreas y actividades de trabajo cuentan con un supervisor, quien se concentra en las dos últimas áreas mencionadas debido a que son las áreas más propensas a cometerse errores.

V. Análisis de la variable Tiempo de entrega

Al entrevistar al propietario del taller “Zepeda”, éste manifestó que una de sus más grandes preocupaciones es la falta de puntualidad en los tiempos de entrega. La mayoría de los pedidos encargados, son entregados días después de lo acordado.

Debido a que esa será la principal variable a tratarse en este estudio, se definirá para una mejor comprensión: El tiempo de entrega alude al tiempo que transcurre desde que el pedido de un cliente es recibido hasta que es comprado¹⁴.

VI. Hipótesis

Para fines de este trabajo investigativo se estableció una única hipótesis, enunciada de la siguiente manera:

Mediante la aplicación de las herramientas de optimización de procesos, se determinarán oportunidades de mejorar el rendimiento del taller “Zepeda”.

¹⁴ Libro “Administración de operaciones”, quinta edición; autores: Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman, pág. 34

VII. Proceso de fabricación de guitarra ZEPEDA

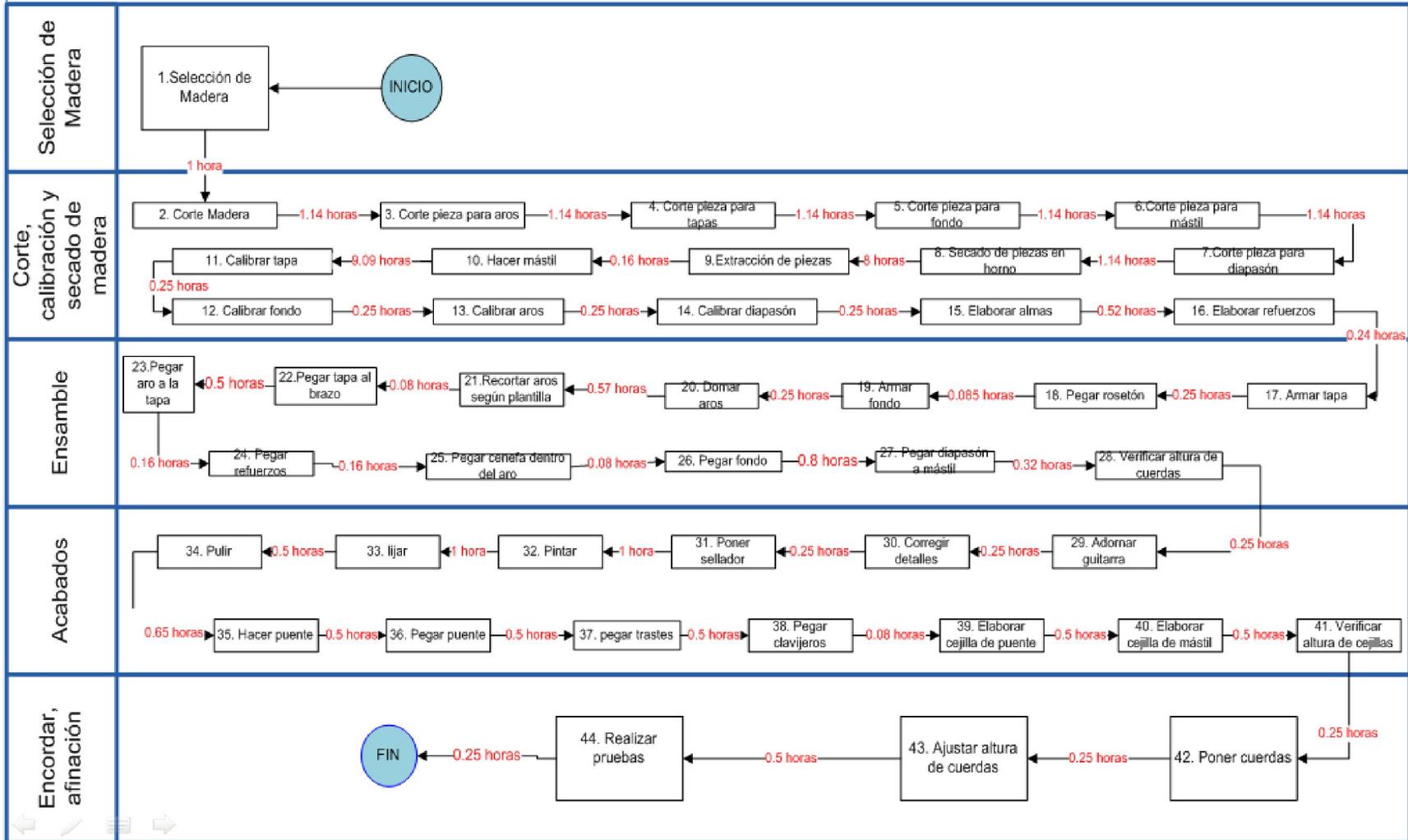
Tras un largo periodo de observación y de preguntas, se logró identificar el proceso completo de elaboración de guitarras en el taller “Zepeda”, con el fin de lograr un mejor análisis y de identificar los tiempos que requiere cada actividad.

A. Diagrama de flujo

A continuación se presentará el diagrama de flujo correspondiente a la fabricación de una guitarra clásica¹⁵:

¹⁵ Ver más información e ilustraciones en ANEXOS: A. Información complementaria al diagrama de flujo, pág. 33

Manufactura de Guitarras, Taller de guitarras Zepeda.



B. Identificar Retraso

Al analizar el diagrama de flujo, se puede determinar que el proceso de elaboración de una guitarra toma 37. 835 horas, asimismo, se logra determinar que la actividad que más tiempo consume es el hacer el mástil de la guitarra, que toma 9.09 hrs. Según la teoría expresada anteriormente en cuanto al uso de las gráficas de procesos, indica que esta herramienta debe de aplicarse a los procesos más tardados del diagrama de flujo; es por esa razón que se detallará el proceso de elaboración del mástil mediante la gráfica de procesos, en busca de oportunidades de mejora.

C. Gráfica de proceso (elaboración del mástil)

Paso núm.	Tiempo (min)	Distancia (pies)	○	⇒	□	D	▽	Descripción del paso
1	15 min	6		X				Emparejar con cepillo la pieza; darle 3 pulgadas de ancho 
2	3 min	---	X					Marcar el largo de que tendrá la cabeza; 20 cm
3	7 min	---	X					Cortar en dos la pieza para obtener cabeza de la guitarra 

Paso núm.	Tiempo (min)	Distancia (pies)	○	➡	□	D	▽	Descripción del paso
4	15 min	---	X					Realizar corte en forma de cuña para darle inclinación a la cabeza de la guitarra 
5	20 min	---	X					Pegar las dos piezas anteriores logrando la inclinación de la cabeza 
6	120 min	---				X		Esperar secado
7	0.5 min	---	X					Marcar centro del mástil (pieza ilustrada en paso 5)
8	10 min	---	X					Marcar ancho y largo que va a tener el mástil mediante una plantilla

Paso núm.	Tiempo (min)	Distancia (pies)	○	➔	□	D	▽	Descripción del paso
9	2 min	10		X				Cortar ancho y largo indicado anteriormente
10	10 min	---	X					Pegar zoque ¹⁶ al mástil
11	120 min	---				X		Esperar secado
12	15 min	5		X				Establecer mediante la máquina "plato de lijar" un ángulo de 90° entre mástil y zoque
13	0.5 min	---	X					Marcar centro del zoque
14	0.5 min	---	X					Marcar 2.5 cm a cada lado del centro del zoque
15	10 min	---	X					Darle forma al zoque 

¹⁶ Zoque: Trozo de madera, previamente elaborado que une un mástil de guitarra con el resto de la guitarra

Paso número.	Tiempo (min)	Distancia (pies)	○	➡	□	D	▽	Descripción del paso
16	15 min	15		X				Hacer corte, de acuerdo a plantilla de guitarra, de donde se van a introducir los aros 
17	30 min	15		X				Darle forma a mástil mediante formón, rayador y sierra "sin fin"; de manera que no quede cuadrado.
18	10 min	---	X					Poner enchape de madera en cabeza de mástil 
19	120 min	---				X		Esperar secado

Paso núm.	Tiempo (min)	Distancia (pies)						Descripción del paso
20	15 min	---	X					Marcar y cortar parte inferior del mástil que permita posteriormente que este se ajuste adecuadamente a la tapa de la guitarra
21	2 min	15		X				Marcar con plantilla donde van clavijeros
22	5 min	6		X				Hacer hoyos de clavijeros

Resumen:

Actividad	Número de pasos	Tiempo (min)	Distancia (pies)
Operación ○	12	101.5	-
Transporte ⇨	7	84	72
Inspección □	-	-	-
Retraso D	3	360	-
Almacenaje ▽	-	-	-

Gracias a este gráfico de procesos y su resumen, se puede determinar que lo que más provoca retrasos al hacer el mástil de la guitarra, son los largos periodos de secado del pegamento.

Asimismo se observa que la cantidad de distancia recorrida para realizar dicho proceso, totaliza 72 pasos.

VIII. Benchmarking en Taller de guitarras “Luis Pilarte”

Al visitar otro taller de guitarras “Luis Pilarte”, ubicada también en Masaya y que es la principal competencia del taller “Zepeda”, se observó que en cuanto a la elaboración del mástil, a esta le toma más tiempo debido a que posee herramientas menos sofisticadas.

IX. Mejoramiento de Procesos:

Utilizando como herramienta el diagrama de flujo y la gráfica de procesos, se logro observar que el proceso más tardado en la elaboración de guitarras es el de la elaboración del mástil (9.09 hrs); este toma un poco más de una jornada de trabajo en el taller “Zepeda” (8hrs); de modo que el proceso de elaboración del mástil concluye a tempranas horas del día siguiente, lo que no contribuye al objetivo de reducir el tiempo de entrega.

Es por esa razón que tras un largo análisis y trabajo investigativo, se idearon las siguientes mejoras en el proceso para lograr el objetivo de reducir tiempos; posteriormente se ilustrará con el formato gráfico de procesos:

1. *Reducir tiempo de secado del pegamento a 30 min:* Como se observó en el gráfico de procesos, los pasos 6, 11, y 19 corresponden al tiempo de secado del pegamento y son los lapsos de tiempo más prolongados en dicho proceso (120 minutos cada lapso). Es por esa razón que se investigó detenidamente el tipo de pegamento utilizado, así como otras opciones de pegamento y si en realidad es necesario respetar dicho periodo de tiempo. Primeramente se investigó que el pegamento utilizado en el taller “Zepeda” para elaborar sus guitarras es el Acetato de Polivinilo (PVA), comúnmente llamado Resistol # 850 para elaborar guitarras, cuyo precio en comparación con otros pegamentos para madera es el más accesible. Se investigó acerca de otros pegamentos para la elaboración de guitarras que garanticen un proceso de secado más rápido tales como el Titebond (Alifático de resina), la cola animal y el “Gorilla Glue” pero estos no resultan prácticos en cuestión de costos. Es por esa razón que se intentó optimizar el tiempo de secado del pegamento utilizado en el taller de guitarras “Zepeda” proponiendo el tiempo mínimo de secado que corresponde a 30 min sin someter la pieza a grandes esfuerzos. Este tiempo mínimo de secado no fue

tomado en cuenta en el taller de guitarras “Zepeda” y exceden el tiempo de secado.

2. *Mantener en mesa de trabajo el cepillo:* En el paso 1, el trabajador se traslada 6 pasos para traer cepillo; para el propósito de reducir tiempo, puede disponerse de dicha herramienta en la canastera de la mesa de trabajo. El hacer dicha canastera requerirá de una pequeña inversión, la cual al largo plazo puede traducirse en ahorro de dinero.
3. *Disponer de una plantilla en mesa de trabajo:* Los pasos 9, 16 y 21 requieren de la utilización de la plantilla de guitarra; por lo tanto se debe de disponer de esa plantilla en la mesa de trabajo. Para dicho propósito se puede contar con la canastera descrita anteriormente que requiere de una pequeña inversión que propone ahorro de tiempo y por lo tanto de dinero. Los pasos mencionados anteriormente suman 40 pasos, los cuales implementando dicha mejora, se eliminarían.

Al poner en práctica dichas mejoras, se obtuvieron los siguientes resultados:

A. Gráfica de proceso (Propuesta de mejora en la elaboración del mástil)

Paso núm.	Tiempo (min)	Distancia (pies)	○	⇒	□	D	▽	Descripción del paso
1	15 min	---	X					Emparejar con cepillo la pieza; darle 3 pulgadas de ancho 
2	3 min	---	X					Marcar el largo de que tendrá la cabeza; 20 cm
3	7 min	---	X					Cortar en dos la pieza para obtener cabeza de la guitarra 

Paso núm.	Tiempo (min)	Distancia (pies)	○	➡	□	D	▽	Descripción del paso
4	15 min	---	X					Realizar corte en forma de cuña para darle inclinación a la cabeza de la guitarra 
5	20 min	---	X					Pegar las dos piezas anteriores logrando la inclinación de la cabeza 
6	30 min	---				X		Esperar secado
7	0.5 min	---	X					Marcar centro del mástil (pieza ilustrada en paso 5)
8	10 min	---	X					Marcar ancho y largo que va a tener el mástil mediante una plantilla

Paso núm.	Tiempo (min)	Distancia (pies)	○	➡	□	D	▽	Descripción del paso
9	2 min	---	X					Cortar ancho y largo indicado anteriormente
10	10 min	---	X					Pegar zoque ¹⁷ al mástil
11	30 min	---				X		Esperar secado
12	15 min	5		X				Establecer mediante la máquina "plato de lijar" un ángulo de 90° entre mástil y zoque
13	0.5 min	---	X					Marcar centro del zoque
14	0.5 min	---	X					Marcar 2.5 cm a cada lado del centro del zoque
15	10 min	---	X					Darle forma al zoque 

¹⁷ Zoque: Trozo de madera, previamente elaborado que une mástil de guitarra con el resto de la guitarra

Paso número.	Tiempo (min)	Distancia (pies)	○	➡	□	D	▽	Descripción del paso
16	15 min	---	X					Hacer corte, de acuerdo a plantilla de guitarra, de donde se van a introducir los aros 
17	30 min	15		X				Darle forma a mástil mediante formón, rayador y sierra "sin fin"; de manera que no quede cuadrado.
18	10 min	---	X					Poner enchape de madera en cabeza del mástil 
19	30 min	---				X		Esperar secado

Paso núm.	Tiempo (min)	Distancia (pies)						Descripción del paso
20	15 min	---	X					Marcar y cortar parte inferior del mástil que permita posteriormente que este se ajuste adecuadamente a la tapa de la guitarra
21	2 min	---	X					Marcar con plantilla donde van clavijeros
22	5 min	6		X				Hacer hoyos de clavijeros

Resumen¹⁸:

Actividad	Número de pasos	Tiempo (min)	Distancia (pies)
Operación ○	16	121.79	-
Transporte ⇨	3	50	26
Inspección □	-	-	-
Retraso D	3	90	-
Almacenaje ▽	-	-	-

Gracias a este gráfico de procesos y su resumen, se pueden ilustrar de una mejor manera, la puesta en práctica de las mejoras propuestas; el tiempo correspondiente a la elaboración del mástil logró reducirse notablemente de 9.09 hrs a 4.4 hrs, asimismo la cantidad de pasos se redujo también; de 72 pasos a 26 pasos. Esta herramienta y su resumen nos indica nuevamente la importancia de analizar detenidamente los procesos, pues es posible encontrar oportunidades de mejoras sencillas que no requieran grandes inversiones de dinero; en este caso el tiempo logró reducirse casi a la mitad y la cantidad de pasos en mucho más de la mitad.

¹⁸ Ver gráficos comparativos entre el antes y después de implementar las mejoras (basándose en los resultados obtenidos en los resúmenes de las gráficas de procesos) en ANEXOS ; pág. 36

X. Calculo de trabajo anual

A. Costo de trabajo anual en el taller de guitarras “Zepeda”

Antes de implementar dicha mejora en el taller “Zepeda”, el costo de trabajo anual era el siguiente:

Costo de trabajo anual= (tiempo para desarrollar el proceso de elaboración de una guitarra, el cual se logró determinar gracias a los tiempos indicados en el diagrama de flujo) (costos variables por hora, los cuales fueron determinados a partir de los costos variables por mes que a través de una entrevista con el propietario se estableció constituyen 2000 U\$, tomando en cuenta que se trabaja de lunes a sábado una jornada de 8 hrs al día: 2000U\$ /26 días hábiles de trabajo por mes/ 8 horas de trabajo)* (número de veces que se realiza el proceso de elaboración de guitarras por año, dato que se logró determinar tomando como referencia la demanda anual de guitarras que es de 48)*

$$\text{Costo de trabajo anual} = (37.835 \text{ hrs}) * (9.6 \text{ U\$}) *(48) = 17, 434. 368 \text{ U\$}$$

B. Costo de trabajo anual en taller de guitarras “Zepeda” implementando propuesta

Tras implementar mejora en taller de guitarras “Zepeda”, su costo de trabajo anual se estima en:

$$\text{Costo de trabajo anual} = (33.145 \text{ hrs}) * (9.6 \text{ U\$}) *(48) = 15, 273. 216 \text{ U\19$

Al comparar ambos costos se logra ilustrar el gran impacto que tiene el analizar detalladamente los procesos, pues se pueden encontrar oportunidades de reducir el tiempo en un proceso utilizando medidas

¹⁹ Ver gráfico comparativo correspondiente al costo de trabajo anual, antes y después de implementar propuesta en ANEXOS, pág. 41

simples. El lograr reducir el tiempo de la actividad que más tiempo consumía en el diagrama de flujo (elaboración del mástil) permitió disminuir el tiempo total de elaboración de una guitarra en más de 4 horas; como consecuencia de ello, también se logró reducir el costo de trabajo anual en 2,161.152 U\$. Esa cantidad es muy significativa en negocios pequeños como este. Dicho dinero podría invertirse además, en maquinaria que facilite el trabajo reduciendo aún más el tiempo y esfuerzo de los trabajadores, por mencionar ejemplos.

XI. Prueba de hipótesis

La hipótesis es aceptada debido a que se logró mediante la aplicación de herramientas de optimización de procesos, determinar oportunidades de mejorar el rendimiento del taller de guitarras “Zepeda”. Herramientas tales como el diagrama de flujo y el gráfico de procesos, permitió analizar en detalle los procesos y reducir notablemente tiempo y costo de trabajo anual. Este último logró reducirse sin exigir grandes cantidades de inversión.

XII. Conclusiones

Mediante herramientas de mejoramiento de procesos se logró determinar que existen oportunidades en el proceso de elaboración de guitarras clásicas en taller “Zepeda” para mejorar el rendimiento a través de la reducción de desperdicio de tiempo y por ende la reducción de costo de trabajo anual, el cual era el objetivo de estudio.

El proceso que más consumía tiempo que correspondía a la elaboración del mástil, logró reducirse en casi la mitad, reduciendo el tiempo total de elaboración de una guitarra y por ende, la reducción del costo de trabajo anual sin incurrir a grandes inversiones. Esta mejora permite además terminar el mástil de la guitarra en un solo día, y en el mejor de los casos el lograr hacer dos mástiles por día, lo que permitirá reducir considerablemente los tiempos de entrega y permitirá aumentar satisfacción del cliente. La mayoría de las ventas realizadas en el negocio “Zepeda” son por parte de clientes extranjeros; muchas veces su corta estadía no les permite comprar una guitarra debido a los largos tiempos de entrega. Esa situación podría mejorarse notablemente una vez habiendo implementado las mejoras propuestas.

Asimismo, gracias al ahorro propuesto de 2,161.152 U\$ correspondiente al costo de trabajo anual, puede invertirse en maquinaria que facilite trabajo y esfuerzo de los trabajadores o cualquier otra inversión que considere necesaria el propietario. Dicha inversión permite una mayor satisfacción por parte del cliente lo cual podría mejorar considerablemente las ventas.

XIII. Recomendaciones

- Para que esta propuesta de mejora se lleve a cabo correctamente, debe de establecerse la disciplina de dejar herramientas en lugares propuestos para no desperdiciar tiempo buscando herramientas.
- En lugar de tener posters ajenos a las actividades realizadas en el trabajo, se deberían de establecer posters con frases motivadoras que inviten y motiven más a los trabajadores a esforzarse y superarse en su trabajo diario.
- El propietario del taller “Zepeda”, debería de invertir algunos minutos cada semana o realizar de vez en cuando actividades, para recordarle a los trabajadores del lugar, la importancia de su trabajo.
- Poner música de guitarra a trabajadores para que estos se motiven, se fomente su concentración y les permita tomar conciencia del importante labor que desempeñan haciendo posible que se pueda escuchar esa música.
- Invertir en uniformes para los trabajadores que les permita el sentirse motivados y parte de un equipo.
- Aprovechar las redes sociales gratuitas como Facebook y Twitter que permite interactuar con clientes y crear clientes potenciales. Asimismo mostrar productos, ofertas, etc. Además de mejorar la comunicación con clientes, se obtiene retroalimentación que permite nutrir positivamente al negocio.
- Crear catálogo de trabajos hechos para demostrar la calidad del producto.

XIV. Anexos

A. Información complementaria al diagrama de flujo:

- Las actividades número 15 y 16 del diagrama de flujo, corresponden a la elaboración de las almas y refuerzos, los cuales le brindan más soporte a la tapa y fondo de la guitarra:



- La actividad número 20 del diagrama de flujo corresponde a el domado de aros, que consiste en darle la forma curva a la guitarra mediante un tubo caliente



- En la actividad número 21 se menciona el término “plantilla”, las cuales facilitan el proceso de elaboración de guitarras debido a que son moldes de distintas partes de la guitarra. Ejemplo de estas son las siguientes:



Plantilla de tapa y fondo



plantilla de la cabeza

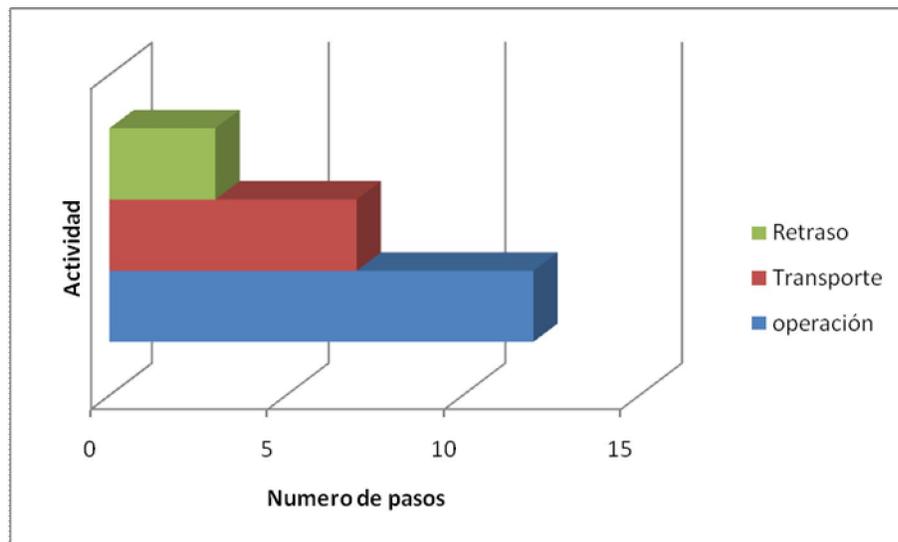
- En la actividad número 25 del diagrama de flujo se menciona la palabra “cenefa” la cual es otro tipo de refuerzo de la guitarra, ubicada alrededor de los aros.
- La actividad número 29 del diagrama de flujo consiste en adornar la guitarra. Este se refiere a adornar mediante “filetes” (que son pequeños hilos de madera) el fondo o tapa de la guitarra según especificaciones del cliente:



- La actividad número 31 del diagrama de flujo corresponde a poner sellador; esto se realiza con el fin de sellar los poros de la madera y evitar así que se escape sonido.

B. Gráficos comparativos entre el antes y después de implementar mejoras basándose en resultados obtenidos en los resúmenes de las gráficas de procesos:

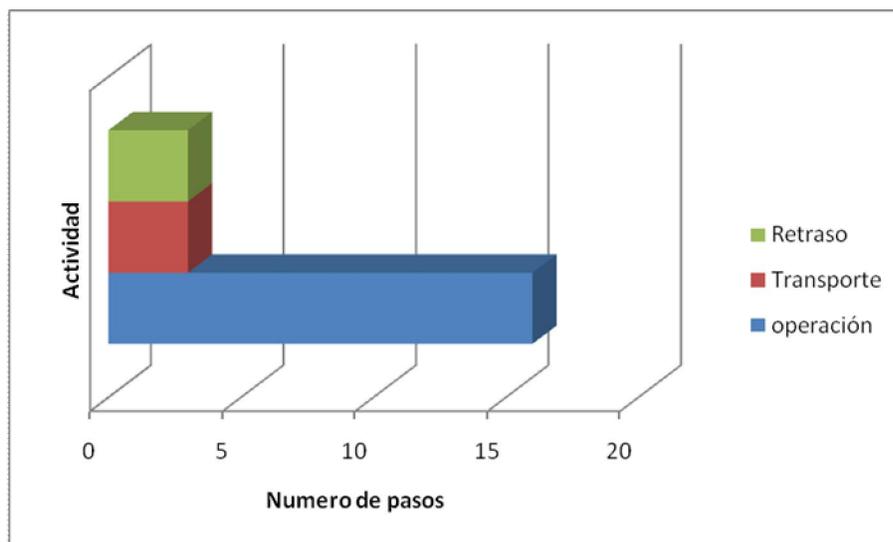
1. Actividades y numero de pasos (antes)



Fuente: Elaboración propia

Nótese que el número de pasos hace referencia a la cantidad de veces que se efectúa cada actividad.

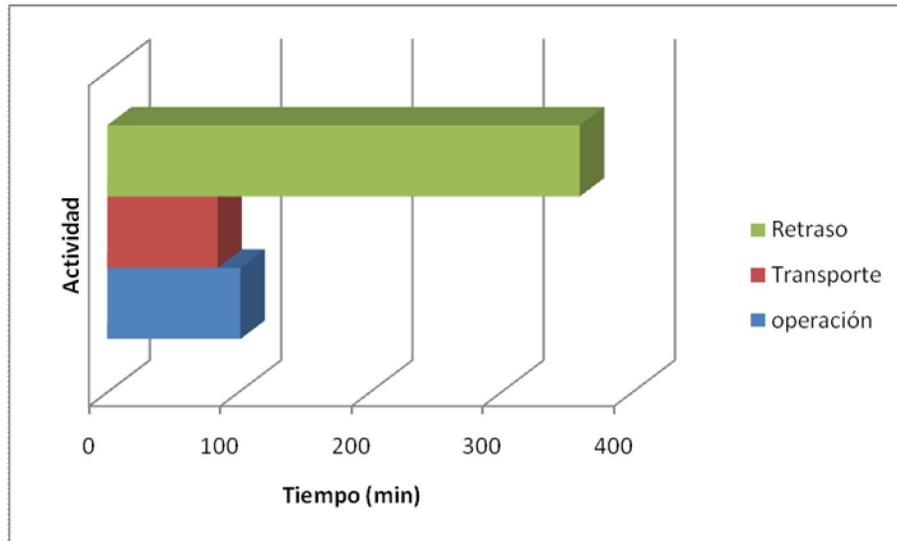
2. Actividades y numero de pasos (después)



Fuente: Elaboración propia

Tras implementar mejoras en la elaboración del mástil, la cantidad de pasos efectuados no se redujo, únicamente sufrieron cambios la cantidad de veces que se efectúa cada actividad. La cantidad de veces que se realizaban actividades correspondientes a “retraso” y “transporte” disminuyó; en cambio, la cantidad de “operaciones” aumentó notablemente.

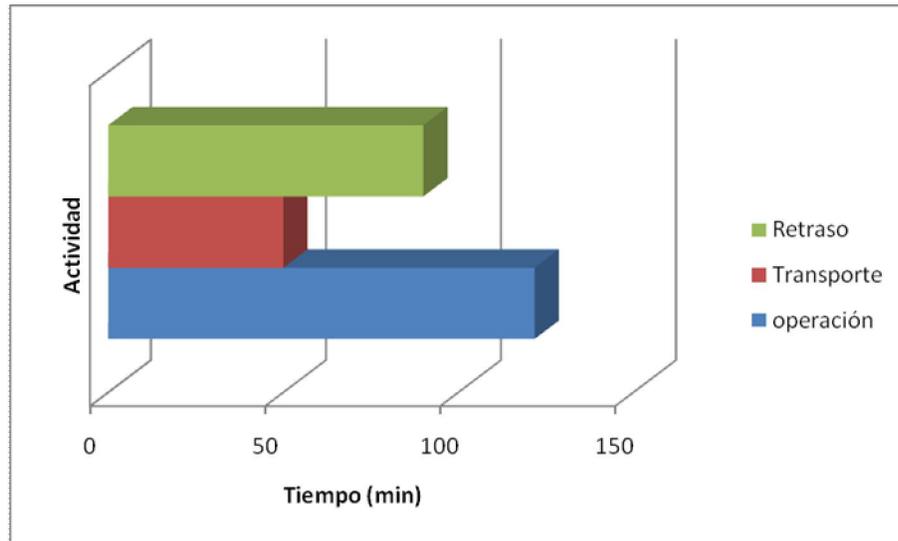
3. Actividades y tiempo (antes)



Fuente: Elaboración propia

Antes de implementar mejoras en la elaboración del mástil, la cantidad de tiempo correspondiente a la actividad “retraso” constituía un tiempo total de 360 min (tal como se muestra en el gráfico anterior), la actividad de “transporte” consumía 84 min y la actividad de operaciones 101.5 min.

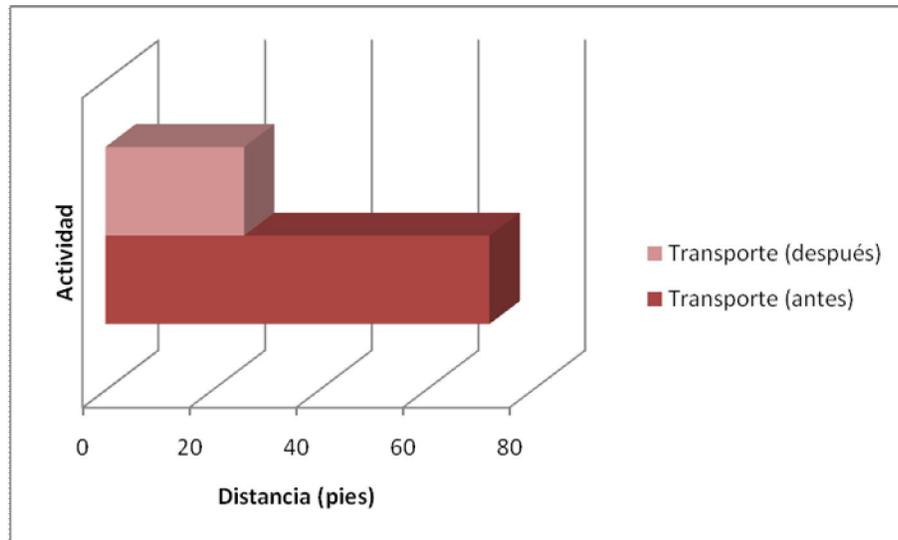
4. Actividades y tiempo (después)



Fuente: Elaboración propia

Tras implementar mejoras en la elaboración del mástil la actividad correspondiente a “retraso” logró disminuir notablemente de 360 min a 90 min; esto gracias a la reducción en cuanto al tiempo de secado del pegamento. Asimismo, gracias a la inversión de una canastera en la mesa de trabajo se logró reducir el tiempo correspondiente a actividades de “transporte” que eran consecuencia del traslado del operador a traer herramientas de trabajo tales como plantillas y cepillo; dichas actividades sufrieron un cambio de 84 min a 50 min. Debido a que las mejoras propuestas aumentaron el número de actividades correspondientes a “operación”, el tiempo de dichas actividades aumenta también, pero dicho aumento es mínimo comparado con la reducción de tiempo correspondiente a las actividades de “retraso” y “transporte”.

5. Actividades de transporte y distancia recorrida (pies) antes y después

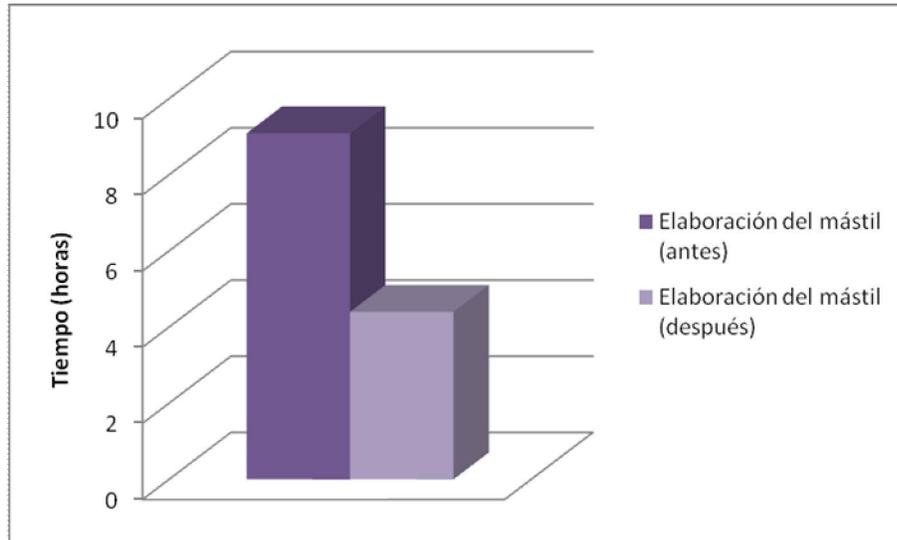


Fuente: Elaboración propia

Este gráfico ilustra de una mejor manera cómo la simple y pequeña inversión de una canastera bajo la mesa del trabajador puede reducir notablemente la distancia recorrida por el trabajador, apoyando así el objetivo de reducir tiempo para realizar entrega de pedidos en menos tiempo. Tras implementar mejoras, se logró reducir notablemente la cantidad de pasos efectuados por el trabajador; de 72 pasos a 26 pasos.

C. Gráficos comparativos correspondientes al costo de trabajo anual, antes y después de implementar propuesta.

1. Tiempo de elaboración del mástil antes y después

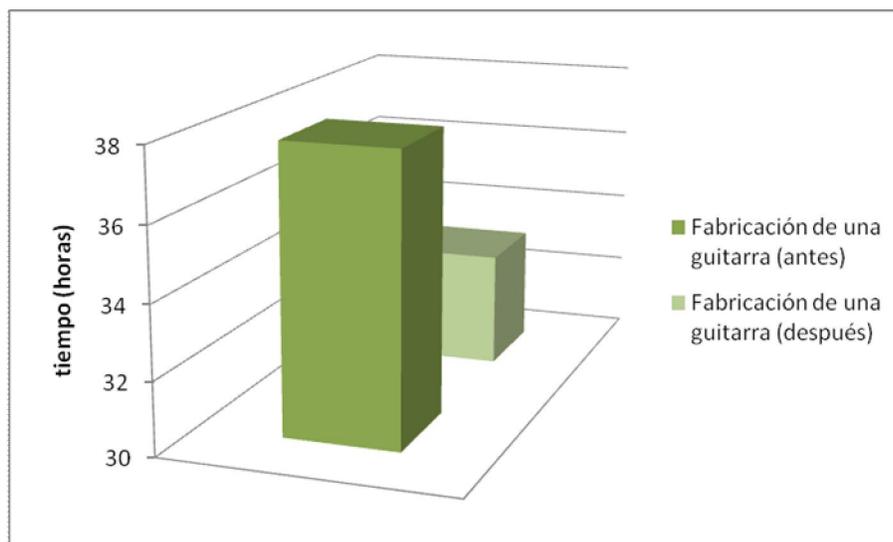


Fuente: Elaboración propia

Para lograr disminuir el costo anual significativamente, fue fundamental el lograr una notable reducción de tiempo en la elaboración del mástil, actividad que más tiempo consumía en el diagrama de flujo.

Es entonces a través de este gráfico que se ilustra cómo gracias las mejoras propuestas, logró reducirse el tiempo de elaboración del mástil en más de la mitad, permitiendo de esta forma obtener un menor tiempo para elaboración de una guitarra.

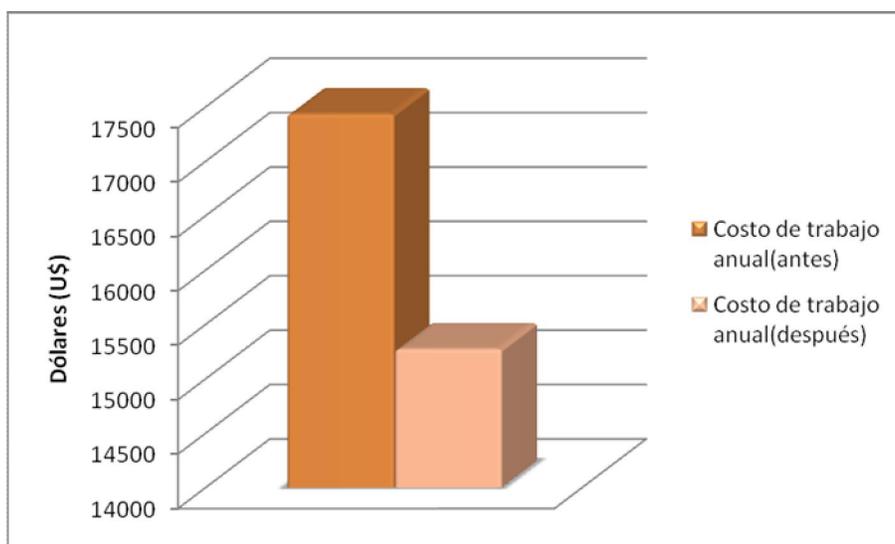
2. Tiempo de fabricación de una guitarra antes y después



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se demuestra lo antes mencionado; gracias a las mejoras propuestas en la elaboración del mástil, el tiempo de fabricación de una guitarra se realiza 4.69 horas antes, es decir de 37.835 horas a 33.145 horas. Esto permitió que al calcular el costo de trabajo anual, este lograra reducirse notablemente.

3. Costo de trabajo anual antes y después



Fuente: Elaboración propia

Dicha reducción de costo constituye un ahorro de 2,161.152 U\$ como se muestra en el gráfico y da paso a que se logre invertir en el negocio ya sea en maquinaria, en actividades para motivar a trabajadores (capacitaciones, uniformes) o cualquier otra inversión que el propietario encuentre conveniente.

XIV. Bibliografía

- Libro “Administración de operaciones”, quinta edición; autores: Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman
- <http://www.crecenegocios.com/la-contabilidad-de-costos/10>
- <http://www.microsoft.com/business/smb/es-es/marketing/benchmarking.msp>
- <http://usuarios.multimania.es/lawebdeoscarlopez/gifsyfo/partes1.gif>