



Plan de mejora de productividad de la línea de montaje de mobiliario de oficina. Definición de estándares de trabajo

MEMORIA PRESENTADA POR:

Erick Mateo Ponce Orellana

MASTER DE INGENIERIA DE ORGANIZACIÓN Y LOGISTICA

Convocatoria de defensa: Septiembre 2019

Directora: Dra. Francisca Sempere Ripoll

Alcoy, Julio de 2019



Justificación

El trabajo final de master es válido para la obtención de título de Master Universitario en Ingeniería de Organización y Logística. El TFM se realizó bajo el formato de realización de prácticas de empresas en la empresa PEREZ Cerda, del sector de inyección de plástico y montaje de mobiliario de oficina, ubicada en Castalla.

El trabajo responde a la necesidad de mejora y optimización de proceso de montaje de sillas luego de realizar un análisis en los diferentes áreas que conforman esta zona de montaje de sillas con el fin de poder elevar la productividad y rendimiento de los operarios mejorando los puestos de trabajo realizando estándares por cada puesto de trabajo .



Resumen

La zona de montaje de sillas está compuesta por 3 secciones por cada modelo de silla en esta zona de montaje de sillas hay actualmente dos modelos que se montan, las secciones que lo conforman son grapado, prensado y montaje sillas.

El trabajo final de master se enfoca en optimizar la productividad se cada sección reduciendo los desperdicios que aparecen en el proceso, de modo que se pueda aumentar las sillas por hora que se produzcan, mejorar el rendimiento de los operarios así como asegurar la calidad en cada sección mencionada; también se considera estandarizar las actividades realizadas en cada sección para que en los diferentes estaciones de montaje se realice de la misma forma asegurando así un proceso de montaje eficiente y una calidad adecuada.



Abstract

The assembly area of chairs is composed of 3 sections for each model of chair in this area of chairs there are currently two models that are assembled, the sections that conform are, the pressing and the assembly of chairs.

The final work of the teacher focuses on optimizing productivity in each section are reduced in the waste that appears in the process, in the way that you can increase the chairs at the time that occurs, improve the performance of operators as well as ensure the quality in each section mentioned; It is also necessary to standardize the activities in each section so that in the different assembly stations in the same way ensuring an efficient assembly process and an adequate quality.



Resum

La zona de muntatge de cadires està composta per 3 seccions per cada model de cadira en esta zona de muntatge de cadires hi ha actualment dos models que es munten, les seccions que ho conformen són grapat, premsat i muntatge cadires.

El treball final de màster s'enfoca a optimitzar la productivitat es cada secció reduint els desperdicis que apareixen en el procés, de manera que es puga augmentar les cadires per hora que es produïsqnen, millorar el rendiment dels operaris així com assegurar la qualitat en cada secció mencionada; també es considera estandarditzar les activitats realitzades en cada secció perquè en els diferents estacions de muntatge es realitze de la mateixa manera assegurant així un procés de muntatge eficient i una qualitat adequada



Contenido

1. Introducción	10
2. Estado del arte	11
3. Objetivos	23
4. Descripción del proceso de montaje	24
5. Sección de grapado	27
5.1 Estado inicial del área:	27
5.2 Identificación de desperdicios sección grapado.	32
5.3 Evolución de propuestas de mejora	34
5.3.1 Primera propuesta de mejora.....	34
5.3.2 Segunda Propuesta de mejora.....	38
5.3 Comparación y Conclusión sección de grapado	44
5.4 Estandarización sección de grapado	46
6. Sección de prensado	47
6.1 Estado inicial del área	47
6.2 Identificación de desperdicios	52
6.3 Evolución de propuestas de mejora	52
6.3.1 Primera propuesta de mejora.....	53
6.3.2 Segunda Propuesta de mejora.....	58
6.4 Comparación y Conclusión sección de prensado	62
6.5 Estandarización sección prensado	64
7 Sección montaje	65
7.1 Estado inicial del área	65
7.2 Identificación de desperdicios	71
7.3 Evolución de propuestas de mejora	72
7.3.1 Primera propuesta de mejora.....	72
7.3.2 Segunda Propuesta de mejora.....	77
7.4 Comparación y Conclusión sección de montaje	82
7.5 Estandarización sección montaje	85
8. Líneas futuras	86
9. Conclusiones finales	87
10. Bibliografía	88
11. Anexos	89



Tabla 1: Escala Bedaux	20
Tabla 2: Coeficiente de descanso	21
Tabla 3: Tiempos grapado inicial.....	31
Tabla 4: Actividades operario 2 mejora 2.....	40
Tabla 5: Actividades operario 2 propuesta 2	41
Tabla 6: Tiempos operario 1 propuesta 2 grapado	42
Tabla 7: Tiempos operario 2 propuesta 2 grapado	43
Tabla 8: Tiempo inicial prensado	51
Tabla 9: Actividades operario 1 propuesta 1 prensado	55
Tabla 10: Actividades operario 2 propuesta 1 prensado	55
Tabla 11: Tiempos operario 1 propuesta1 prensado	56
Tabla 12: Tiempos operario 2 propuesta 1 prensado	57
Tabla 13: Tiempos propuesta 2 prensado.....	61
Tabla 14: Actividades operario 1 montaje inicial	68
Tabla 15: Actividades operario 2 montaje	68
Tabla 16: Tiempos montaje.....	70
Tabla 17: Actividades operario 1 propuesta 1	74
Tabla 18: Actividades operario 2 propuesta 1	75
Tabla 19: Actividades operario 3 propuesta 1	75
Tabla 20: Actividades operario 4 propuesta 1	75
Tabla 21: Tiempos propuesta 1.....	76
Tabla 22: Actividades operario 1 propuesta 2 montaje	80
Tabla 23: Actividades operario 2 propuesta 2 montaje	80
Tabla 24: Tiempos propuesta 2 montaje	81



Ilustración 1: Distribución inicial nave	25
Ilustración 2: Distribución ubicación final	26
Ilustración 3: Ubicación inicial sección grapado	28
Ilustración 4: Desplazamiento inicial sección grapado	29
Ilustración 5: Acumulación de inventario	33
Ilustración 6: ubicación inicial sección grapado	33
Ilustración 7: Distribución propuesta 1 grapado	35
Ilustración 8: desplazamiento propuesta grapado 1	36
Ilustración 9: Tiempos propuesta mejora 1	37
Ilustración 10: Ubicación real de propuesta mejorada 2	39
Ilustración 11: distribución propuesta de mejora 2	39
Ilustración 12: Desplazamiento propuesta de mejora 2	40
Ilustración 13: Posición final sección grapado	46
Ilustración 14: Ubicación inicial prensado	48
Ilustración 15: Desplazamiento inicial prensado	49
Ilustración 16: Ubicación real prensado	49
Ilustración 17: Distribución propuesta 1	54
Ilustración 18: Desplazamiento operarios propuesta 1	54
Ilustración 19: Ubicación prensado propuesta 2	59
Ilustración 20: Desplazamiento operario propuesta 2	59
Ilustración 21: Actividades operario propuesta 2	60
Ilustración 22: Ubicación inicial montaje	66
Ilustración 23: Desplazamiento operario montaje inicial	67
Ilustración 24: Ubicación montaje propuesta 1	73
Ilustración 25: Desplazamiento operarios propuesta 1	74
Ilustración 26: Reubicación tornillería montaje	77
Ilustración 27: bandejas para piezas propuesta 2	78
Ilustración 28: Ubicación propuesta 2	79
Ilustración 29: Desplazamiento propuesta 2	80
Ilustración 30: ubicación final propuesta 2 montaje	83



Resultados 1: Comparación valor punto grapado.....	44
Resultados 2: Comparación tiempos grapado	45
Resultados 3: Comparación productividad grapado	45
Resultados 4: Comparación valor punto prensado	63
Resultados 5: Comparación tiempos prensado	63
Resultados 6: Comparación productividad prensado	64
Resultados 7: Comparación tiempos montaje	82
Resultados 8: Comparación valor punto montaje	84
Resultados 9: Comparación productividad montaje.....	84



1. Introducción

El estudio se realizó en la empresa Perez Cerdá una empresa ubicada en Castalla la cual se dedica a la inyección de plástico en diferentes sectores como el mueble, accesorios para el hogar, complementos de hostelería, industria juguetera, agricultura, maquinaria pesada, automóvil, construcción, complementos de oficina y según sea la necesidad del cliente así como también se dedica a montaje de las piezas inyectadas en la fábrica.

Cuentan con 60 máquinas de inyección, con capacidad entre 20 y 1700 Tm en la fábrica se trabaja tanto los polipropilenos y polietilenos destinados al consumo doméstico como los materiales técnicos que exige la industria contemporánea: poliamidas, ABS, policarbonatos. Se realiza trabajos de extrusión, soplado, inyección simple, bi-inyección, IML para poder dar servicio a la mayoría de clientes y sectores, se realizan piezas de todos los tamaños, desde 1 gr hasta 10 kg.

Para poder realizar una pieza o trabajo se hace un estudio de ingeniería en el que se desarrolla la pieza para adaptar a las necesidades del cliente empezando el trabajo desde el área de I+D, esto puede incluir en muchos casos la elaboración de prototipos para conseguir un modelo de producción seriado perfecto, luego se hace un análisis productivo para la toma de decisiones en cuanto a material, rendimiento, rentabilidad y colores.

Posteriormente se realiza un test de inyección, si la pieza inyectada lo requiere, se realizan varias pruebas de inyección para testear aspectos concretos como tolerancias y resistencias.

También se tiene una área de montajes y pre montajes, posteriormente de ser inyectadas las piezas de plásticos se montan con los demás componentes que correspondan pudiendo ser a pie de maquina o en la zona de montaje ,entregando productos finales al cliente cumpliendo todos los estándares de calidad, trazabilidad y dejando la menor huella posible por la actividad industrial mediante innovaciones para respetar el medio ambiente, minimizando residuos es por ellos que cuenta con certificado de Gestión Ambiental ISO 14001.



2. Estado del arte

Lean manufacturing

Es un conjunto de técnicas desarrolladas por la Compañía Toyota que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño. El objetivo es minimizar el desperdicio. Este conjunto de técnicas incluye el Justo A Tiempo, pero se comercializó con otro concepto, con el de minimizar inventarios, y no es ese el objetivo, es una técnica de reducción de desperdicios, ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transporte, almacenajes, maquinaria y hasta personas. Otras herramientas que utiliza el Lean Manufacturing son el Kaizen (mejoramiento continuo) y el PokaYoke (a prueba de fallos). Estas técnicas se están utilizando para la optimización de todas las operaciones, no solo inventarios, para obtener tiempos de reacción más cortos, mejor atención, servicio al cliente, mejor calidad y costos más bajos. Al disminuir los desperdicios, se incrementa la productividad.

En un segundo enfoque, se considera el “flujo de Producción” (mura) a través del sistema y no hacia la reducción de desperdicios. Algunas técnicas para mejorar el flujo son la producción nivelada (reducción de muri), kanban o la tabla de heijunka. La diferencia entre estos dos enfoques, no es el objetivo, sino la forma en cómo alcanzarlo. La implementación de un flujo de producción deja al descubierto problemas de calidad, los cuales siempre han existido y entonces la reducción del desperdicio se tendría que dar como una consecuencia, la ventaja de éste es que su propuesta está basada desde una perspectiva de todo el sistema, mientras que el de reducción de desperdicios la asume por concepto.

Aunque por el contrario el enfoque de las herramientas es necesario en áreas donde el flujo no puede ser completamente implementado. La decisión de qué enfoque usar depende de cuáles son los problemas más fuertes de nuestra organización y como está diseñada.

Este sistema, en general se caracteriza porque emplea personal capacitado, los cuales son agrupados en equipos donde son tratados con respeto, se les asignan responsabilidades, tienen derecho a proponer mejoras, autoridad de detener la producción en caso de detectar algún error, se enfocan en obtener productos de alta calidad, bajo coste de producción y variedad en el producto enfocados en las necesidades de los clientes, establecen relaciones de larga duración con proveedores y clientes, logran cortos tiempos de fabricación del producto y buscan la mejora continua.

Aparte del área de producción, hay 4 elementos importantes que se deben coordinar y mejorar para que todo el sistema trabaje a la perfección: el diseño e ingeniería del producto, la cadena de suministro, la demanda y el cliente. El área de diseño se fundamenta en el trabajo de equipos formados por miembros de diferentes departamentos, guiados por líderes con experiencia, donde la comunicación tiene un



CAMPUS D'ALCOI

peso importante y, todos los miembros tienen que estar de acuerdo con todas las decisiones tomadas, de modo que los conflictos se hagan al inicio del proyecto y no después.

Una empresa necesita tener una buena coordinación en su cadena de suministro para poder tener todo el material a tiempo con buena calidad y bajos precios. Lean organiza los proveedores en niveles funcionales. Cada nivel tiene unas responsabilidades. Por ejemplo los proveedores de primer nivel son parte integral del diseño y desarrollo de un nuevo producto. Estos a su vez deben buscarse proveedores de segundo nivel que le suplan las partes necesarias. Para Lean lo más importante es el cliente, de nada vale fabricar de la manera más eficiente un producto que el cliente no quiere. Es por esto por lo que las empresas deben adaptarse a las demandas cambiantes de los clientes. Toyota integró a los centros de ventas y a los clientes en los procesos de la fábrica, creando relaciones de largo plazo. A los centros de ventas los vinculó con el sistema de producción, para que sean ellos quienes determinen la cantidad a producir, y a los clientes los involucró en el proceso de diseño y desarrollo del producto.

Implementar Lean Manufacturing no es simplemente poner en práctica unas cuantas técnicas para mejorar los procesos. Comprende un cambio en el pensamiento de toda la empresa, desde la materia prima al producto terminado, de la orden a la entrega y desde la idea a la concepción. Hay 5 principios que sirven de guía para cambiar de sistema de producción a Lean (Womack, et al., 2003). Definir el valor del producto, identificar el flujo del valor, hacer que el valor fluya sin interrupciones, dejar que sea el cliente quien hale el producto, y perseguir la perfección.

Trabajo Estandarizado

En cualquier empresa trabajan muchas personas desde el diseño, hasta la producción, por consiguiente, ¿Cómo sería el resultado si cada persona en cada área, trabajara de diferente modo? Por ejemplo, si el método de operación fuese diferente entre cada uno de los turnos. Posiblemente se presentarían los siguientes casos:

- Se producen diferentes defectos por cada uno de los miembros
- Se dificulta conocer la causa de las fallas de la operación
- La mejora de la operación se hace problemática dado que cada quien realiza la operación a su forma de pensar
- Se realizan actos inseguros por cada uno de los miembros
- Se dificulta la capacitación y el entrenamiento del personal
- Se generan retrasos entre operaciones que se reflejan en el incumplimiento de las entregas de la producción al siguiente proceso
- Se incrementan los costos por daños en el producto por malas prácticas en la operación.

Así, no es posible producir buenos productos, a menor costo y entregarlos oportunamente al cliente. De ahí la necesidad de ciertas reglas que rijan los trabajos de



CAMPUS D'ALCOI

cada uno de los miembros, para poder dar los resultados que espera la compañía y sobre todo el cliente.

El aplicar esto en la organización se definiría como la estandarización de las operaciones en producción, es decir las hojas de operación estándar. Una hoja de operación estándar es el método de trabajo por el cual se elimina la variación, desperdicio y el desequilibrio, realizando las operaciones con mayor facilidad, rapidez y menor costo teniendo siempre como prioridad la seguridad, asegurando la plena satisfacción de los clientes; hacer siempre lo mismo de la misma manera.

Además de obtener algunos de los siguientes beneficios:

1. Calidad. Disminuyen los defectos, manteniéndose un mismo nivel de calidad. Se facilita el mejoramiento de la operación a través de la observación diaria. Facilita aclarar las fallas de la operación.
2. Costo. Se puede observar y eliminar la variación, del desperdicio y desequilibrio de las operaciones. Facilita la elaboración de balanceos de cargas de trabajo. Se eliminan los faltantes ocasionados por la mano de obra. Se reducen los costos por material dañado. Permite el mejoramiento de la productividad al conservar los niveles de calidad. Simplifica el aprendizaje del personal.
3. Cumplimiento. Se asegura la entrega de la producción al siguiente proceso. Con la eliminación de faltantes y defectos, se garantiza el flujo de la producción
4. Seguridad. Disminuye los accidentes, minimizando los actos inseguros.
5. Otros. Simplifica el aprendizaje del personal.

La operación estándar debe de incluir todos los requisitos importantes dentro de la organización e incluirlos para que estos se realicen de forma sistemática.

1. Base para el establecimiento de la operación estándar. La operación estándar debe de ser establecida incluyendo las siguientes normas indispensables para su ejecución :
 - En los equipos - condiciones de corte, condiciones de uso, etc.
 - En los materiales - dureza, resistencia, tipo de material, forma, etc.
 - En las operaciones - secuencia, medidas, norma de inspección, tiempo estándar, etc.
2. Unidad de establecimiento. Las operaciones estándar se establecen para cada operación unitaria, por cada parte, por cada máquina y por cada proceso.
3. Alcance de establecimiento. La operación estándar no incluye solo las operaciones principales, sino también las relacionadas que son necesarias para realizar las operaciones principales en otras palabras, todas las operaciones deben ser estandarizadas.
4. Los cuatro elementos de la operación estándar.



CAMPUS D'ALCOI

Las operaciones estándar son el mejor método para realizar una operación, la cual se debe considerar una norma básica (ley) que los operadores deben respetar. A continuación se describen los cuatro elementos de la operación estándar:

- a) Carga de trabajo (tiempo de la operación). La hoja de operación estándar muestra la carga de trabajo que el supervisor quiere asignar a cada uno de los subordinados. El supervisor debe definir el tiempo objetivo de cada operación unitaria, a través de su realización por un operador promedio. Ya teniendo un tiempo para cada operación unitaria, deberá distribuir la carga de trabajo entre todos los operadores, de manera que el tiempo total de trabajo de cada uno de ellos, quede dentro del tiempo tecto de producción. En base a estas cargas de trabajo, el supervisor debe observar lo siguiente: ¿Cumple con el tiempo de producción? ¿Esta sobre produciendo? ¿Hay atraso en la producción?
- b) Secuencia de operación. El supervisor debe clarificar la secuencia de operación y la ruta de desplazamientos, por ejemplo la secuencia de ensamble de las partes, la carga de partes a una máquina, etc.
- c) Nivel de inventarios. ¿Por qué es necesario establecer el nivel de inventario estándar? Porque en algunas áreas, como en maquinado donde se realiza una producción por lote se genera material en proceso, por lo que al establecer el nivel de inventario estándar es fácil identificar problemas como el exceso de producción o falta de material.
- d) Puntos críticos. El cuarto elemento de la operación estándar son los puntos críticos. Con ellos se consigue la calidad, facilidad y seguridad en la operación.

Para poder lograr estos resultados se debe considerar el ingenio y la intuición para definirlos. Es importante clarificar los puntos críticos de la operación, para después enseñarla a los operadores y hacer que las respeten, y así poder tener el mismo nivel de habilidad. En la operación que no se respeten los puntos críticos, no solo afectara la calidad y seguridad, también generará atrasos en la operación, y otros problemas.

5. Forma para establecer la operación estándar. Es muy importante establecer la operación estándar, enseñarla, y hacer que se respete. También es importante disminuir la variación de la calidad y mejorar la productividad, sin embargo hay operaciones que no son fáciles de establecer debido a sus características, por lo que es importante estandarizarlas buscando la forma más adecuada para su área de trabajo.



Indicadores

Las métricas de Lean monitorean el progreso de un plan de mejora continua y proveen información sobre cada situación. Estos deben ser mostrados o visibles a todo el personal. Entre las métricas de Lean están: entrega a tiempo, utilización del espacio, tiempo de entrega, tiempo de ciclo, productividad, rendimiento, etc.

Esto permite a la empresa revisar su información periódicamente de modo que puede saber y tomar decisiones sobre resultados obtenidos con la intención de mejorar continuamente, estas decisiones son tomadas en base a datos, permitiendo a la empresa mantener una mejora continua y evitar cometer los mismos errores por más de una vez, es de ahí donde nace la frase si no se mide, no se controla y si no se controla no se mejora.

Mejora continua y KAIZEN.

La mejora continua se basa en la lucha persistente contra el desperdicio. El pilar fundamental para ganar esta batalla es el trabajo en equipo bajo lo que se ha denominado espíritu KAIZEN. KAIZEN significa “cambio para mejorar”, deriva de las palabras KAI-cambio y ZEN bueno. Es el cambio de actitud de las personas hacia la mejora y hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito.

Es una manera de dirigir a las empresas que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas. Al leer su significado puede parecer muy sencillo pero en la mayoría de las veces la aplicación en el entorno empresarial resulta complicado si no hay un cambio de pensamiento y organización radical que permanezca a lo largo del tiempo. Los antecedentes de la mejora continua se encuentran en las aportaciones de Deming y Juran en materia de calidad y control estadístico de procesos, que para los nuevos planteamientos de Ishikawa, Imai y Ohno quienes incidieron en la importancia de la participación de los operarios en grupos o equipos de trabajo, enfocada a la resolución de problemas y la potenciación de la responsabilidad personal, fue que a partir de estas iniciativas, KAIZEN se ha considerado como un elemento clave para la competitividad y el éxito de las empresas japonesas.

Debido a esto el espíritu de mejora continua se refleja en la frase “siempre hay un método mejor” y consiste en un progreso, paso a paso, con pequeñas innovaciones y mejoras, realizado por todos los empleados, incluyendo a los directivos, que se van acumulando y que conducen a una garantía de calidad, una reducción de costes y entrega al cliente de la cantidad correcta en el plazo fijado. No obstante el pensamiento KAIZEN presenta inconvenientes y dificultades que, en la mayoría de los casos, tienen que ver con el cambio de mentalidad de directivos y resto del personal. En este sentido conviene revisar el pensamiento de Nicolás Maquiavelo quien decía que: “No hay nada más difícil que planificar, ni más peligroso que gestionar, ni menos probabilidad de tener éxito que la creación de una nueva manera de hacer las cosas, ya que el reformador tiene grandes enemigos en todos aquellos que se beneficiarán de lo antiguo y solamente un tibio apoyo



CAMPUS D'ALCOI

de los que ganarán con lo nuevo” Claro está que el capital más importante de las empresas son las personas, y son los operarios quienes están en contacto parmente con el medio de trabajo y son los mejor situados para percibir la existencia de un problema, en el que en muchas ocasiones son ellos los capacitados para imaginar las soluciones de mejora.

Ante estas consideraciones es lógico concluir que la mejora continua es el pilar básico del éxito del modelo creado en Japón y es un factor fundamental a la hora de conseguir los beneficios de implantación de cualquier herramienta Lean Manufacturing sean persistentes en el tiempo, para la cual se conocen diez puntos clave del espíritu KAIZEN:

1. Abandonar las ideas fijas, rechazar el estado actual de las cosas.
2. En lugar de explicar lo que no se puede hacer, reflexionar sobre cómo hacerlo.
3. Realizar inmediatamente las buenas propuestas de mejora.
4. No buscar la perfección, ganar el 60% desde ahora.
5. Corregir un error inmediatamente e in situ (en ese preciso momento).
6. Encontrar las ideas en la dificultad.
7. Buscar la causa raíz, plantearse los 5 porqués y buscar la solución.
8. Tener en cuenta las ideas de diez personas en lugar de esperar la idea genial de una sola.
9. Probar y después validar.
10. La mejora es infinita.

El uso de las técnicas LEAN se domina en la práctica y pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada uso, además deber ser objeto de un diagnóstico previo que establezca la hoja de ruta idónea. Debido a que el número de técnicas es muy elevado, los expertos en la materia no se ponen de acuerdo a la hora de identificarlas, clasificarlas y proponer su ámbito de aplicación. En muchos casos hay un falso debate entre si pertenecen al área de la Calidad Total, al JIT o a las nuevas técnicas organizativas, pero, lo verdaderamente importante es tener los conceptos claros y la firme voluntad de cambiar las cosas.



Balanceo de Líneas

Los autores Suñé, Arcusa y Gil (2004), señalan que el aspecto más interesante en el diseño de una línea de producción o montaje consiste en repartir las tareas de modo que los recursos productivos estén utilizados de la forma más ajustada posible, a lo largo de todo el proceso. El problema del equilibrado de líneas de producción consiste en subdividir todo el proceso en estaciones de producción o puestos de trabajo donde se realizaran un conjunto de tareas, de modo que la carga de trabajo de cada puesto se encuentre lo más ajustada y equilibrada posible a un tiempo de ciclo.

Se dirá que una cadena está bien equilibrada cuando no hay tiempos de espera entre una estación y otra. Los pasos para iniciar el estudio de equilibrado o balanceo de líneas es el mismo que en cualquier otro tipo de proceso productivo que consiste en:

1. Definir e identificar las tareas que componen al proceso productivo.
2. Tiempo necesario para desarrollar cada tarea.
3. Los recursos necesarios.
4. El orden lógico de ejecución.

Así mismo, el autor Meyers (2000), señala que los propósitos de la técnica de balanceo de líneas de ensamble son las siguientes:

- Igualar la carga de trabajo
- Identificar la operación cuello de botella.
- Determinar el número de estaciones de trabajo.
- Reducir el costo de producción.
- Establecer el tiempo estándar.

Además, los autores García, Alarcón y Albarracín (2004), dicen que el balanceo de líneas se hace para que en cada estación de trabajo exista el mismo tiempo de ciclo, es decir, el producto fluya de una estación a otra cada vez que se cumple el tiempo de ciclo por lo que no se acumula. Todas las estaciones deben pasar el trabajo realizado a la siguiente estación de trabajo cada vez que se cumple el tiempo de ciclo, por lo tanto no hay cuellos de botella porque todas las estaciones tardan lo mismo.

Análisis de la producción

El análisis de la producción en base a la utilización de sistemas de medición es indispensable para cualquier empresa que quiera mejorar y analizar correctamente puntos como:

- Análisis de la situación actual de la empresa conociendo exhaustivamente su capacidad de proceso, la saturación de sus recursos, sus cuellos de botella y detectando los puntos de mejora del proceso, es decir, las operaciones que no añaden valor al producto.



CAMPUS D'ALCOI

- El cálculo del margen de mejora, teniendo en cuenta la base definida en el punto anterior y la relación con los recursos utilizados, obteniendo una estimación fiable del aumento de capacidad de la empresa.
- La planificación de la producción, una buena programación requiere un conocimiento detallado de la capacidad de los procesos, instalaciones y recursos, es decir, de la metodología de trabajo y tiempos de proceso.
- La definición de los costes y presupuestos, debiendo conocer exactamente nuestro proceso, qué hace, cuánto tarda y qué factores intervienen en el mismo. La definición de los sistemas de incentivo.

Estudio de tiempos

El tiempo es una variable muy importante dentro de la empresa, sin determinar tiempos es imposible planificar la producción, establecer plazos de entrega, determinar costes de fabricación y un largo etcétera más de razones que convierten el estudio de tiempos en una necesidad vital para la empresa. Tradicionalmente se ha tildado al analista de tiempos con etiquetas peyorativas pero hoy en día no existen alternativas medianamente viables para sustituir la medición de tiempos tal y como la entendemos en occidente. En cualquier caso, la persona dedicada al análisis de tiempos debe aceptar de entrada cuatro axiomas: El estudio del trabajo es una ciencia sumamente difícil. El estudio del trabajo no es una ciencia exacta. A medida que se gana precisión, se va perdiendo velocidad de análisis. Ante cualquier duda, siempre debe concederse tiempo de más

El estudio de tiempos en otras palabras, es la medición del trabajo. Es registrar el tiempo que demandan los operarios de trabajo para realizar una tarea. Este tiempo se expresa en términos de rendimiento, referido a una cuadrilla calificada de trabajo y a un alcance definido. Existen diferentes sistemas de estudios de tiempos, dependiendo habitualmente la utilización de uno u otro de las características del proceso a estudiar: Cronometraje clásico observación directa y sistema de tiempos predeterminados (WORK-FACTOR o MTM)

- a) Observación directa: midiendo tiempos reales; estos se pueden estimar a través de observación discontinua, aleatorias, como los muestreos de trabajo o, por medio de observación continua empleando técnicas de cronometraje.
- b) Tiempos predeterminados: tiempos definidos para actividades básicas que componen una tarea a fin de establecer el tiempo que demanda dicha tarea, efectuada según una norma establecida.

El propósito es determinar rendimientos para fijar tiempos de desempeño tipo o referencia, que permitan adelantar planes de seguimiento y mejoramiento; además para establecer registros históricos que serán empleados en presupuestos y programas de obra para futuros proyectos. Como desempeño tipo se entiende aquel rendimiento obtenido de manera natural, como promedio de una jornada laboral en condiciones normales.



Sistema Bedaux

Es un sistema de remuneración del trabajo cuya singularidad radica en que el trabajo se valora por puntos, valoración que se realiza previamente y que es conocida por el obrero. Además del salario mínimo o base, el trabajador percibe una prima que es proporcional al número de puntos obtenidos por encima de un determinado estándar. El sistema salarial por puntos se venía practicando en algunas profesiones desde hacía mucho tiempo, pero no alcanzó difusión hasta que fue renovado por el ingeniero francés Charles Bedaux (1888-1944), quien tuvo el mérito de idear una unidad de medida del trabajo (el punto de Bedaux o simplemente Bedaux) que fuera ella misma un trabajo. El establecimiento de este singular sistema de primas, basado en un determinado valor por el punto, establece una base de partida con el sistema sexagesimal de cronometraje. Este sistema tiene un desarrollo complejo pero muy efectivo por lo que es utilizado por muchas empresas. Como siempre es de vital importancia vigilar en la concesión del estándar de trabajo el apartado de suplementos, ya que al final estos suplementos mal aplicados pueden desembocar en despilfarros en la rentabilidad de la productividad. Para cada operación se fija un modo operatorio que hay que tener en cuenta mientras se efectúa la toma de tiempos, por lo que en el tiempo de ejecución de una operación dada influirá:

- La fidelidad al modo operatorio.
- La precisión en los movimientos.
- La rapidez de los mismos.

El nivel alcanzado por todos estos elementos determina la actividad. A su vez, el tiempo de ejecución depende de ellos. Un alto nivel de precisión, rapidez y fidelidad al modo operativo corresponde a una actividad elevada y un tiempo de ejecución reducido. Decimos que la actividad es inversamente proporcional al tiempo:

$$\text{Actividad} = \frac{1}{\text{tiempo}}$$

Por tanto, si medimos el tiempo de ejecución t_0 de una operación determinada y hemos juzgado la actividad A_0 a que ha sido realizada, podremos calcular el tiempo t_a correspondiente a una actividad cualquiera A_a valiéndonos de esta expresión:

$$\text{Tiempo} \times \text{Actividad} = \text{Constante}$$

$$T_0 \times A_0 = T_a \times A_a$$

Para poder atribuir valores numéricos a sus términos necesitamos una escala de medida para los tiempos y las actividades:

- Los tiempos serán medidos en cualquiera de las unidades corrientes: segundos, centésimas de minuto, etcétera.
- Para las actividades utilizaremos la escala establecida por Ch. Bedaux.



CAMPUS D'ALCOI

Escala Bedaux

Para medir la actividad, el método Bedaux establece una escala numérica que empieza en cero, correspondiente a la inactividad total.

El valor 60 de esta escala corresponde a la actividad normal, definida como la actividad de un hombre de 1,68 metros de estatura, que anda con pasos de 75 cm., sin carga, por suelo horizontal y sin obstáculos, en condiciones normales de ambiente, a una velocidad de 1,25 m/s(4,5 km/h). Otro estándar es repartir una baraja compuesta por 52 naipes en un tiempo de 30segundos.

El tiempo normal que le correspondería a esa operación evaluada en la escala Bedaux sería:

$$T_N = \frac{T_e \times A_e}{60}$$

Los demás puntos de la escala se obtendrán teniendo en cuenta que los tiempos son inversamente proporcionales a las actividades.

El valor 80 corresponde a la Actividad Óptima, equivalente a 4/3 de la actividad normal, que suele ser aquella a la que tiende a trabajar el promedio de un grupo de operadores que trabajen con incentivo suficiente si no hay otras causas que hagan disminuir su actividad

Escala Bedaux de actividades		
	110	
	100	Actividades excepcionales
	90	Actividades altas
		Promedio de una población
Óptima	80	trabajando con incentivo
	70	
		Actividad alcanzada por la mayoría
Normal	60	de la población
	50	Actividades bajas
	40	
	30	
	20	
	10	
	0	Inactividad absoluta

Tabla 1: Escala Bedaux



Fatiga y coeficiente de descanso

Para que un operario se recupere de la fatiga que le produce el trabajo, hay que conceder un tiempo de recuperación que depende del esfuerzo y las condiciones en que se realiza. En condiciones normales el coeficiente varía entre un 9 a un 11% para esfuerzos ligeros y de un 12 a un 15% con esfuerzos importantes, pudiendo llegar a ser superior si los esfuerzos o las condiciones son particularmente duros o desfavorables (véase tablas Bedaux), incluyendo estos valores el suplemento por necesidades personales, que es del orden de un 5%

Total suplemento por descanso por operación elemental					
Necesidades personales	5	Concentración		Iluminación	
Base por fatiga	4	Trabajo de precisión	0	Por debajo de la recomendada	0
Peso desplazado		De precisión o fatigoso	2	Bastante bajo	2
2,5 kg	0	Gran Precisión o muy fatigoso	5	Absolutamente iluminada	5
5,0 kg	1	Ruido		Postura	
7,5 kg	2	Continuo	0	Trabajo de pie	2
10,0 kg	3	Intermitente y fuerte	2	Ligeramente Incomoda	0
12,5 kg	4	Intermitente y muy fuerte	3	Incomoda(inclinado)	2
15,0 kg	5	Estridente y fuerte	5	Muy Incomoda (echado o estirado)	7
17,5 kg	7	Monotonía		Complejidad	
20,0 kg	9	Trabajo algo monótono	0	Proceso bastante complejo	1
22,5 kg	11	Trabajo bastante monótono	1	Complejo Atención Dividida entre muchos objetivos	4
25,0 kg	13	Trabajo muy monótono	4	Muy complejo	8
30,0 kg	17	Trabajo algo aburrido	0		
35,5 kg	22	Trabajo aburrido	2		
		Trabajo muy aburrido	5		

Tabla 2: Coeficiente de descanso

La aplicación de ese tiempo se realiza en forma de coeficiente, de valor siempre superior a la unidad, que incrementa el tiempo normal de la operación, es el llamado coeficiente de descanso o coeficiente de fatiga

$$\text{Coeficiente descanso} = 1 + \frac{\%descanso}{100}$$



Cuando se conoce el coeficiente de descanso de una operación en condiciones normales de ambiente y se quiere determinar el coeficiente de descanso en otras condiciones de temperatura y humedad, una vez hallado el factor de corrección se multiplica por dicho factor la parte del coeficiente de descanso que excede de la unidad y se agrega 1 al resultado. Por ejemplo, si se ha hallado un factor de corrección de 1,72 para una operación de coeficiente de descanso 1,25 el coeficiente de descanso resultante será:

$$1 + (0.25 \times 1.72) = 1 + 0.43 = 1.43$$

Unidad de medida del trabajo

Para medir el valor de una operación en contenido de trabajo debemos elegir una unidad que sea a su vez de trabajo. En el método Bedaux se toma como unidad de trabajo el llamado punto.

Se define el punto de Bedaux como la cantidad de trabajo realizada en un minuto por un obrero cuyo sistema de trabajo corresponde a la velocidad normal de ejecución, pudiendo mantener este ritmo sin fatiga durante toda la jornada de trabajo, tomando el descanso correspondiente. Si el número que expresa el valor en puntos de una operación es el mismo que expresa el tiempo total de ejecución en minutos, tendremos:

$$\text{Valor punto (VP)} = \text{Tiempo total en minutos}$$

Hemos visto que:

$$\text{Valor punto (VP)} = \text{Tiempo normal} + \text{descanso}$$

Con el coeficiente de descanso obtendremos un valor de la operación:

$$\text{Valor punto (VP)} = \text{Tiempo normal} \times \text{Coeficiente de descanso}$$

Si el cronometraje ha sido tomado en segundos, tendremos:

$$VP = \frac{\text{Tiempo normal(en s)} \times \text{Coef. descanso}}{60}$$

La utilización del punto como unidad para valorar las operaciones permite comparar operaciones muy diferentes. Basta determinar el valor punto de cada una de ella para poder efectuar dicha comparación.

El punto representa siempre la misma cantidad de trabajo, sea cual fuere la operación realizada, lo único que varía es la proporción entre trabajo y descanso en el tiempo total. El valor Punto no indica el número de veces que se realiza una operación a actividad normal en una hora, sino los minutos (descanso incluido) necesarios para efectuarla a actividad normal.



3. Objetivos

El objetivo de este Trabajo Final de Master es optimizar los procesos de montaje así como también reducir el tiempo de montaje de un producto a elaborar, montando un producto a tiempo, cumpliendo con las características solicitadas por el cliente y con la mejor calidad posible.

Para poder llegar a este objetivo, tenemos que conseguir eliminar o reducir todo tipo de despilfarro existente en la zona de montaje. Mientras se vayan cumpliendo los objetivos, realizando pruebas e implantando las mejoras propuestas, se estará reduciendo el tiempo total de montaje del producto y aumentando la productividad esperada.

Existen también factores externos que podrían afectar este objetivo como es el absentismo de los operarios o trabajar con operarios sin experiencia lo que hace que para poder adiestrar a estos operarios tome un tiempo para posteriormente conseguir el objetivo final. Mientras que nos enfocaremos en organizar y modificar la forma de trabajo lo cual no amerita mayor inversión ya que se usaran los recursos existentes.

Se analizará el flujo de trabajo de la zona de montaje y cada puesto de trabajo para poder abordar los problemas existentes y poder centrar los esfuerzos en disipar los desperdicios encontrados en los diferentes puntos de montaje. Nos centraremos en la filosofía Lean Manufacturing, la cual tiene como principal objetivo la eliminación de desperdicios direccionando a la mejora continua.



4. Descripción del proceso de montaje

Se cuenta con una zona de montaje en la cual se tiene 3 secciones grapado, prensado y montaje; donde se fabrican los componentes que posteriormente serán embalados en cajas como producto terminado, en la zona de montaje se tiene varios tipos de referencias de sillas, cada referencia puede variar el color tanto del asiento y el respaldo (con los dos modelos que se trabaja en ambos casos el respaldo se fabrica en las secciones de grapado y prensado), material de los brazos o sin brazos, material de la base, tipo de accionamiento según sea lo solicitado por el cliente el cual entrega un listado de pedidos por un lapso de 9 días vista, también según sea el requerimiento del cliente puede hacerse modelos especiales dependiendo de la necesidad; como ya se mencionó el respaldo se grapa y se prensa en las secciones de grapado y prensado y el resto de componentes se adquieren o se inyectan para posteriormente montarlos en la tercera sección que es la sección de montaje, estos componentes llegan a la zona días previos al día de carga del producto.

Toda la zona de montaje ha tenido un cambio de ubicación debido a la distribución y al espacio que se necesitaba para poder realizar las actividades con normalidad, en la primera ubicación la zona de montaje tenía cerca los la zona de almacenaje de los componentes que se usan en esta sección mientras que los componentes que se usan en las secciones de grapado y prensado se almacenaban en una nave a unos 40 metros de distancia posteriormente se explicara qué características variaron en cada sección al cambiar la ubicación ya que las prestaciones de ambas áreas son diferentes evidenciando desperdicios en la primera zona, los cuales se trataron de corregir en la actual ubicación.

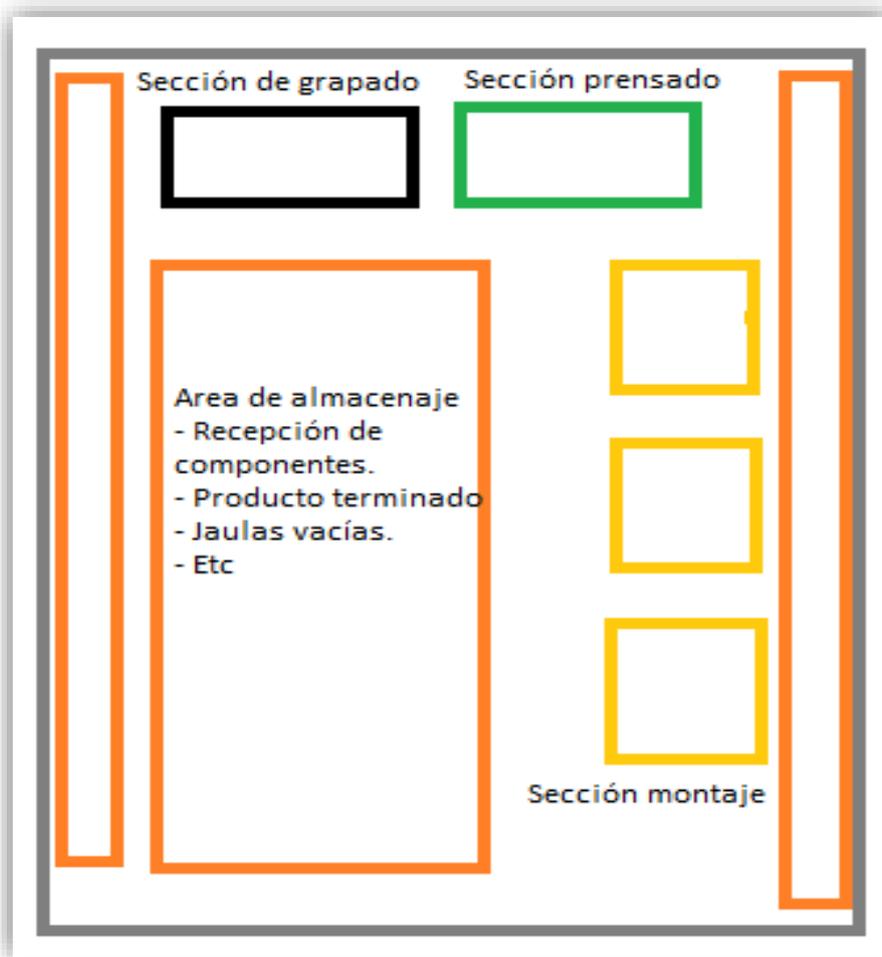


Ilustración 1: Distribución inicial nave

Luego del traslado de la nave la forma de distribución quedó de la siguiente manera

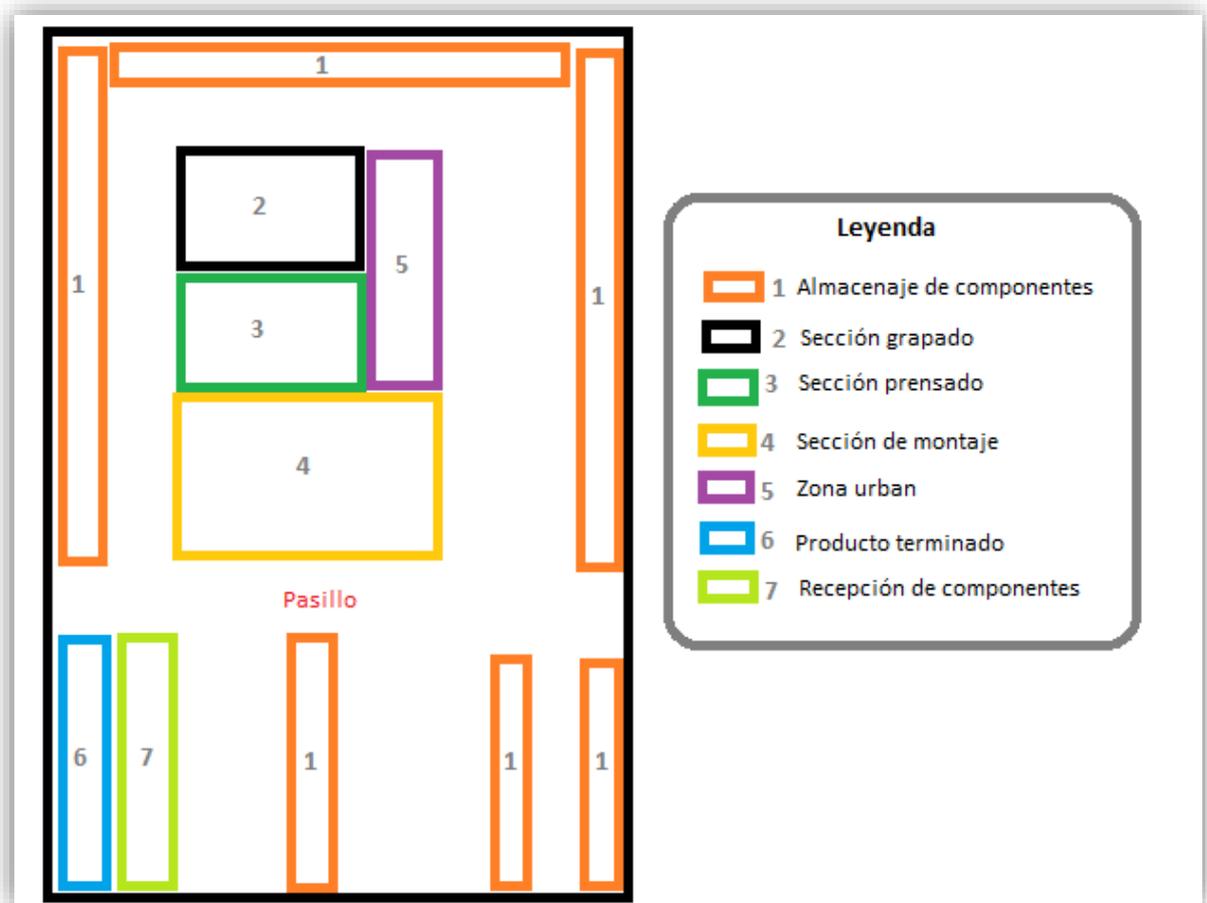


Ilustración 2: Distribución ubicación final



5. Sección de grapado

En esta sección se inicia la confección de los respaldo realizando el grapado de los pre marcos que posteriormente se prensaran al marco; se coloca grapas para poder asegurar las telas de un pre marco, los colores de las telas varían según el requerimiento del cliente, el producto terminado de esta zona pasa posteriormente a la zona de prensado.

5.1 Estado inicial del área:

Esta sección estaba conformada por 3 personas que realizan la actividad de grapado, el grapado se realizaba en una sola mesa de trabajo paralela y pegada a la pared, en esta zona también se encargan de tensar la tela con un equipo el que era utilizada por las 3 operarias alternándose su uso.

En la sección de grapado se usa los siguientes componentes.

- Telas de diferentes colores.
- Premarcos negros.
- Alambre.
- Grapas.
- Los componentes a usarse en la zona deberían ser abastecidos por un reponedor, que también se debería de encargar de retirar las cajas vacías en donde se abastecieron los componentes así como también de retirar el producto terminado para poder ser guardado o abastecido a la siguiente sección (prensado).

Las herramientas que usan los operarios son:

- Alicates.
- Tijeras.
- Postizo donde apoyar el premarco.

Los equipos que se usan en la zona de grapado son:

- Tensiometro.
- Maquina grapadora.

Las actividades que se realizan son las siguientes:

- Coger premarco y llevar a mesa(premarco + tela)
- Extender tela sobre premarco, introducir varilla en tela e introducir tela en premarco.
- Fijar con grapas la parte introducida.
- Voltar tela por debajo del respaldo, extender tela y fijar con grapas la parte superior.
- Fijas con algunas grapas ambos laterales de la tela en el premarco.
- Llevar al tensiómetro, tensar premarco y atar ambos extremos sujetando con pinza, soltar pinza y regresar a la mesa de trabajo.

CAMPUS D'ALCOI

- Terminar de tensar la tela y fijar todo el contorno del premarco grapando de manera correlativa las grapas para así asegurar la tela y dejar un buen acabado de la tela en el premarco.
- los premarcos grapados se colocan sobre unas banastas.
- Luego los premarcos son trasladado a unas cajas de cartón.
- Planchar tela arrugada.
- Limpiar tela sucia.
- Añadir grapas a la grapadora.
- Reponer gabia de pre marcos.
- Reponer cajón con telas.
- Llevar a zona de almacenaje gabia de pre marcos tapizados.
- Reponer varilla de alambre.

Inicialmente las 3 operarias realizan la actividad de grapado de un pre marco de inicio a fin compartiendo un solo tensiómetro y posicionadas las 3 de forma paralela y adyacente a la mesa de trabajo.

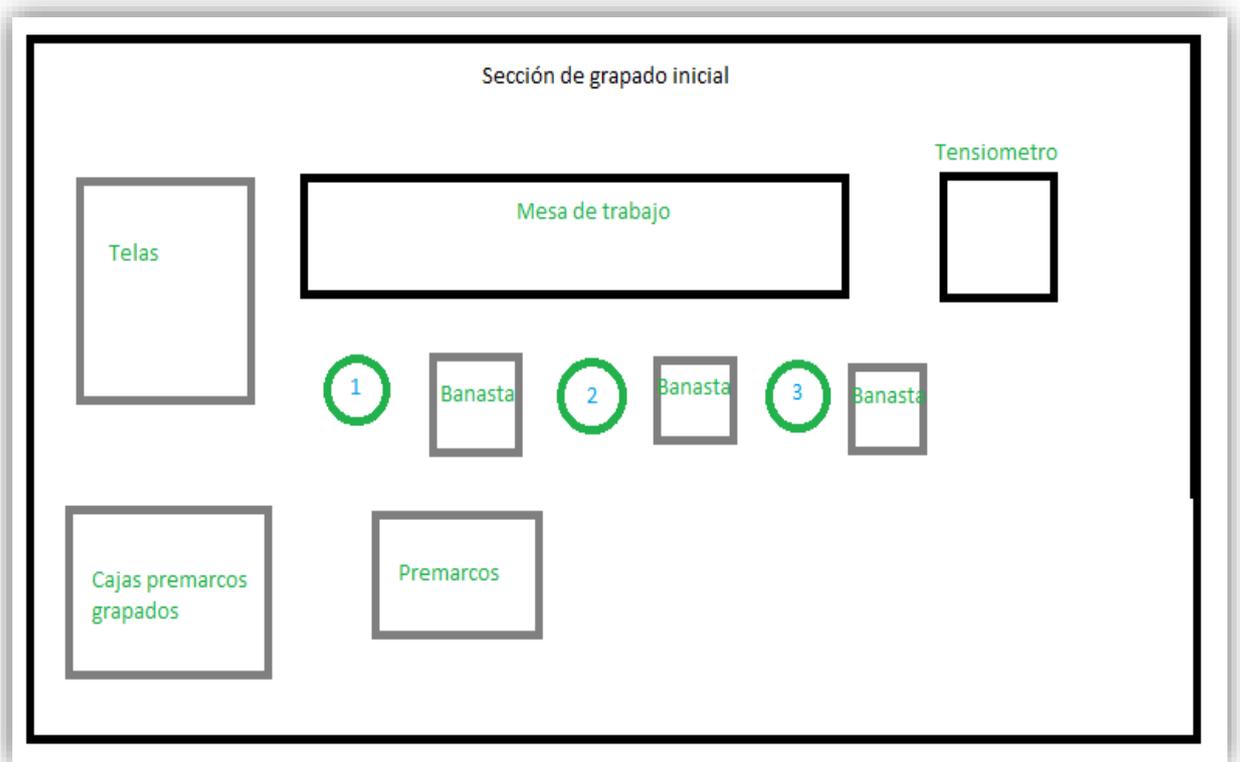


Ilustración 3: Ubicación inicial sección grapado

El desplazamiento de las operarias es de la siguiente manera:

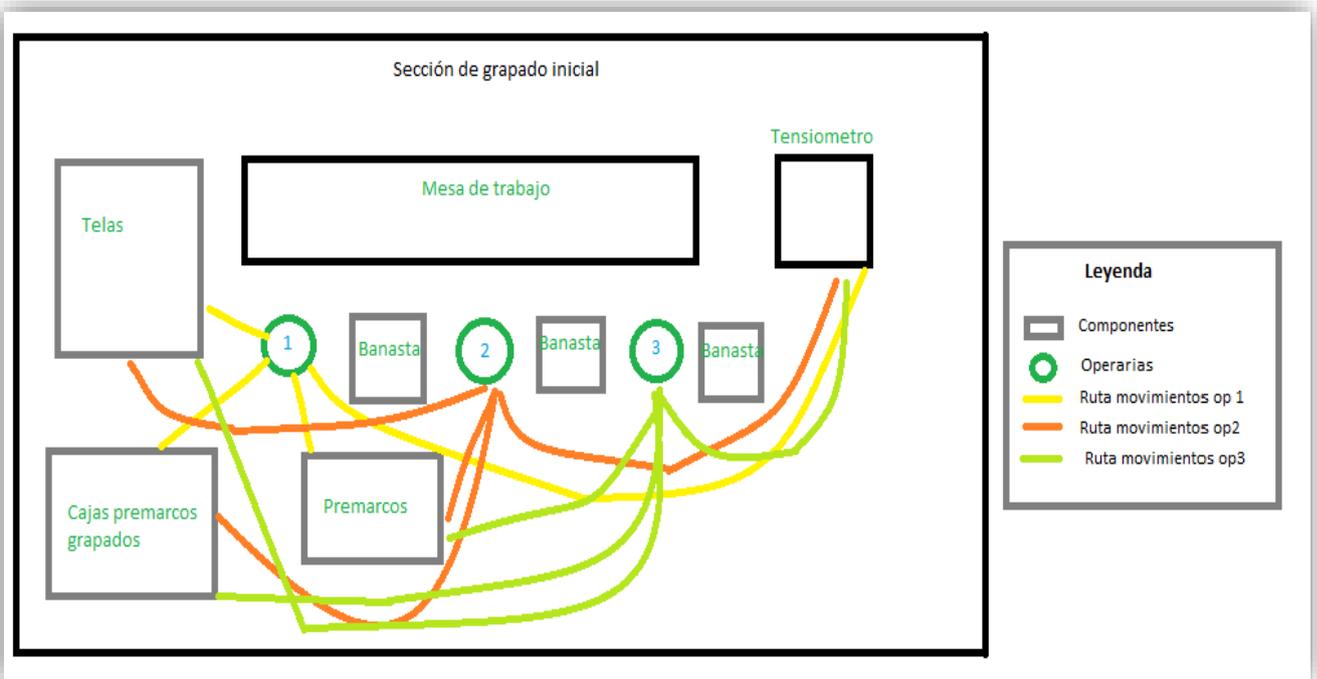


Ilustración 4: Desplazamiento inicial sección grapado

En la ilustración 4 se visualiza los movimientos que realizaban las 3 operarias, la distribución de los componentes empleados en la zona así como de la gabiya de producto terminado, debido a la ubicación de los componentes ocasiona que sus caminos se entrecruzan en varios puntos y su desplazamiento se amplía cuando ellas tienen que llevar el producto terminado a la zona de almacenaje o cuando ellas tienen que abastecerse de componentes; esto se debe también a que el reponedor no podía entregar a tiempo los componentes necesarios para poder realizar la actividad de grapado.

También se aprecia la presencia de un solo equipo en el extremo de la mesa de trabajo que lo venían compartiendo las 3 operarias lo que hace que se entrecrucen sus rutas y realicen largos desplazamientos. El hecho de tener un solo tensiómetro hace que acumulen el trabajo mientras se desocupa el equipo, antes de realizar el tensado solo se realiza la mitad de las actividades para poder culminar posteriormente el resto de actividades de grapado y dejar con la calidad adecuada el pre marco cuando no se realiza un buen grapado o se tensa mucho por dimensiones no adecuadas de la tela se deforma el pre marco ocasionando problemas en la siguiente sección.

En esta sección la forma de trabajo que se realizaba era revisar en la zona de almacenaje que cajas con producto terminado se encuentran vacías o con pocas unidades y poder rellenar las cajas que se fueron quedando vacías según fue el uso en las zonas posteriores por lo que al cambiar de zona, se decidió que la supervisora de la zona entrega una lista



CAMPUS D'ALCOI

acumulando las necesidades de 4 días dependiendo del pedido del cliente de forma de las unidades a grapar se realicen dependiendo de las necesidades y no acumulando producto que no se vaya usar en el corto plazo ahorrando así espacio y manteniendo un orden para poder cumplir a tiempo el pedido del cliente.

Trabajando de la forma mencionada se determinaron los datos de rendimiento inicial para esta sección de trabajo considerando todas las actividades que realiza de principio a fin utilizando la técnica de cronometraje para aplicar la escala de valoración por actividad (la técnica bedaux) , de esta forma podemos determinar el rendimiento de los operarios de modo que al calcular el valor punto de su rendimiento a lo largo del día , así también determinar el ritmo de la actividad que han desarrollado, según el tiempo que les lleve realizar la secuencia de actividades, de esta forma también se puede apreciar si ha tenido algún problema en caso el rendimiento no haya sido el esperado y así tomar acciones inmediatas o más adelante para evitar bajar la productividad y no poder cumplir con la cantidad de referencias estimadas a elaborar en el día estas serán mencionadas a continuación como se encontraba inicialmente para tener un punto de partida .

CAMPUS D'ALCOI

N° OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	FRECUENCIA	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO * UNID	TIEMPO REAL* COEFICIENTE DESCANSO	
1	Tomar premarco y llevar a mesa, pasar guía y fijar grapando parte superior de la tela al premarco	8.4	75	10.5	1.14	1	0.200	1.00	0.200	9.576	
2	Poner tela sobre premarco, introducir varilla en tela y a la vez introducirlo en premarco y colocar grapas para asegurar	36.2	75	45.3	1.14	1	0.860	1.00	0.860	41.268	
3	Voltear tela por debajo del respaldo, extender tela y fijar con grapas la parte superior	45.1	75	56.4	1.14	1	1.071	1.00	1.071	51.414	
4	Fijar con grapas laterales	54.6	75	68.3	1.14	1	1.297	1.00	1.297	62.244	
5	Llevar respaldo al tensiómetro, tensar premarco y atar ambos extremos sujetando con pinza, soltar pinza y regresar a mesa de trabajo	24.8	75	31.0	1.14	1	0.589	1.00	0.589	28.272	
6	Grapar de manera correlativa por los cuatro lados del premarco	116.8	75	146.0	1.14	1	2.774	1.00	2.774	133.152	
7	Trasladar premarco terminado a gabia	6	75	7.5	1.14	1	0.143	1.00	0.143	6.84	
8	Planchar tela arrugada	30	75	37.5	1.14	5	0.713	0.20	0.143	6.84	
9	Hechar spray y cepillar tela sucia.	45	75	56.3	1.14	20	1.069	0.05	0.053	2.565	
10	Añadir grapas a grapadora	30	75	37.5	1.14	1.2	0.713	0.83	0.594	28.5	
11	Reponer gabia de premarcos a zona de trabajo	120	75	150.0	1.14	120	2.850	0.01	0.024	1.14	
12	Reponer cajon con telas	120	75	150.0	1.14	500	2.850	0.00	0.006	0.2736	
13	Llevar a zona de almacenaje gabia de premarcos tapizados	120	75	150.0	1.14	120	2.850	0.01	0.024	1.14	
14	Reponer varilla inferior de tela	60	75	75.0	1.14	100	1.425	0.01	0.014	0.684	
									Total VP	7.7897625	373.9086

Tabla 3: Tiempos grapado inicial

Obteniendo un valor punto de 7.78 que teniendo una actividad del 60 se obtendría 7.7 unidades /hora de marcos grapados y al 75 de actividad se obtendría 9.6 unidades hora en un tiempo de 373 seg.



5.2 Identificación de desperdicios sección grapado.

Luego de un análisis del puesto de trabajo y de un seguimiento de las actividades realizadas en la sección se determinaron los siguientes desperdicios:

- No se contaba con las herramientas (alicate) suficientes para cada operaria.
- Presión neumática baja por lo que al grapar algunas grapas no se insertan en la tela y se tienen que retirarlas para volver a grapar.
- Compartían un solo tensiómetro.
- Genera retrasos en el resto de operarias para culminar el trabajo si una de las operarias está usando el tensiómetro.
- Las zonas aledañas de la zona de trabajo presenta desorden por lo que si el reponedor no las abastece de cajas tienen que desplazarse para buscar.
- Las telas se encuentran en otro almacén por lo que se desplazan para seleccionar las telas que se encuentran en el pedido.
- Los pre marcos llegan a fabrica en gavias por lo que cuando se necesita pre marcos y el reponedor no puede abastecerlas, ellas tienen que buscar traspale y traer la gambia a la sección de grapado.
- En la sección de grapado no se tenía una zona definida donde poner cada gambia de modo que variaba en los días.
- En algunas ocasiones el reponedor para no hacer varios viajes con componentes en un solo viaje traía varios componentes en gavias por lo que la zona de grapada se encontraba llena de gavias generando desorden, acumulación y entorpeciendo el desplazamiento de las operarias.
- Se genera un doble trabajo el hecho de colocar en banastas para posteriormente colocar en cajas ya que se está tocando dos veces el producto terminado de esta sección.
- El tensiómetro se encuentra al extremo de la mesa lo que también la hace desplazar.
- La mesa al ser larga se tiene espacio para acumular cosas que son innecesarias generando desorden.
- La mesa está pegada a la pared lo que permite usar solo un lado de está desaprovechando espacio.
- Uno de los pistones del tensiómetro no se encuentra en buen estado debido a que presenta una fuga de aire por lo que no realiza su función adecuadamente, generando retraso en salir y entrar el pistón.
- Las telas que llegan sucias y con marcas se limpian y se planchan tratando de solucionar en varias ocasiones el tiempo empleado en solucionar estos desperfectos es tiempo perdido debido a que por más que se limpie no queda en buen estado por lo que este componente se deshecha.
- La forma de distribución de las operarias en la mesa de trabajo hace que se entrecrucen al desplazarse al tomar los componentes, al usar el tensiómetro y al dejar en las banastas el producto semielaborado.
- Los desplazamientos son largos ya que no tienen todo cerca de la mano y considerando que la mesa es muy larga para lo que realmente necesitan.



Ilustración 5: Acumulación de inventario



Ilustración 6: ubicación inicial sección grapado



5.3 Evolución de propuestas de mejora

En la sección de grapado como se mencionó anteriormente se cuenta con 3 personas, para poder optimizar su trabajo se basó en los desperdicios encontrados por lo que se decidió mejorar inicialmente las condiciones básicas de trabajo para que puedan realizar sus actividades de manera cómoda y teniendo las herramientas básicas, se adicione una persona más a la sección siendo en total 4 operarias.

- La falta de herramientas adecuadas y la cantidad de herramientas necesarias para cada una de las operarias hacía que se demoren y se retrasen en sus actividades por lo que se decidió entregar alicates y demás herramientas a cada una de las operarias.
- Inicialmente se tenía un solo tensiómetro lo que hacía que entre las 3 operarias de la sección se turnaran el uso de este equipo lo que se acumulaba parte del trabajo mientras se desocupaba el tensiómetro, se tenía un equipo nuevo el cual estaba deshabilitado, se instaló en la sección de trabajo.
- La mesa de trabajo al ser extensa hacía que las operarias recorran distancias más largas innecesariamente, y a la vez esta mesa al tener espacio excedente permitía acumular objetos innecesarios sobre la mesa de trabajo con las distribuciones propuestas se dividirá el trabajo en mesas individuales o en parejas.
- Se adicione una persona a la sección de grapado siendo en total 4 operarias.

La distribución de la zona de trabajo no era la adecuada debido a que sus rutas de desplazamiento se entrecruzaban en varios puntos por que las operarias se movilizaban por componentes o a dejar el producto semielaborado.

Para poder lograr el aumento de productividad se estudió la zona de trabajo y analizo las posibilidades que se tienen considerando los factores de espacio, reposición así como elevar la productividad de las operarias mejorando su rendimiento. Y también para poder evitar desperdicios en el proceso de grapado se decidió modificar la forma de trabajo, teniendo dos opciones:

5.3.1 Primera propuesta de mejora

La primera propuesta de mejora implantada consiste en individualizar el trabajo así como la mesa de trabajo, herramientas y los equipos utilizados. En esta primera opción se necesitaría instalar en la zona de trabajo una mesa, herramientas, tensiómetro así como componentes de manera individual de modo que cada operaria lo tendría todo a la mano evitando su desplazamiento.

A continuación se muestra un diagrama de la sección de grapado teniendo las consideraciones de la opción de distribución. De esta forma cada operaria realizaría en su puesto de trabajo las actividades de principio a fin.

La disposición de la zona de trabajo quedaría de la siguiente forma:

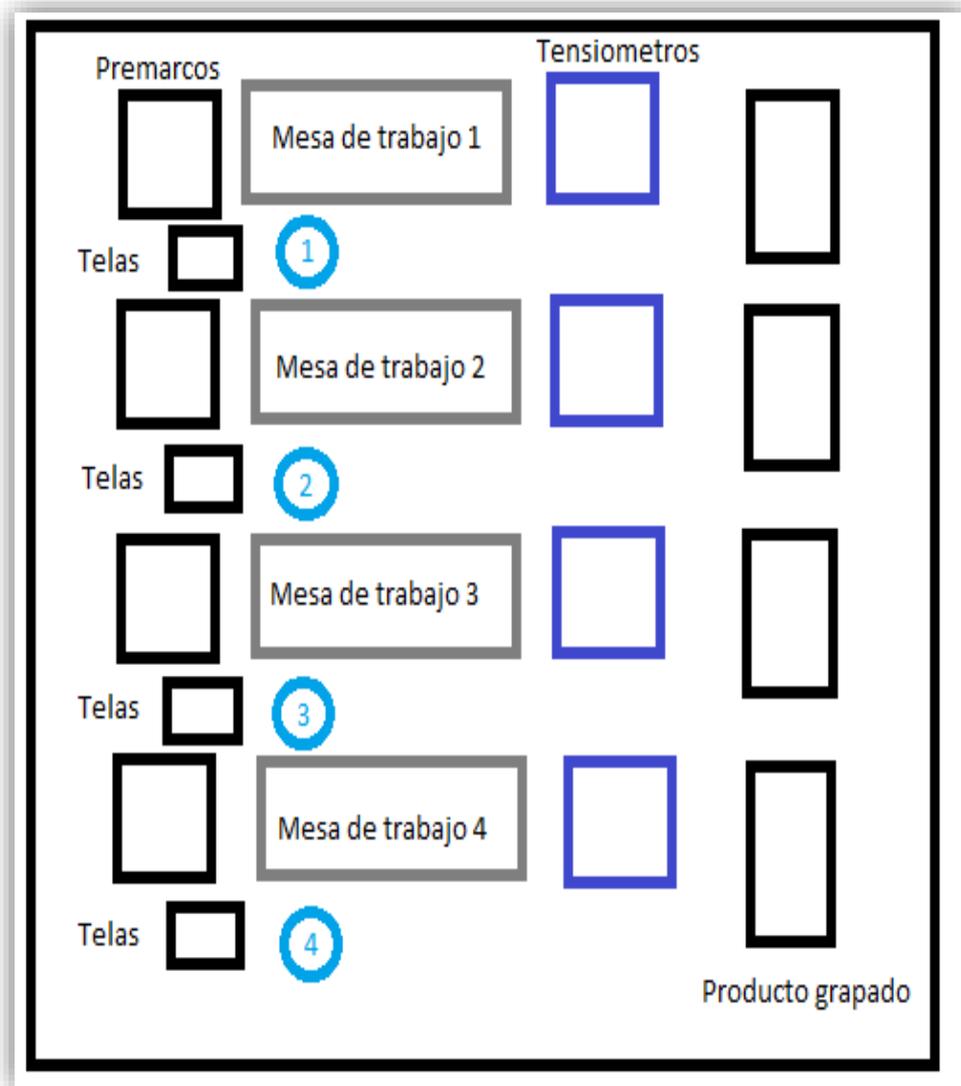


Ilustración 7: Distribución propuesta 1 grapado

Esta propuesta la operaria realizar el siguiente desplazamiento

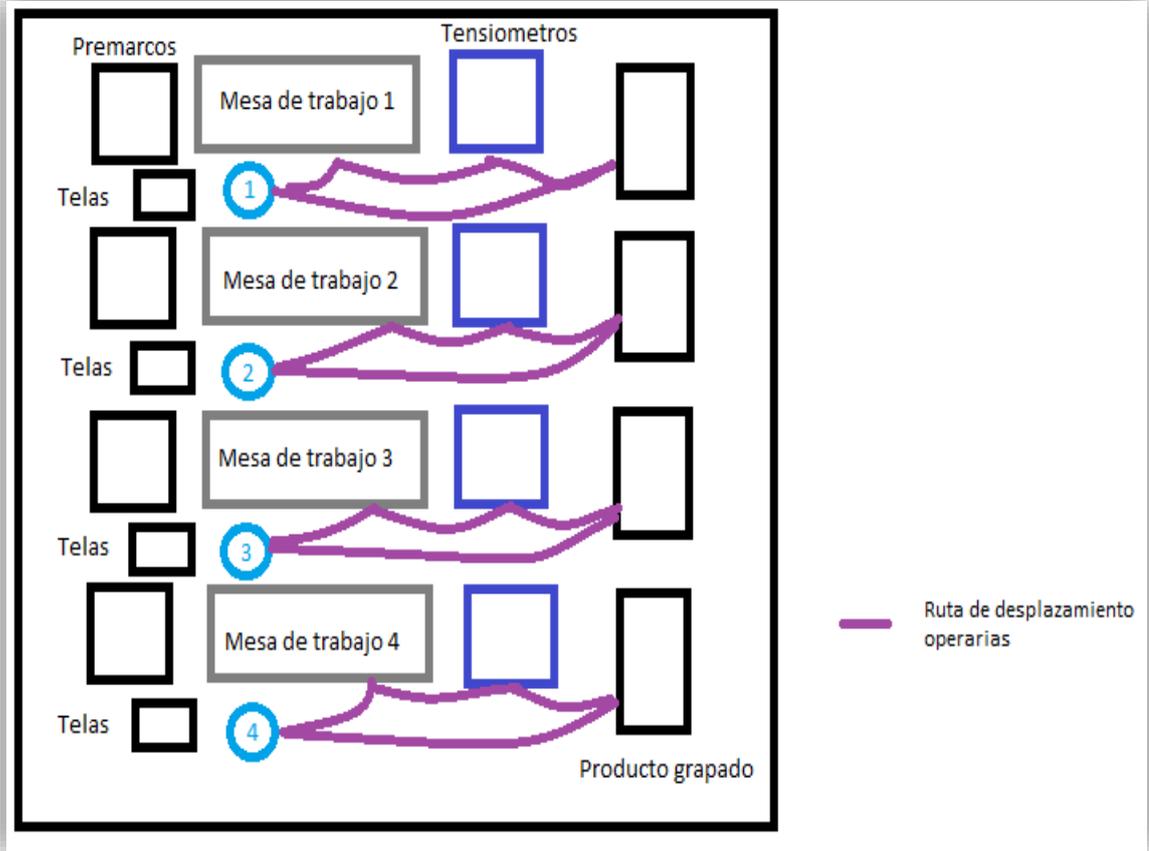


Ilustración 8: desplazamiento propuesta grapado 1

Se plantea esta opción para poder minimizar los desplazamientos de la operaria considerando que al tener los componentes cerca a la ella recorrería mínimas distancias tanto para tomarlos así como para poder dejar el producto terminado en cajas o bandejas.

Con esta opción se tomaron los siguientes tiempos de una operaria trabajando de forma individual en una mesa de trabajo y teniendo todas las herramientas necesarias así como el tensiómetro por cada operaria.

Al reubicar la sección de grapado se dispuso los componentes en las estanterías cercanas para que el reponedor también pueda abastecer a tiempo los componentes necesarios para poder grapar.

El trabajo de una operaria esta descrito en las siguientes actividades que da inicio y fin a las actividades a realizarse en la sección de grapado; también se consideró que las reposición de componentes, retiro de producto terminado y retiro de jaulas vacías es por parte del reponedor quedando el tiempo de la operaria de grapado solo para producir pre marcos grapados.

Nº OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO * UNID	TIEMPO REAL * COEFICIENTE DESCANSO	
1	Tomar pre marco y llevar a mesa, pasar guía y fijar grapando parte superior de la tela al pre marco	6.2	75	7.8	1.14	0.147	1.00	1	0.147	7.068	
2	Poner tela sobre pre marco, introducir varilla en tela y a la vez introducirlo en pre marco y colocar grapas para asegurar	32.2	75	40.3	1.14	0.765	1.00	1	0.765	36.708	
3	Voltear tela por debajo del respaldo, extender tela y fijar con grapas la parte superior	40.5	75	50.6	1.14	0.962	1.00	1	0.962	46.17	
4	Fijar con grapas laterales	54.6	75	68.3	1.14	1.297	1.00	1	1.297	62.244	
5	llevar respaldo al tensiómetro, tensar pre marco y atar ambos extremos sujetando con pinza, soltar pinza y regresar a mesa de trabajo	22.1	75	27.6	1.14	0.525	1.00	1	0.525	25.194	
6	Grapar de manera correlativa por los cuatro lados del pre marco	110	75	137.5	1.14	2.613	1.00	1	2.613	125.4	
7	Trasladar pre marco terminado a gabia	6	75	7.5	1.14	0.143	1.00	1	0.143	6.84	
8	Añadir grapas a grapadora	30	75	37.5	1.14	0.713	0.83	1.2	0.594	28.5	
									Total VP	7.04425	338.124

Ilustración 9: Tiempos propuesta mejora 1



CAMPUS D'ALCOI

La operaria acumula un tiempo total de 338.12 segundos y un valor punto acumulado de las actividades realizadas de 7.044, la productividad puede variar dependiendo del rendimiento que demuestre cada operaria si se considera una actividad de 60 da un resultado de 8.5 unidades/hora mientras que si la operaria realiza un rendimiento de 75 realizaría un total de 10.64 unidades /hora luego es trasladado el producto semielaborado hacia el área de prensado o al área de almacenaje.

5.3.2 Segunda Propuesta de mejora

La segunda propuesta también se basa en tener el espacio adecuado y necesario para realizar las actividades es por ellos que se decide hacer parejas de trabajo, ya que en la sección son 4 operarias se trabajaría en de dos en dos.

- En esta segunda opción las actividades realizadas anteriormente por una persona de principio a fin sería balanceado y compartido en dos personas de modo que la primera mitad lo realiza una persona y la según mitad la según operaria.
- el movimiento de las operarias de la zona de trabajo hacia otras zonas debería ser mínimo o nulo; esto se conseguiría con el abastecimiento a tiempo del reponedor, y que si las operarias se encargasen de retirar o traer gavias no cuentan con las herramientas adecuadas lo que conllevaría pérdida de tiempo en buscar las herramientas así como pérdida de tiempo en trasladar lo necesario hasta la sección de grapado, y a la vez genera que en la zona se deje de producir los pre marcos grapados.
- En ambas opciones la zona se definió la cantidad y el lugar donde serán ubicados los componentes de modo que no se acumula gavias vacías o con productos que no sean necesarias en ese momento.
- Al reubicar la sección de grapado se dispuso los componentes en las estanterías cercanas para que el reponedor también pueda abastecer a tiempo los componentes necesarios para poder grapar.
- Lo que también contrajo la reubicación es que la línea de aire se conectó a una red con mayor presión lo que permite realizar un mejor grapado evitando que las grapas no logren insertarse entre la tela y el marco.
- Los pasillos aledaños a la zona se encuentran demarcados de modo que al quedar libre facilita el abastecimiento del reponedor así como el desplazamiento de las mismas operarias.



Ilustración 10: Ubicación real de propuesta mejorada 2

Teniendo los resultados anteriores se decide también realizar la prueba ubicando al personal en parejas para compartir la mesa como fue mencionado anteriormente quedando la disposición del personal de la siguiente manera:

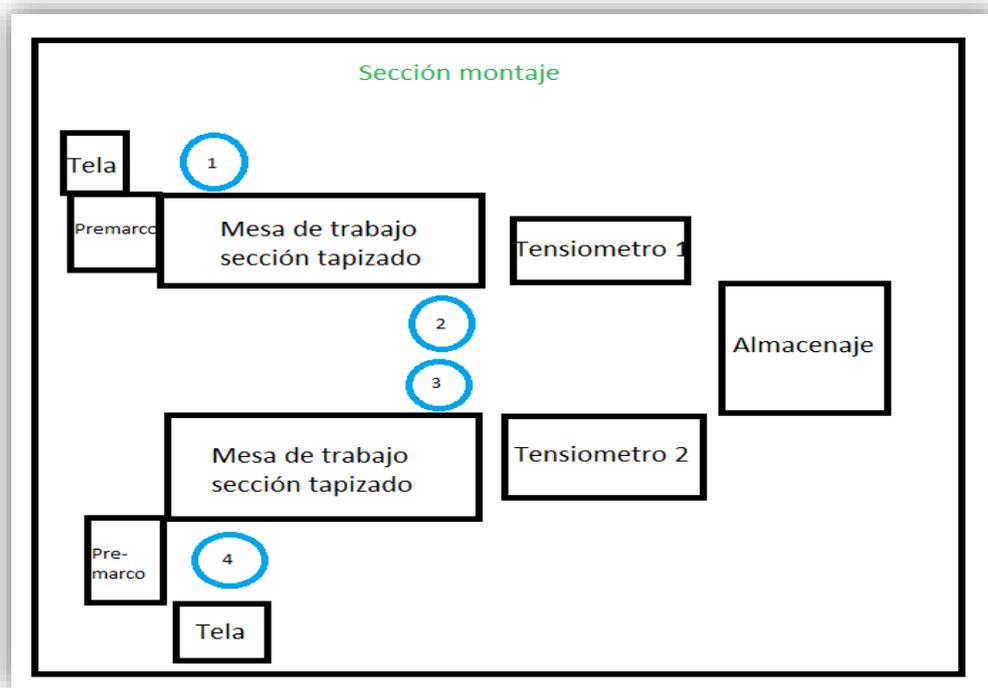


Ilustración 11: distribución propuesta de mejora 2

En la ilustración 11 se muestra que la nueva distribución de personal donde se trabaja en dos mesas de trabajo cada mesa de trabajo con un tensiómetro, en cada mesa de trabajo se trabaja dos personas, una persona por cada lado El personal realizaría los siguientes desplazamientos

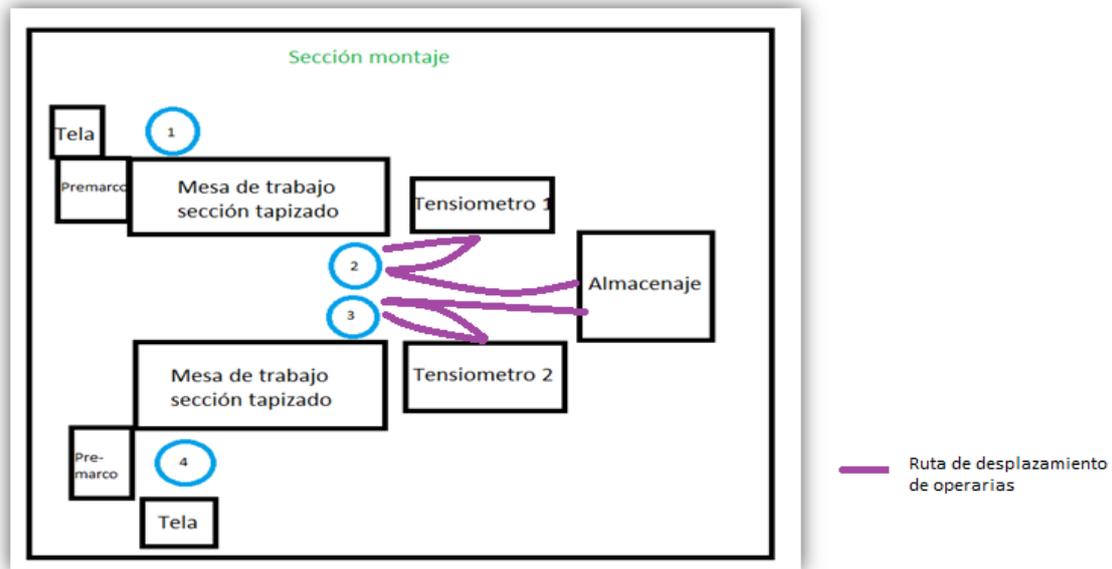


Ilustración 12: Desplazamiento propuesta de mejora 2

El personal realiza las actividades de la siguiente forma:

La primera operaria realiza las siguientes actividades en un lado de la mesa de trabajo:

Nº OP	OPERACIONES
1	Tomar premarco y llevar a mesa, pasar guía y fijar grapando parte superior de la tela al premarco
2	Voltear tela por debajo del respaldo, extender tela y fijar con grapas la parte superior
4	Fijar con grapas laterales
5	Planchar tela arrugada
6	Hechar spray y cepillar tela sucia.
7	Añadir grapas a grapadora

Tabla 4: Actividades operario 2 mejora 2



La segunda operaria realiza las siguientes actividades en el lado opuesto de la mesa recibiendo el trabajo preelaborado de la primera operaria:

Nº OP	OPERACIONES
1	Tomar premarco y llevar a mesa, pasar guía y fijar grapando parte superior de la tela al premarco
2	Voltear tela por debajo del respaldo, extender tela y fijar con grapas la parte superior
4	Fijar con grapas laterales
5	Planchar tela arrugada
6	Hechar spray y cepillar tela sucia.
7	Añadir grapas a grapadora

Tabla 5: Actividades operario 2 propuesta 2

Al momento de repartir se hizo de modo que estas actividades estén balanceadas para ninguno de los puestos de trabajo tenga sobrecarga de trabajo o que en uno de los puestos se acumulen existencias, si no se balancea de la manera adecuada ocasionaríamos un cuello de botella en esta sección ralentizando toda la cadena de producción, también al no balancear adecuadamente haríamos que si una de las operarias fuera más lenta que la otra ocasionaría que la operaria que vaya más rápida se adecue a la menor velocidad de su compañera dando como resultado todo lo opuesto a lo que queremos conseguir.

De esta forma no se ocupa tanto espacio como al individualizar los puestos de montaje y tampoco se ocasiona acumulación de existencias al abastecer componentes a cada puesto de trabajo.

A continuación se muestran los tiempos y el valor punto de cada actividad que realizan ambas operarias

Esta primera operaria realiza el trabajo de la primera mitad de actividades en el extremo izquierdo de la mesa, para posteriormente entregar a su compañera la parte avanzada.

Nº OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO * UNID	TIEMPO REAL* COEFICIENTE DESCANSO
1	Tomar premarco y llevar a mesa, pasar guía y fijar grapando parte superior de la tela al premarco	35.1	75	43.9	1.14	0.834	1.00	1	0.834	40.014
2	Voltear tela por debajo del respaldo, extender tela y fijar con grapas la parte superior	39	75	48.8	1.14	0.926	1.00	1	0.926	44.46
4	Fijar con grapas laterales	54.9	75	68.6	1.14	1.304	1.00	1	1.304	62.586
5	Planchar tela arrugada	30	75	37.5	1.14	0.713	0.20	5	0.143	6.84
6	Hechar spray y cepillar tela sucia.	45	75	56.3	1.14	1.069	0.05	20	0.053	2.565
7	Añadir grapas a grapadora	10	75	12.5	1.14	0.238	0.50	2	0.119	5.7
Total VP									3.3784375	162.165

Tabla 6: Tiempos operario 1 propuesta 2 grapado

La operaria acumula un tiempo total de 162.17 segundos y un valor punto acumulado de las actividades realizadas de 3.37, la productividad puede variar dependiendo del rendimiento que demuestre cada operaria si se considera una actividad de 60 da un resultado de 17.76 unidades/hora mientras que si la operaria realiza un rendimiento de 75 realizaría un total de 22.2 unidades la hora consideremos que al trabajar en parejas estas unidades pasan a su compañera antes de salir de la sección y ser trasladado el producto semielaborado hacia el área de prensado.

Esta segunda operaria realiza el trabajo de la segunda mitad de actividades en el extremo derecho de la mesa de trabajo, para posteriormente colocar el producto semielaborado en cajas o bandejas para ser usado en la siguiente área.

N° OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO *	TIEMPO REAL* COEFICIENTE DESCANSO
1	Llevar respaldo al tensiómetro, tensar pre marco y atar ambos extremos sujetando con pinza, soltar pinza y regresar a mesa de trabajo	22.9	75	28.6	1.14	0.544	1.00	1	0.544	26.106
2	Terminar de tensar ,grapado de manera correlativa por los cuatro lados del pre marco	107.9	75	134.9	1.14	2.563	1.00	1	2.563	123.006
3	Trasladar pre marco terminado a gabia	5.80	75	7.25	1.14	0.1378	1.00	1	0.138	6.612
4	Añadir grapas a grapadora	10	75	12.5	1.14	0.238	1.50	1.5	0.158	7.6
Total VP									3.403	163.324

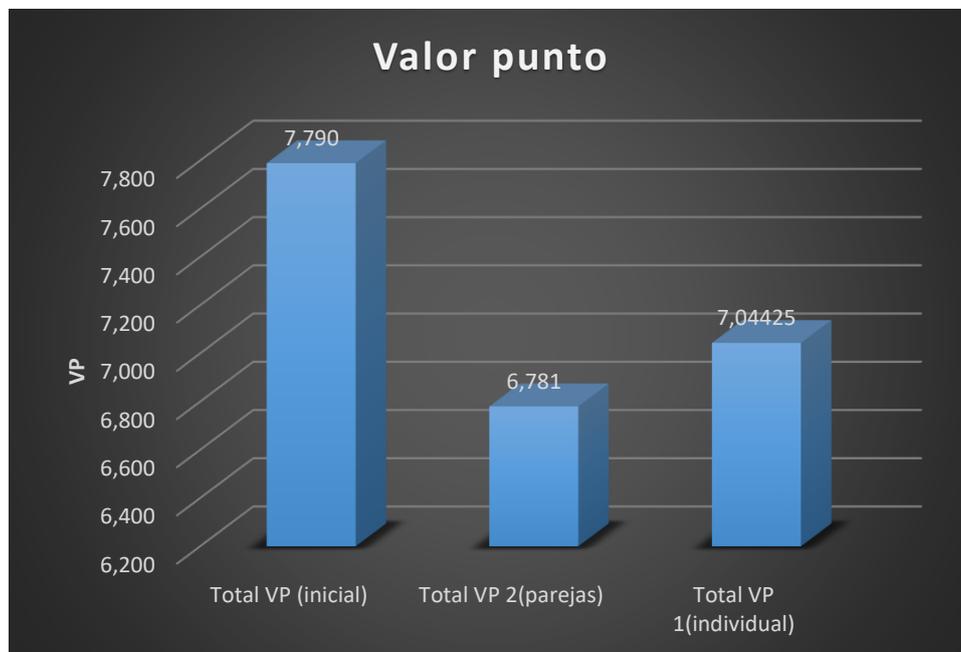
Tabla 7: Tiempos operario 2 propuesta 2 grapado

La operaria acumula un tiempo total de 163.32 segundos y un valor punto acumulado de las actividades realizadas de 3.40 , la productividad puede variar dependiendo del rendimiento que demuestre cada operaria si se considera una actividad de 60 da un resultado de 17.6 unidades/hora mientras que si la operaria realiza un rendimiento de 75 realizaría un total de 22.04 unidades /hora consideremos que al trabajar en parejas estas unidades son las unidades completas de la sección semielaborados de grapado estas unidades son entregados a la zona de prensado .

5.3 Comparación y Conclusión sección de grapado

Para tomar una decisión acertada es que se cronometraron los tiempos haciendo las variaciones en la distribución de las mesas de trabajo consideradas en la sección de grapado.

En esta primera comparación se toman los datos de valor punto donde se tiene una diferencia de 0.26 a favor de la opción de trabajar en parejas (la segunda propuesta) sobre la opción de trabajar individual (primera propuesta) y una diferencia de 0.919 a favor de la opción de trabajar en parejas comparada con el valor punto inicial según muestra la siguiente grafica



Resultados 1: Comparación valor punto grapado

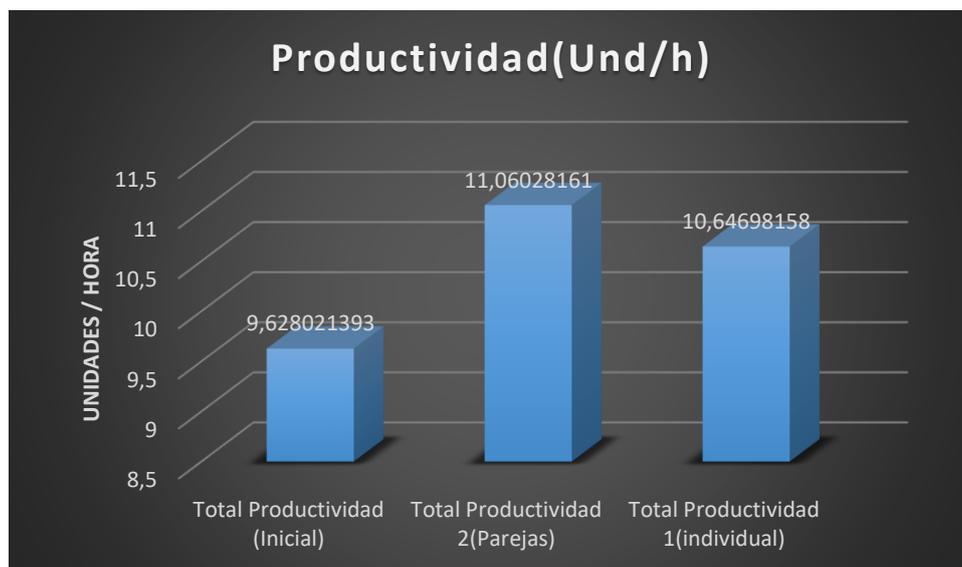
Consideremos que cuando mayor valor punto tenga es mayor tiempo que se demora en realizar las actividades de la sección. La siguiente comparación es en base al tiempo que se emplea, entre la situación inicial y la opción de trabajar individual se tiene una diferencia de 35.78 seg que se demora más la situación inicial y comparando los valores de la opción individual y la opción en parejas se tenía una diferencia de 12.6 segundos a favor del trabajo en parejas esto se puede deducir al menor desplazamiento que realizan las operarias



Resultados 2: Comparación tiempos grapado

En cuanto a productividad en la primera opción (individual) nos da una cantidad de 10.6 unidades/hora que comparada con la situación inicial de 9,6 unidades la hora es un aumento de 1 unidad la hora a favor de la primera opción planteada esto se conseguiría entregando las herramientas adecuadas, los equipos necesarios y teniendo una mesa de trabajo por cada operaria.

En la segunda opción nos da una cantidad de 11.06 unidades/hora realizando el trabajo de a dos personas que comparando con la situación inicial da una productividad de 9.62 unidades/hora dando un aumento de 2.76 unidades la hora a favor de la segunda opción probada.



Resultados 3: Comparación productividad grapado

Mientras que si comparamos las dos distribuciones probadas nos da una diferencia entre la primera y la segunda opción de mejora de 0.86 unidades hora, pero considerando el espacio que se necesitaría para poder implantar la primera opción que es el trabajo individual se ocupa una mayor área ya que cada persona tiene su mesa de trabajo y también al tener cada una sus componentes hace que se ocupe mayor área aun, esto también ocasiona que el reponedor tenga que abastecer 4 puntos de montaje , obviamente el reponedor siendo 4 puestos de grapado el abastecimiento es menos constante que siendo en parejas, y un mayor uso de servicios eléctricos y neumáticos para 4 puestos de trabajo.



Ilustración 13: Posición final sección grapado

Comparando las características que ofrece cada distribución probada es que se decide disponer el trabajo de la sección de grapado se realice en parejas, valorando las unidades a la hora así como el menor espacio ocupado.

5.4 Estandarización sección de grapado

La estandarización del puesto de trabajo de la sección de grapado de pre marcos se encuentran en los anexos 1 y anexo 1.1



6. Sección de prensado

Los pre marcos grapados en la anterior sección son guardados o acumulados en estanterías para luego según sea la necesidad sean usados en la sección de prensado, se reciben los pre marcos grapados de la anterior sección, y al colocar este pre marco sobre un marco es prensado en un equipo denominado prensa el cual tiene un molde que tiene la forma del marco , cuando desciende el pistón sobre el marco y pre marco ejerce presión sobre el molde asegurando así que estos componentes se mantengan en una sola pieza y según sean los requerimientos del cliente varia el color del marco también varía el color de la tela del pre marco.

6.1 Estado inicial del área

Esta sección cuenta con una sola persona que realiza las actividades de prensar los marcos, también se cuenta con una persona adicional preparada para poder realizar esta labor dependiendo si la demanda del cliente que en algunas ocasiones exige un pico de producción.

En la sección de prensado se usan los siguientes componentes:

- Marcos de color blanco y negro.
- Lumbares.
- Pre marcos grapados de varios colores.
- Bolsa.

Y los materiales usados:

- Grasa.
- Paños
- Líquido para limpieza

Las Herramientas usadas son:

- Pinceles.

Y el equipo que se usa es:

- Prensa.
- Molde según sea el modelo de la silla.

Las actividades que se realizan son las siguientes:

- Tomar el respaldo de la jaula retirar la bolsa y llevarlo a la mesa de trabajo.
- Tomar premarcos grapados y trasladarlos a la mesa.
- Se revisa estado de respaldo así como de premarcos

CAMPUS D'ALCOI

- Colocar grasa en el respaldo en la zona donde se colocara los lumbares y también colocar grasa en premarco en la zona de contacto con el lumbar y poner lumbar.
- Poner respaldo en prensa presionar botón de encendido de prensa, retirar respaldo prensado y poner el siguiente (mientras se espera que preense se prepara el siguiente).
- Comprobar funcionamiento del lumbar y retirar sujeciones, embolsar respaldo, llevar respaldo a gabia y dejar ordenado.
- Retirar gabia terminada a zona de almacenaje.
- Traer gabia de respaldos para posteriormente prensar.
- Traer gabia de premarcos tapizados.
- Cambiar rollo de bolsa.

Los componentes a usarse en la sección de prensado son ocasionalmente abastecidos por un reponedor, así como el retiro de jaulas vacías y el retiro de jaulas con producto prensado. La sección cuenta con un operario que prensa los premarcos trabajando con una mesa larga al costado de la prensa como lo muestra la ilustración:

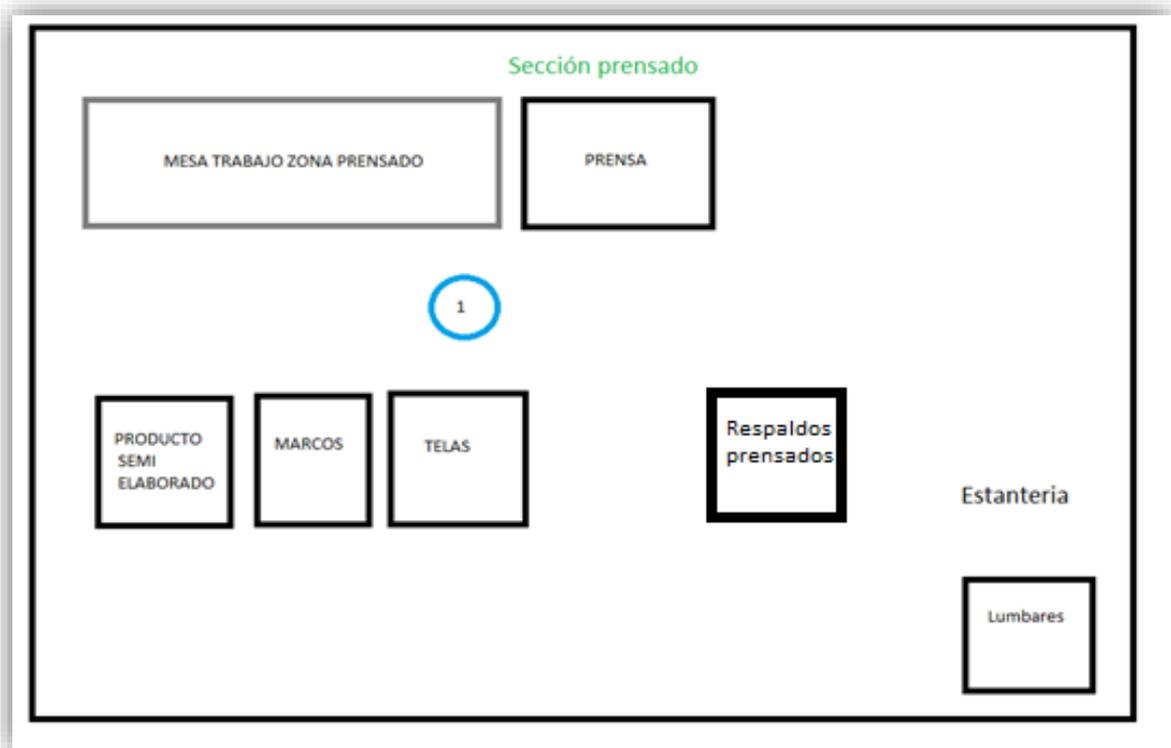


Ilustración 14: Ubicación inicial prensado

Trabajando una persona realiza el siguiente desplazamiento en la zona de trabajo:

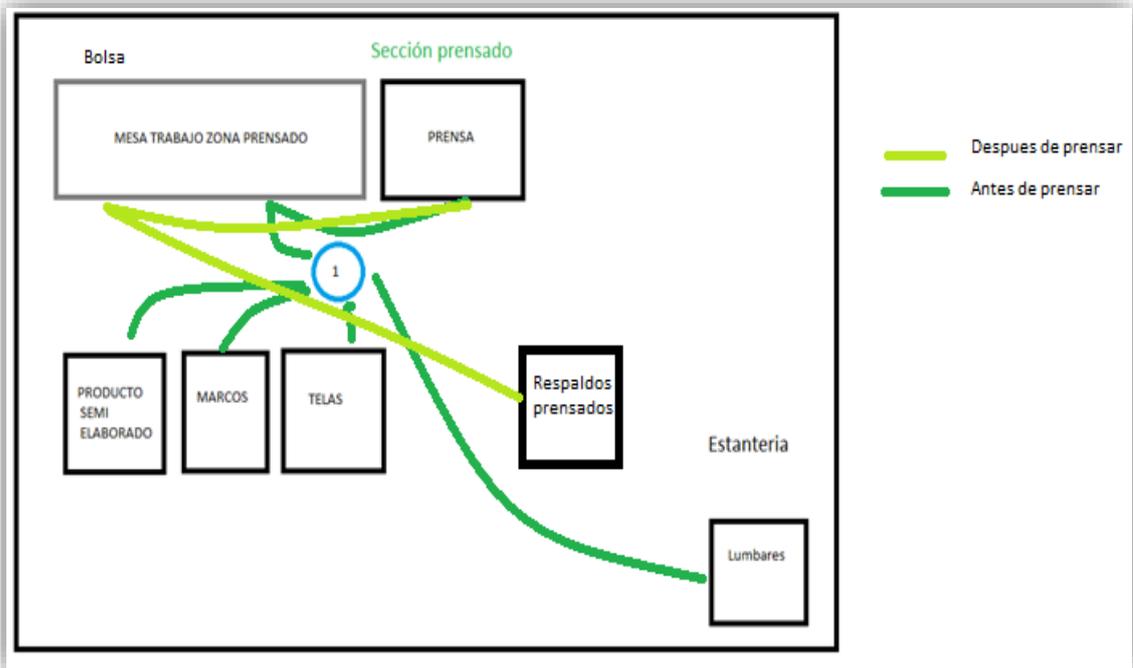


Ilustración 15: Desplazamiento inicial prensado



Ilustración 16: Ubicación real prensado

La forma de trabajo que se venía llevando en la sección era prensar una determinada cantidad de pre marcos los cuales la anterior sección grapa y guarda, como ya lo mencionamos esto se realiza sin guiarse del requerimiento del cliente solamente se hace



CAMPUS D'ALCOI

visualizando que cantidad de material grapado y prensado no se tiene en stock, es por ellos que se decidió que la supervisora de la zona entregue una lista acumulando las necesidades de 4 días dependiendo del pedido del cliente de forma de las unidades a pensar se realicen dependiendo de las necesidades y no acumulando producto que no se vaya usar en el corto plazo ahorrando así espacio y manteniendo un orden para poder cumplir a tiempo el pedido del cliente.

Los componentes utilizados en la zona ocasionalmente son abastecidos por un reponedor, normalmente el operador deja de realizar sus actividades de prensado y sale de su puesto a abastecerse de los respaldos, las telas grapadas en los pre marcos según sea la necesidad, traer gabias vacías para poner el producto terminado así como también retirar las gabias cuando estén acabadas.

Trabajando de la forma mencionada se determinaron los datos de rendimiento inicial para esta sección de trabajo considerando todas las actividades que realiza de principio a fin utilizando la técnica de cronometraje para aplicar la escala de valoración por actividad (la técnica bedaux) , de esta forma podemos determinar el rendimiento de los operarios de modo que al calcular el valor punto de su rendimiento a lo largo del día , así también determinar el ritmo de la actividad que han desarrollado

Nº OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO * UNID	TIEMPO ELEGIDO* COEFICIENTE DESCANSO	
1	Tomar respaldo de jaula, retirar la bolsa y trasladarlo a mesa	7.3	75	9.1	1.14	0.173	1	1.00	0.173	8.322	
2	Poner grasa en respaldo y premarco, colocar premarco sobre respaldo y poner dos sujeciones para asegurarlos	23.8	75	29.8	1.14	0.565	1	1.00	0.565	27.132	
3	revisión de estado de premarcos y apartado de premarcos con imperfecciones	25	75	31.3	1.14	0.594	60/5	12.00	0.049	2.375	
4	Retirar respaldo acabado y poner el siguiente , presionar botón de prensa y colocar respaldo prensado en mesa	16.2	75	20.3	1.14	0.385	1	1.00	0.385	18.468	
5	Comprobar funcionamiento del lumbar y retirar sujeciones embolsar, llevar respaldo a gabia y dejar ordenado	16.7	75	20.9	1.14	0.397	1	1.00	0.397	19.038	
6	Realizar pruebas en pistón para comprobar resistencia del respaldo	19.9	75	24.9	1.14	0.473	1/10	10.00	0.047	2.2686	
7	Retirar gabia con respaldos prensados	180	75	225.0	1.14	4.275	1/60	60.00	0.071	3.42	
8	traer a zona de trabajo gabia con respaldos	180	75	225.0	1.14	4.275	1/50	50.00	0.086	4.104	
9	Buscar premarcos grapados a prensar	180	75	225.0	1.14	4.275	1/50	50.00	0.086	4.104	
10	traer gabia de premarcos tapizados	180	75	225.0	1.14	4.275	1/120	120.00	0.036	1.71	
11	Cambiar rollo de bolsas	180	75	225.0	1.14	4.275	1/250	250.00	0.017	0.8208	
									Total VP	1.911716667	91.7624

Tabla 8: Tiempo inicial prensado



El operario acumula un tiempo total de 91.76 segundos y un valor punto acumulado de las actividades realizadas de 1.911, la productividad puede variar dependiendo del rendimiento que demuestre cada operario si se considera una actividad de 60 da un resultado de 31.3 unidades/hora mientras que si el operaria realiza un rendimiento de 75 realizaría un total de 39.2 unidades /hora luego es trasladado el producto semielaborado hacia el área de prensado o al área de almacenaje.

6.2 Identificación de desperdicios

Luego de un análisis del puesto de trabajo y de un seguimiento de las actividades realizadas en la sección se determinaron los siguientes desperdicios:

- Los componentes no tienen una posición fija en la sección de trabajo.
- Los lumbares se encuentran muy distante del operador ya que el mismo operador es el que se abastece y realiza varios viajes durante el día para abastecerse.
- Cuenta con una mesa larga de trabajo dejando espacio libre para acumular objetos innecesarios generando desorden.
- También al tener la mesa larga y los componentes en el lado opuesto de la mesa hace que sus desplazamientos sean largos.
- La zona de trabajo no está predispuesto para la secuencia de trabajo que realiza el operador ya que los componentes se encuentra desordenados en ninguna posición fija.
- El operador constantemente se mueve de su zona de trabajo para abastecerse de pre marcos grapados.
- Cuando el reponedor no dispone de tiempo el operador se abastece de respaldos lo que hace que se mueva de su puesto de trabajo y como la zona en general no está ordenada tiene que buscar traspale y buscar el componente.
- Cuando culmina de llenar una gabia con producto terminado tiene que trasladarla hacia una zona desocupada para poder poner una gabia vacía que la misma busca y traslada hacia su zona de trabajo.
- Cuando el operario retira las bolsas de los respaldos a prensar los acumula uno apoyado del otro hasta tener unos 5, estos respaldos se pueden caer raspándose uno a otro afectando la calidad del respaldo.
- El operario acumula los respaldos uno sobre otro después de ser prensados formando una pila de 5 para posteriormente embolsarlos en grupo, esto puede hacer que se raspen unos a otros bajando la calidad del producto.

6.3 Evolución de propuestas de mejora

Revisando los datos obtenidos en cuanto a tiempos trabajando con un operario en máquina y en cuanto a los desperdicios evidenciados en esta sección se decidió realizar



dos propuestas de mejora con el fin de poder elevar el rendimiento del operario debido a que en promedio al día solo realizaba 26.7 unidades al día, lo cual da una productividad y un rendimiento muy por debajo de lo esperado.

Las actividades enlistadas en el prensado inicial van siendo afectadas por actividades adicionales como ir hasta un almacén a buscar los componentes necesarios para el montaje y también una actividad adicional es ordenar los marcos prensados en las estanterías del almacén en una nave aledaña.

Trabajando de manera normal con un rendimiento del 60% se debería tener una productividad de 32 unidades a la hora lo cual ni se llega por las actividades adicionales y tiempos perdidos bajando drásticamente las unidades producidas al día, teniendo que hacer horas adicionales para completar las necesidades.

6.3.1 Primera propuesta de mejora

En la lista de desperdicios mencionados anteriormente se comenta que el operario se moviliza reiteradamente de su puesto de trabajo dejando su zona de trabajo, obviamente esto hace que su productividad descienda es por ello que debido a que se cuenta con dos personas capacitadas en poder ser operarios de esta sección se propone realizar una prueba trabajando los dos juntos al mismo tiempo repartiendo todas las actividades en dos partes, esto también ayudaría a que se tenga una mejor revisión de los componentes asegurando la calidad, teniendo como base que al realizar un solo operario su tiempo de ciclo para culminar una unidad prensada es de 87.98 segundos (sin actividades adicionales) y que la prensa solo funciona 23 segundos por cada accionamiento queda un tiempo muerto (tiempo libre de la prensa sin funcionar) excedente que se podría aprovechar trabajando dos personas conjuntamente.

En ese momento solo se tenía una prensa en fabrica y que estaba habilitada para poder prensar y debido a un incremento de requerimientos por parte del cliente, es que el aumento de productividad en esta área es necesario para poder cubrir la necesidad y no afectar a la sección siguiente que se encarga de colocar en las cajas el producto prensado de esta sección.

La forma de trabajo que se ha tenido en cuenta en esta prueba es de trabajar de forma balanceada entre dos operarios así como realizar una distribución adecuada de la zona de trabajo de modo que no se entrecrucen dejando el espacio necesario para su desplazamiento dando comodidad al realizar su actividad, para lograr esto se trabaja con una mesa larga repartida en dos secciones para ambos operarios, la distribución de la sección queda de la siguiente forma:



Ilustración 17: Distribución propuesta 1

Se estableció las rutas de los operarios para evitar pérdidas de tiempos, el desplazamiento de los dos operarios se realiza de la siguiente manera reflejada en la ilustración18:

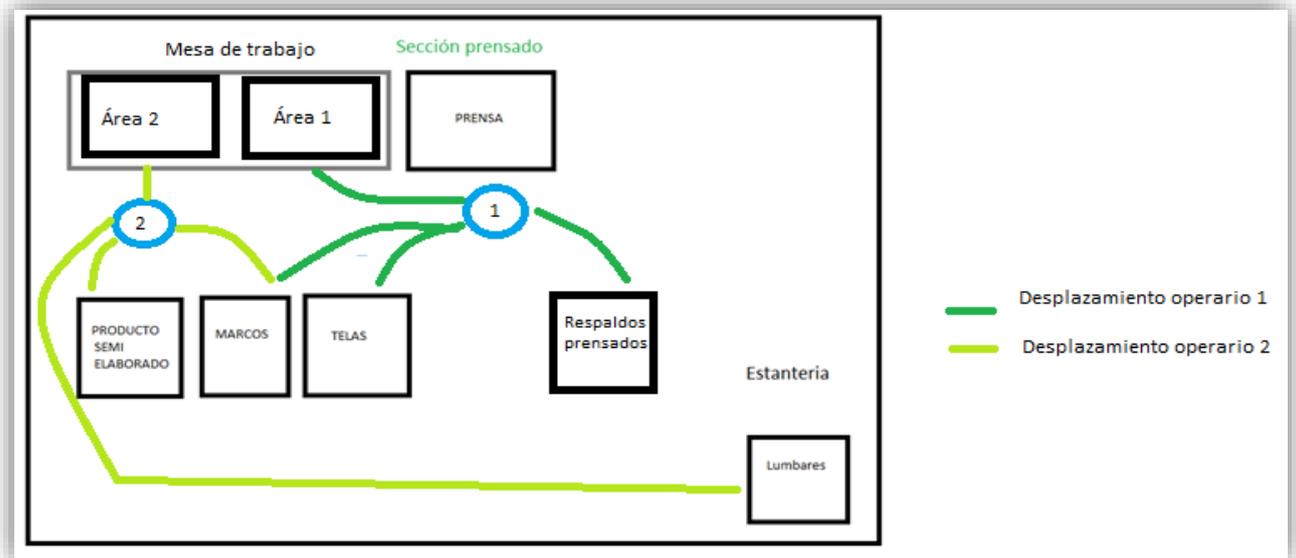


Ilustración 18: Desplazamiento operarios propuesta 1

A continuación se enlistara las actividades que realizaría cada operario:

Actividades realizadas por el primer operario en la sección de prensado:



Nº OP	OPERACIONES
1	Coger respaldo sin bolsa , montar lumbar y colocar grasa en respaldo
2	Poner grasa en premarco y superponer premarco al marco con lumbar y colocar dos sujeciones
3	Retirar respaldo acabado con la prensa y dejar preparado a compañero
4	Introducir marco premontado a prensa y ajustar y dar marcha
5	llevar pieza acabada a pistón para comprobar resistencua respaldo - 1 cada 10 piezas-

Tabla 9: Actividades operario 1 propuesta 1 prensado

Actividades realizadas por el segundo operario sección prensado:

Nº OP	OPERACIONES
1	Coger respaldo de jaula, retirar bolsa y dejar preparado
2	Coger respaldo prensado y dejado en mesa por compañero, revisar estado de respaldo y funcionalidad de lumbar, limpiar y embolsar
3	Llevar respaldo terminado gabia y ordenar en gabia
4	Reponer en mesa lumbares a compañero
5	Reponer a mesa premarcos tapizados
6	cambiar rollo de bolsas
7	retirar cajas de premarcos y palets vacías

Tabla 10: Actividades operario 2 propuesta 1 prensado

Al momento de repartir se hizo de modo que estas actividades estén balanceadas para ninguno de los puestos de trabajo tenga sobrecarga de trabajo o que en uno de los puestos se acumulen existencias, si no se balancea de la manera adecuada ocasionaríamos un cuello de botella en esta sección ralentizando toda la cadena de producción.

El primer operario se encuentra en el extremo derecho de la zona de trabajo realizando una secuencia de actividades que son la primera parte hasta el prensado.

Nº OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO * UNID	TIEMPO ELEGIDO* COEFICIENTE DESCANSO	
1	Coger respaldo sin bolsa , montar lumbar y colocar grasa en respaldo	11.1	75	13.9	1.14	0.264	1	1.00	0.264	12.654	
2	Poner grasa en premarco y superponer premarco al marco con lumbar y colocar dos sujeciones, revisar estado de respaldo	15.1	75	18.9	1.14	0.359	1	1.00	0.359	17.214	
3	Retirar respaldo acabado con la prensa, revisar estado de respaldo y dejar preparado a compañero	8.2	75	10.3	1.14	0.195	1	1.00	0.195	9.348	
4	Introducir marco pre montado a prensa y ajustar y dar marcha	9.4	75	11.8	1.14	0.223	1	1.00	0.223	10.716	
5	llevar pieza acabada a pistón para comprobar resistencia respaldo - 1 cada 10 piezas-	17.9	75	22.4	1.14	0.425	1/10	10.00	0.043	2.0406	
									Total VP	1.0827625	51.9726

Tabla 11: Tiempos operario 1 propuesta1 prensado

El operario acumula un tiempo total de 51.97 segundos y un valor punto acumulado de las actividades realizadas de 1.082 , la productividad puede variar dependiendo del rendimiento que demuestre cada operario si se considera una actividad de 60 da un resultado de 55.45 unidades/hora mientras que si la operaria realiza un rendimiento de 75 realizaría un total de 69.312 unidades la hora consideremos que al trabajar en parejas estas unidades pasan a su compañero antes de salir de la sección y ser trasladado el producto terminado hacia el área de montaje.

El segundo operario realiza el trabajo de la segunda mitad de actividades en el extremo izquierdo de la mesa de trabajo, para posteriormente

Nº OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO * UNID	TIEMPO ELEGIDO* COEFICIENTE DESCANSO	
1	Coger respaldo de jaula, retirar bolsa revisar el estado del respaldo y dejar preparado	90	75	112.5	1.14	2.138	1/11	11.00	0.194	9.327272727	
2	Coger respaldo prensado y dejado en mesa por compañero, revisar estado de respaldo y funcionalidad de lumbar, limpiar y embolsar	22.3	75	27.9	1.14	0.530	1	1.00	0.530	25.422	
3	Llevar respaldo terminado gabia y ordenar en gabia	11	75	13.8	1.14	0.261	1	1.00	0.261	12.54	
4	Reponer en mesa lumbares a compañero	15	75	18.8	1.14	0.356	1/10	10.00	0.036	1.71	
5	Reponer a mesa premarcos tapizados	15	75	18.8	1.14	0.356	1/10	10.00	0.036	1.71	
6	cambiar rollo de bolsas	90	75	112.5	1.14	2.138	1/250	250.00	0.009	0.4104	
7	retirar cajas de premarcos y palets vacias	60	75	75.0	1.14	1.425	1/100	100.00	0.014	0.684	
									Total VP	1.0792	51.80367273

colocar el producto terminado en jaulas para ser usado en la siguiente sección:

Tabla 12: Tiempos operario 2 propuesta 1 prensado

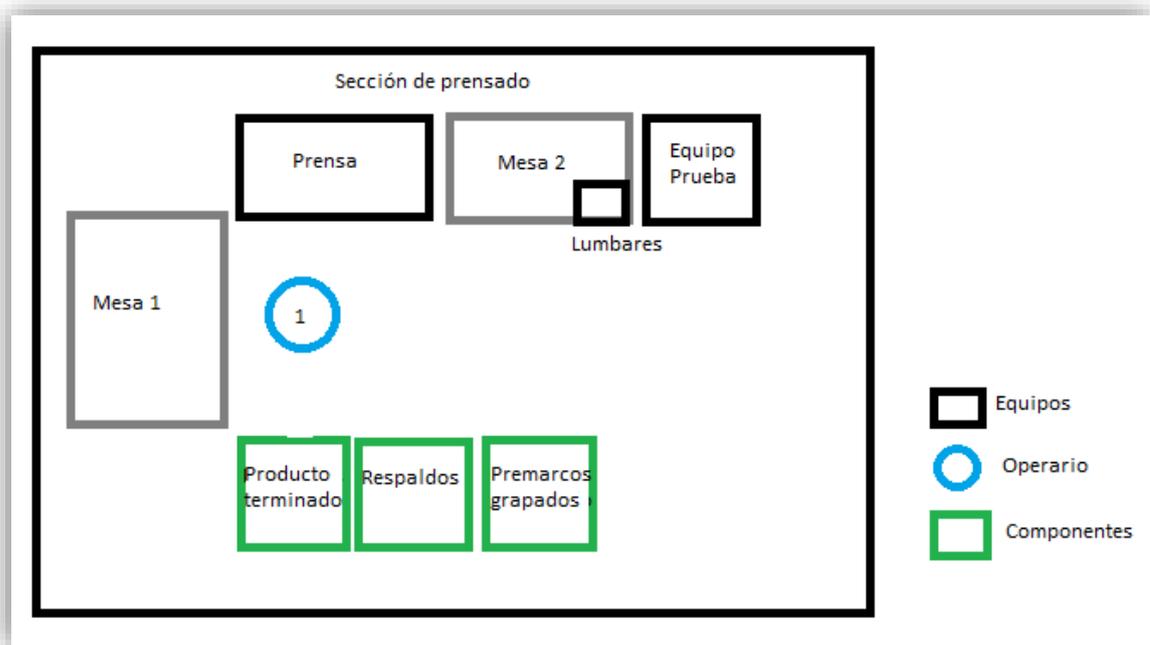
el operario acumula un tiempo total de 51.8 segundos y un valor punto acumulado de las actividades realizadas de 1.079, la productividad puede variar dependiendo del rendimiento que demuestre cada operaria si se considera una actividad de 60 da un resultado de 55.06 unidades/hora mientras que si la operaria realiza un rendimiento de 75 realizaría un total de 69.5 unidades /hora consideremos que al trabajar en parejas estas unidades son las unidades completas de la sección de prensado estas unidades son entregados a la zona de montaje .

6.3.2 Segunda Propuesta de mejora

Esta segunda propuesta sale a partir de que la zona de trabajo inicial no estaba acorde en cuanto a distribución y comodidad para que realice el trabajo una sola persona y al trasladar toda la sección de prensado a una nueva nave es que se decide reordenar los componentes empleados en la sección así como cambiar la mesa de trabajo ya que para que realice el trabajo una sola persona era muy extensa obligando al operario realizar desplazamientos innecesarios.

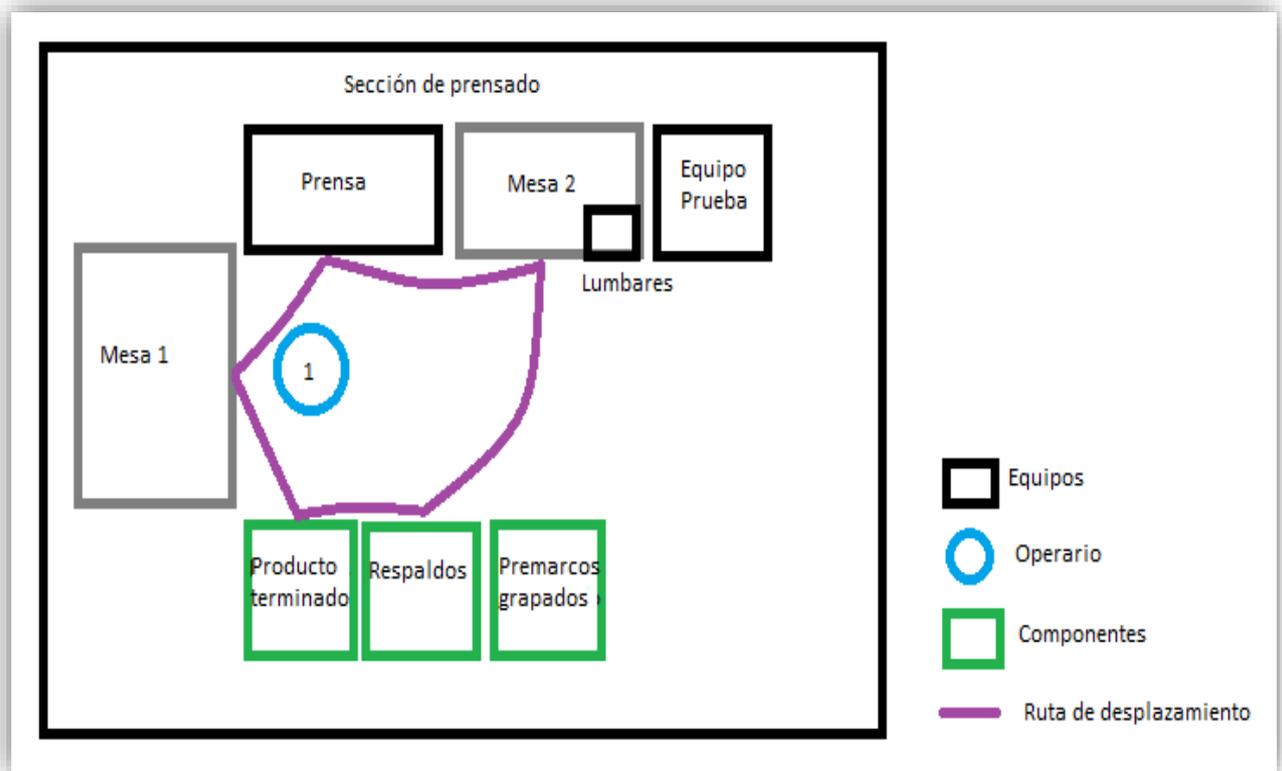
La sección tuvo las siguientes modificaciones:

- El trabajo lo realizaría una sola persona capacitada para poder prensar respaldos.
- Se decide trabajar con dos mesas en vez de una, poniendo en cada lado de la prensa una mesa pequeña de 1.2 m de largo para seguir una secuencia de montaje.
- Los componentes a utilizar en la sección se aproximan a la zona de trabajo de forma que si en algún momento el operario tiene que desplazarse lo tendría más cerca, y esto también permite que el reponedor reducir tiempos de abastecimiento evitando retrasos del operario por falta de componentes.
- Se determina la secuencia de armado y prensado que tiene que seguir constantemente el operario.
- El proceso de prensado se realiza de una pieza en una pieza evitando acumular respaldos y también evitando que estos se puedan raspar o ensuciar bajando la calidad del producto.
- Se determina la ruta y la secuencia de actividades que el operario debe realizar para no realizar desplazamientos innecesarios.



Il·lustración 19: Ubicación prensado propuesta 2

Como ya se encuentra distribuido en la zona de trabajo la ubicación fija de cada uno de los componentes a usar en esta sección como también la ubicación de los equipos y mesa de trabajo se determina la ruta de desplazamiento del operario para poder completar todas las actividades a realiza para poder completar el grapado de un respaldo.



Il·lustración 20: Desplazamiento operario propuesta 2

El operario realiza las siguientes actividades de forma secuencial y cíclica sin cambiar la secuencia al prensar un respaldo.

Nº OP	OPERACIONES
1	Tomar respaldo de jaula, retirar la bolsa , trasladarlo a mesa 2, montar lumbar en marco , poner grasa tanto a marco como a premarco y asegurar con grapas el premarco grapado al marco
2	Retirar marco de prensa, llevar a mesa 2, revisar estado de respaldo, cortar bolsa del rollo y embolsar respaldo.



4	Tomar premarco ya preparado con garras y colocar en presa y accionar la marcha.
5	Quitar tablero y dos hierros de la gabia
6	Reponer a mesa lumbares
7	Reponer a mesa premarcos tapizados
8	Cambiar rollo de bolsa
9	Retirar cajas de premarcos y palet vacío
10	Aprovisionar a mesa gabia con respaldos
11	Aprovisionar a mesa premarcos grapados
12	Poner cartón entre las plantas acabadas
13	Reponer a zona de trabajo caja de lumbares

Ilustración 21: Actividades operario propuesta 2

En la siguiente tabla se detalla el tiempo que toma realizar cada actividad desarrollada en la sección:

Nº OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO * UNID	TIEMPO ELEGIDO* COEFICIENTE DESCANSO	
1	Tomar respaldo de jaula, retirar la bolsa , trasladarlo a mesa 1, montar lumbar en marco , poner grasa tanto a marco como a premarco y asegurar con grapas el premarco grapado al marco	30.2	75	37.8	1.14	0.717	1	1.00	0.717	34.428	
2	Retirar marco de prensa, llevar a mesa 2, revisar estado de respaldo, cortar bolsa del rollo y embolsar respaldo.	27.5	75	34.4	1.14	0.653	1	1.00	0.653	31.35	
4	Tomar premarco ya preparado con garras y colocar en presa y accionar la marcha.	9.6	75	12.0	1.14	0.228	1	1.00	0.228	10.944	
5	Quitar tablero y dos hierros de la gabia	32.4	75	40.5	1.14	0.770	1/50	50.00	0.015	0.73872	
6	Reponer a mesa lumbares	10	75	12.5	1.14	0.238	1/40	40.00	0.006	0.285	
7	Reponer a mesa premarcos tapizados	28.3	75	35.4	1.14	0.672	1/13	13.00	0.052	2.481692308	
8	Cambiar rollo de bolsa	90	75	112.5	1.14	2.138	1/250	250.00	0.009	0.4104	
9	Retirar cajas de premarcos y palet vacío	60	75	75.0	1.14	1.425	1/100	100.00	0.014	0.684	
10	Poner cartón entre las plantas acabadas	8	75	10.0	1.14	0.190	1/20	20.00	0.010	0.456	
11	Reponer a zona de trabajo caja de lumbares	60	75	75.0	1.14	1.425	1/80	80.00	0.018	0.855	
									Total VP	1.721516923	82.63281231

Tabla 13: Tiempos propuesta 2 prensado



El operario acumula un tiempo total de 82.6 segundos y un valor punto acumulado de las actividades realizadas de 1.720, la productividad puede variar dependiendo del rendimiento que demuestre cada operario si se considera una actividad de 60 da un resultado de 34.8 unidades/hora mientras que si la operaria realiza un rendimiento de 75 realizaría un total de 43.5 unidades /hora consideremos que estas unidades son entregados a la montaje.

6.4 Comparación y Conclusión sección de prensado

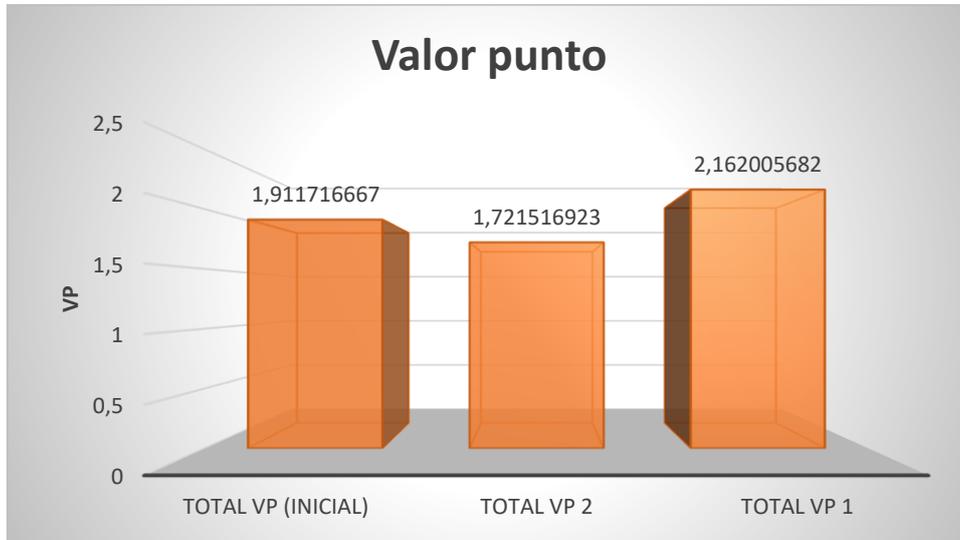
Luego de los datos tomados se podrá determinar cuál de las propuestas probadas nos da un mejor rendimiento.

El método inicial debería dar una productividades de 39 unidades con un rendimiento de 75 que en la realidad no se viene realizando debido a que las condiciones de trabajo del operario varían en cuanto a distancia de componentes ya que no los tiene en una ubicación fija y las distancias varían, el operario solo llega una productividad de 26.7 unidades promedio

Al modificar esta sección con la primera propuesta de mejora se tiene una productividad de 69 unidades /hora trabajando dos personas lo que en este caso no ayuda elevar la productividad por más que se tenga un rendimiento alto, son los tiempos muertos que se generan los que no permitan que se eleve aún más la productividad, estos tiempos muertos son debido a que cuando se revisa los componentes y si uno de ellos no se encuentra en buen estado se tiene que limpiar cortar, etc. Genera retraso al segundo operario ya que el tiempo que le tome al primer operario subsanar el problema es el tiempo que el segundo operario estará sin hacer nada y esto es acumulativo ya que el tiempo también lo marca el tiempo de funcionamiento de la prensa que es 23 segundos que por más que el operario se apure el retraso al siguiente operario se suma por lo que solo se llega a una productividad de 69 unidades la hora con un rendimiento de 75%.

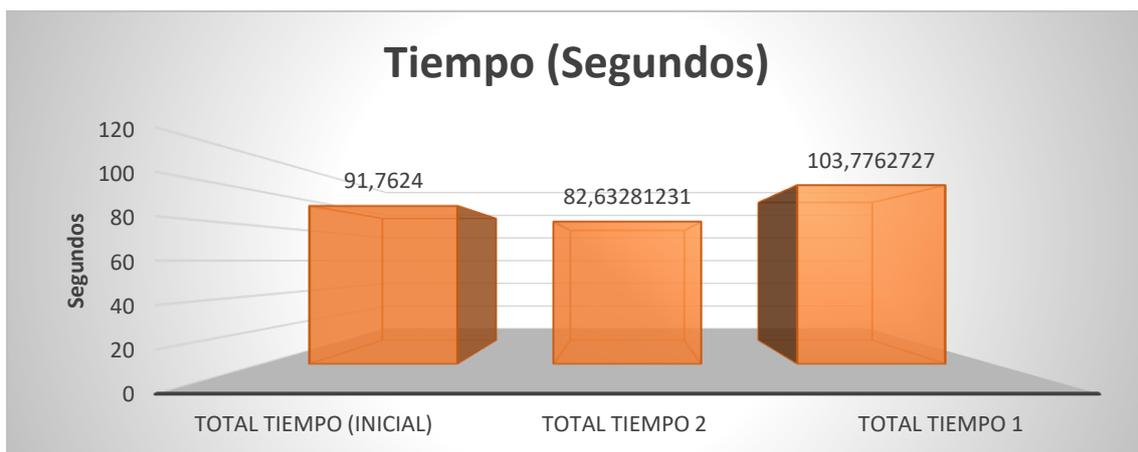
Mientras que la segunda propuesta al ordenar la zona de trabajo y al determinar una secuencia óptima se ve mejoría tanto en el rendimiento del operario como en la productividad llegando a 43.5 unidades la hora.

A continuación se muestra las gráficas comparativas de la etapa inicial y las dos propuestas de mejora:



Resultados 4: Comparación valor punto prensado

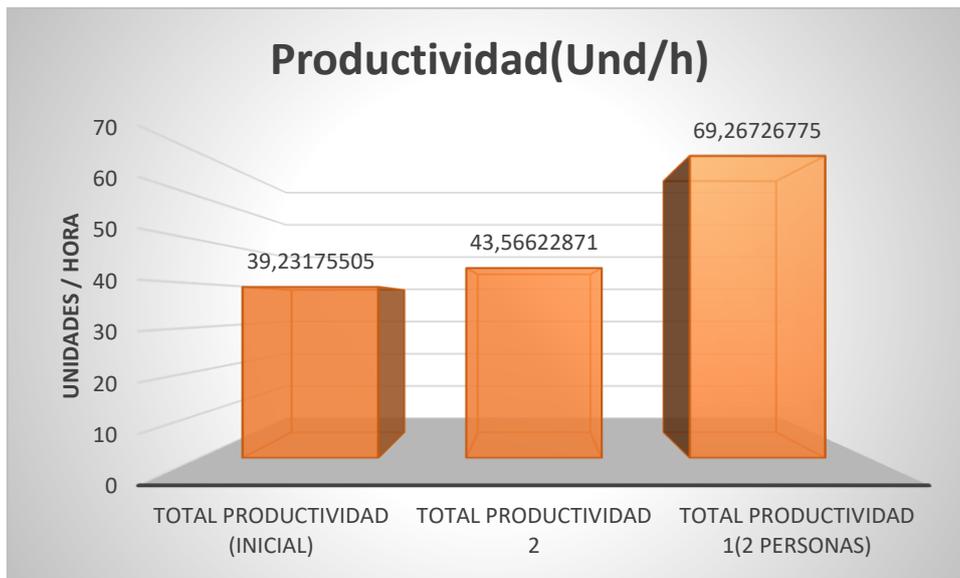
En esta primera grafica comparamos el valor punto que acumula al realizar todas las actividades para poder prensar una unidad (un respaldo), el valor inicial es menor que trabajando con dos personas, la diferencia entre el valor inicial y la primera propuesta (dos personas) es 0.25 de valor punto y la diferencia entre el valor punto inicial y la segunda propuesta de mejora es 0.19 de valor punto siendo menor el valor de la 2da propuesta, esto significa que también en tiempo acumulado un menor tiempo al realizar las actividades.



Resultados 5: Comparación tiempos prensado

Comparando los tiempos acumulados por realizar las actividades para completar un respaldo prensado la situación inicial suma un valor de 91.8 mientras que la primera

opción suma 103.8 siendo mayor esta primera opción por 12 segundos; como se mencionó anteriormente esto se debe a los tiempos muertos de uno de los operarios generado por el retraso de su compañero de sección, mientras que comparando la segunda opción con la situación inicial si se aprecia una mejora resaltante de tiempo acumulado de 9.1 segundos por cada respaldo que realiza que al final del día se ve reflejado en la productividad.



Resultados 6: Comparación productividad prensado

Ahora comparando las 3 opciones la segunda propuesta de mejora es la mejor debido a que acumula una productividad de 43.56 unidades/hora, lo que significa 4.33 unidades /h por encima de la opción inicial lo que se traduce en muchas más unidades producidas al día dependiendo de las horas trabajadas.

Comparando las características que ofrece cada distribución probada es que se decide disponer el trabajo de la sección de prensado se realice de forma individual con la redistribución considerada.

6.5 Estandarización sección prensado

La estandarización del puesto de trabajo de la sección de prensado de respaldos se encuentra en los anexos 2 y anexo 2.1



7 Sección montaje

7.1 Estado inicial del área

En la sección de montaje se emplean los respaldos prensados en la sección de prensado, así como componentes que se almacenan en estanterías distantes de la zona de montaje, en esta sección se realiza la actividad de armar y asegurar con tornillos la base con el asiento y brazos dependiendo de las características solicitadas por el cliente que puede variar el color y el material del brazo así como también puede variar el color de la carcasa (parte inferior del asiento).

Esta zona la realiza dos personas una realiza el armado de la base del asiento para posteriormente pasarlo a su compañero y culminar con el montaje del asiento, embolsado del asiento y embalado con el resto de componentes en una caja, todos los componentes se revisa su estado de calidad (limpieza, despintado, etc) en el pedido se especifica las características de la referencia para que el operario pueda leerlo y colocar los componentes que corresponda para no cometer errores en color, material, etc.

En la sección de montaje se usan los siguientes componentes:

- Carcaza (parte inferior de asiento).
- Mecanismo.
- Componentes de unión.
- Tornillos
- Manetas.
- Barra metálica.
- Brazos.
- Asiento.
- Bolsa.
- Cajas.
- Bases de silla.
- Respaldo.
- Pegamento.

En esta sección se usan los siguientes equipos:

- Atornillador neumático (2 unidades).
- Pistola de goma caliente.
- Ejes de sujeción de asiento (2 unidades).
- Mesa de trabajo.

Y los materiales usados:

- Grasa.
- Paños

- Líquido para limpieza.

En esta sección de trabajo se tenía dos mesas de trabajo en las cuales realizaban las actividades dos personas por cada mesa una persona por cada lado de la mesa y se alternan medio día una persona realiza la primera actividad y medio día realiza la segunda actividad de modo que saben realizar ambas actividades de principio a fin en caso tenga que realizar una sola persona. Se la ilustración 22 se aprecia la distribución de los operación de la zona de trabajo.

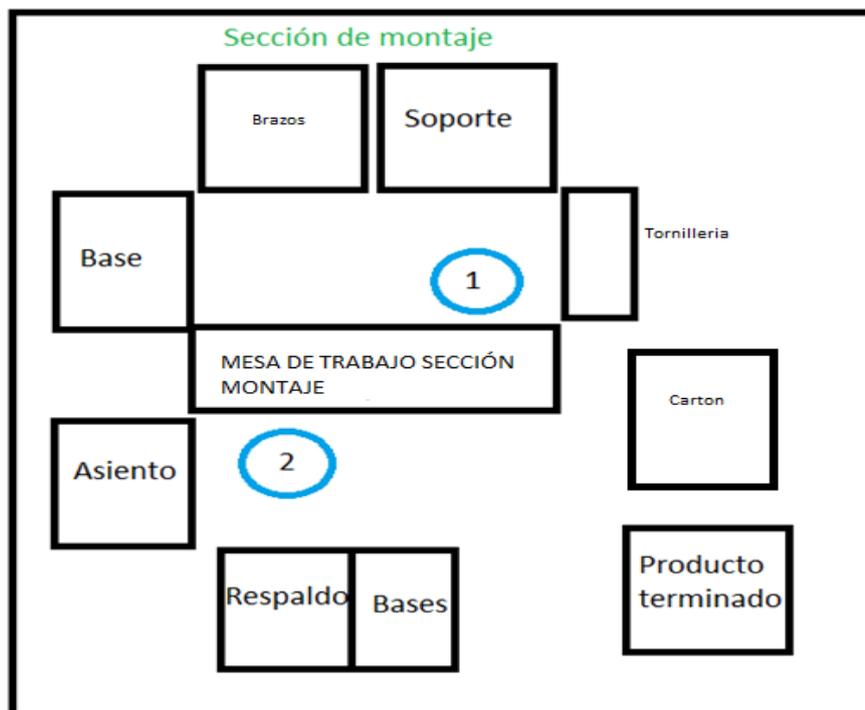


Ilustración 22: Ubicación inicial montaje

Las actividades que se realizan son las siguientes:

- Tomar mecanismo, retirar bolsa, poner mecanismo sobre eje, añadir tornillo y muelle con máquina.
- Poner Carcasa sobre soporte, enganchar muelle, poner casquillos y engrasar los puntos de deslizamiento.
- Asegurar con maquina 4 tornillos y los casquillos colocados previamente.
- Montar dos palancas manetas, colocar eje pletina y asegurar 2 tornillos a pletina.
- Tomar dos brazos, abrir juego manetas e insertar ambos brazos con ayuda de masa de nylon, comprobar que brazos hacen juego y deslizan correctamente.
- Poner etiqueta en borde + pegatina chivato en soporte, encajar asiento con ayuda de los codos.

CAMPUS D'ALCOI

- Tomar bolsa de rollo cortar bolsa y embolsar el asiento acabado.
- Llevar a caja y colocar ordenado en caja.
- Colocar separador de cartón, revisar estado de base y colocarla en caja y colocar caja de ruedas y bomba.
- Cerrar y colocar cola en solapas de caja y añadir 2 etiquetas al finalizar colocar en palet.
- Reponer palet vacío y tornillería necesaria.
- Armar caja.
- Peser cajas de bomba y pegar herrajes.
- Reponer cajas, bolsa y brazos.
- Retirar palet con cajas.

Las rutas que siguen los operarios que realizan el montaje son las siguientes expresadas en la ilustración 23.

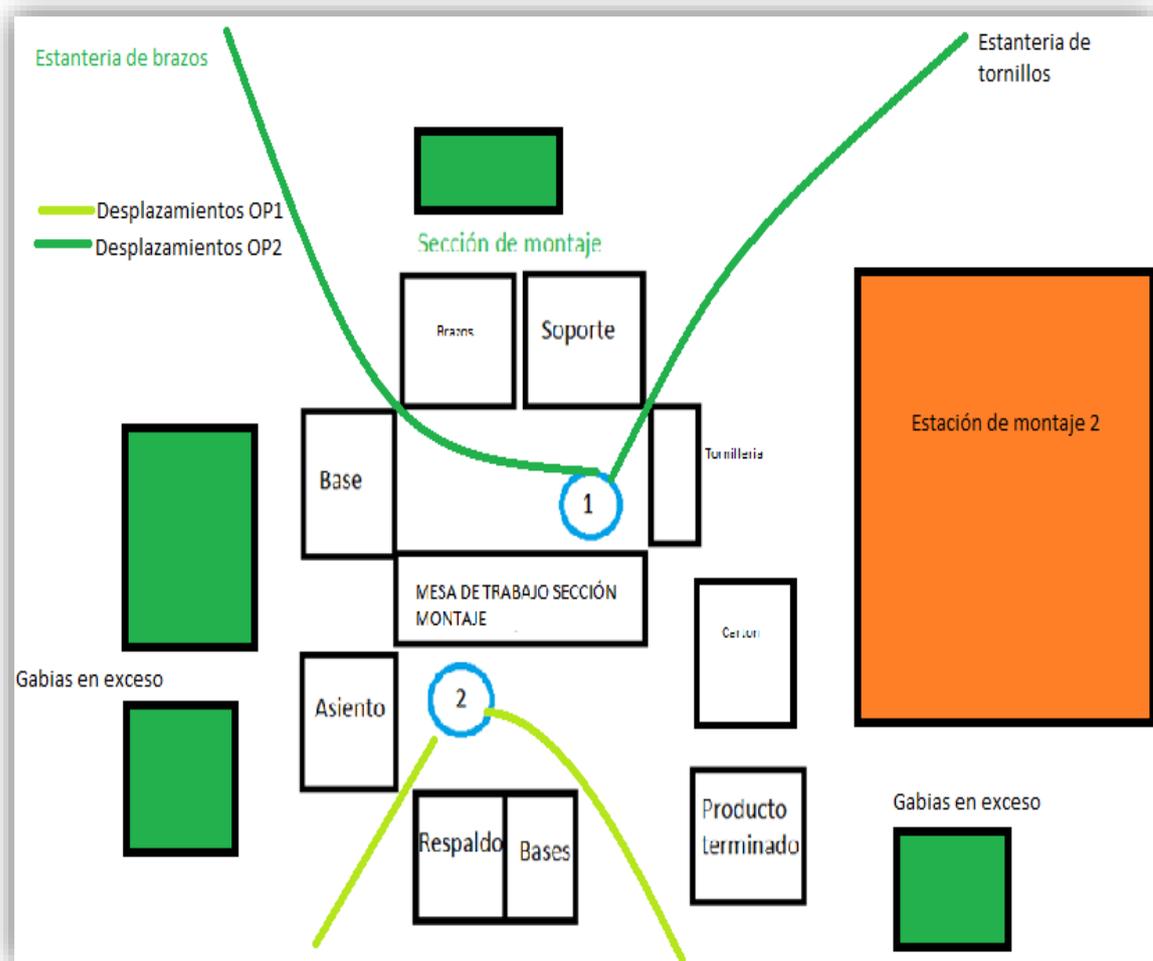


Ilustración 23: Desplazamiento operario montaje inicial



CAMPUS D'ALCOI

A continuación se en listas las actividades que realizan los dos operarios que laboran en la sección de montaje:

El primer operario el cual inicia el montaje del asiento realiza:

Nº OP	OPERACIONES
1	Coger mecanismo, retirar bolsa, poner mecanismo sobre eje, añadir tornillo y muelle para fijarlo con maquina
2	Poner Carcasa sobre soporte, enganchar muelle, poner 4 casquillos y engrasar los puntos de deslizamiento
3	Asegurar con maquina tornillos y los 4 casquillos colocados anteriormente
4	Montar dos palancas manetas, colocar eje pletina y asegurar 2 tornillos a pletina.
5	Reponer tornillería, casquillos , muelles
6	Reponer caja de brazos

Tabla 14: Actividades operario 1 montaje inicial

El segundo operario el cual termina el montaje y embala realiza:

Nº OP	OPERACIONES
1	Tomar dos brazos, abrir juego manetas e insertar ambos brazos con ayuda de masa de nylon, comprobar que brazos hacen juego y deslizan correctamente
2	Poner etiqueta en borde + pegatina chivato en soporte, encajar asiento con ayuda de los codos
3	Tomar bolsa de rollo cortar bolsa y embolsar el asiento acabado.
4	Llevar a caja y colocar ordenado en caja
5	Revisar respaldo , revisar respaldo y base rueda e introducir en caja; introducir separador de cartón y por ultimo colocar caja de ruedas y bomba
6	Cerrar y colocar cola en solapas de caja
7	Montar caja y colocar pegatinas
8	Poner caja en pallet y acomodar en ubicación
9	Pesar cajas de bombas+ruedas en bascula
10	Reponer rollo de bolsas

Tabla 15: Actividades operario 2 montaje



Se tomaron los tiempos que se necesita para realizar cada una de las actividades detalladas anteriormente de modo que se puede evaluar el tiempo total para realizar el montaje y embalado, también se aplica la técnica de cronometraje, la escala de valoración por actividad (la técnica bedaux), de esta forma podemos determinar el rendimiento de los operarios de modo que al calcular el valor punto de su rendimiento. Esto se visualiza en la siguiente tabla 16

CAMPUS D'ALCOI

Nº OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO * UNID	TIEMPO REAL* COEFICIENTE DESCANSO	
1	Coger mecanismo, retirar bolsa, poner mecanismo sobre eje, añadir tornillo y muelle para fijarlo con maquina	16.2	75	20.3	1.14	0.385	1.00	1.0	0.385	18.5	
2	Poner Carcasa sobre soporte, enganchar muelle, poner 4 casquillos y engrasar los puntos de deslizamiento	21.7	75	27.1	1.14	0.515	1.00	1.0	0.515	24.7	
3	Asegurar con maquina tornillos y los 4 casquillos colocados anteriormente	29.5	75	36.9	1.14	0.701	1.00	1.0	0.701	33.6	
4	Montar dos palancas manetas, colocar eje pletina y asegurar 2 tornillos a pletina.	47.8	75	59.8	1.14	1.135	1.00	1.0	1.135	54.5	
5	Tomar dos brazos, abrir juego manetas e insertar ambos brazos con ayuda de masa de nylon, comprobar que brazos hacen juego y deslizan correctamente	56.2	75	70.3	1.14	1.335	1.00	1.0	1.335	64.1	
6	Poner etiqueta en borde + pegatina chivato en soporte, encajar asiento con ayuda de los codos	25.5	75	31.9	1.14	0.606	1.00	1.0	0.606	29.1	
7	Tomar bolsa de rollo cortar bolsa y embolsar el asiento acabado.	19.5	75	24.4	1.14	0.463	1.00	1.0	0.463	22.2	
8	Llevar a caja y colocar ordenado en caja	8.7	75	10.9	1.14	0.207	1.00	1.0	0.207	9.9	
9	Revisar respaldo , revisar respaldo y base rueda e introducir en caja; introducir separador de cartón y por ultimo colocar caja de ruedas y bomba	45.6	75	57.0	1.14	1.083	1.00	1.0	1.083	52.0	
10	Cerrar y colocar cola en solapas de caja	7.7	75	9.6	1.14	0.183	1	1.0	0.183	8.8	
11	Montar caja y colocar pegatinas	60	75	75.0	1.14	1.425	1	1.0	1.425	68.4	
12	Poner caja en palet y acomodar en ubicación	9.5	75	11.9	1.14	0.226	1	1.0	0.226	10.8	
13	Reponer tornilleria, casquillos , muelles	120	75	150.0	1.14	2.850	1/65	65.0	0.044	2.1	
14	Reponer caja de brazos	90	75	112.5	1.14	2.138	1/16	16.0	0.134	6.4	
15	Pesar cajas de bombas+ruedas en bascula	30	75	37.5	1.14	0.713	1/4	4.0	0.178	8.6	
16	Reponer rollo de bolsas	120	75	150.0	1.14	2.850	1/250	250.0	0.011	0.5	
									Total VP	8.630	414.2

Tabla 16: Tiempos montaje



Los dos operarios acumulan un tiempo total de 414.2 segundos y un valor punto promedio de las actividades realizadas de 4.315, la productividad puede variar dependiendo del rendimiento que demuestre cada operario si se considera una actividad de 60 da un resultado de 13.9 unidades/hora mientras que si el operaria realiza un rendimiento de 75 realizaría un total de 17.38 unidades /hora esta es la etapa final de esta zona, el producto de acá sale directamente al cliente.

7.2 Identificación de desperdicios

- El trabajo al realizarlo dos personas las actividades que realizan no se encuentran balanceadas, generando que uno de los operarios acabe antes que el otro, esto genera que la parte que va rápida baje el ritmo de trabajo para equiparar la velocidad de su compañero.
- Las dos mesas de trabajo no realizan la distribución de tareas de la misma forma.
- Los componentes como son los brazos no son abastecidos por el reponedor lo que hace que cada vez que se acaben el operador que se encuentra realizando la primera mitad de actividades se retire de su puesto de trabajo para poder traer los brazos necesarios, que se encuentran en una zona distante del operador cuando llega a la zona de almacenaje de los brazos al no encontrarse identificado se demora en ubicar los brazos necesarios, mientras el compañeros de montaje se queda sin hacer nada o realiza alguna otra actividad, dejando de producir.
- Cuando los pedidos son de pocas unidades estos suele variar los componentes en muchos casos varia el material del brazo lo que hace que el operario haga varios viajes en búsqueda del componente que necesita para ese pedido.
- Los componentes pequeños así como tornillería se abastecen según falte lo que hace que el operador se desplace de su puesto de trabajo parando la producción de la mesa de trabajo.
- Cuando se completa el palet de 15 cajas de referencia si el reponedor no tiene tiempo el operario tiene que salir de puesto de trabajo en búsqueda de un palet para poder retirarlo.
- Cuando el reponedor no puede abastecer con palet vacío el operario sale de su puesto de trabajo en busca de uno para poder continuar con sus actividades ya que si no tiene donde poner las cajas las tendría que acumular en su zona de trabajo para luego volver a cogerlas y poner en el palet que es doble tarea de realizar.
- Las zonas aledañas de las estaciones de montaje se encuentran desordenadas debido a la acumulación de gavias tanto vacías como de productos terminados, ya que no se tiene un lugar fijo determinado para cada cosa, lo que genera que los operarios cuando se desplazan para abastecerse les tome más tiempo aun del ya demorado por las distancias.
- El reponedor con la intención de no realizar varios viajes acumula en la partes aledañas a la sección de montaje componentes a usar en el lapso del día generando acumulación de gavias y desorden en la zona obstaculizando el mismo desplazamiento del reponedor como de las operarias



7.3 Evolución de propuestas de mejora

Teniendo en cuenta todas las falencias mencionadas al realizar el montaje de los asientos y posterior embalado es que se evalúa esta situación y se propone implementar dos formas de realizar el total de las actividades de la sección ambas propuestas se desarrollaron posteriormente al traslado de la zona de montaje variando los siguientes aspectos:

- Los componentes a utilizarse en esta sección de montaje se colocan en estanterías aledañas a las mesas de trabajo esto para agilizar su reposición.
- Se determinó zonas específicas donde almacenar los componentes para si no generar desorden y pérdida de tiempo en ubicar los componentes que se vayan a utilizar en el montaje.
- Se estableció una zona de producto terminada lo cual ayuda a descongestionar los pasillos y evitar retardo en la reposición.
- Se trabaja en mejorar el desempeño del reponedor para evitar que falten componentes a los operarios, y a la vez evitar que ellos se desplacen en búsqueda de los componentes faltantes abandonando su puesto de trabajo y bajando la productividad de la sección.
- La nueva ubicación de la sección permite fácil acceso tanto para la reposición como para la evacuación de producto terminado.

7.3.1 Primera propuesta de mejora

Esta primera propuesta se realizando el trabajo de montaje dividido en 4 operarios lo que anteriormente se hacía en dos personas, se balancea los tiempos que se emplea en montar un asiento y de embalar para que no se generen tiempos muertos más aún que siendo 4 operarios estos tiempos muertos se multiplican por 4.

Esta prueba se realiza considerando que el desempeño de los 4 operarios sea parejo para que no se genere algún cuello de botella por que alguno de los operarios sea más lento que los demás. Se adapta la sección de montaje ya que los componentes tienen que estar cerca de cada uno de los 4 operarios según sea su uso quedando la sección de montaje de la siguiente manera:

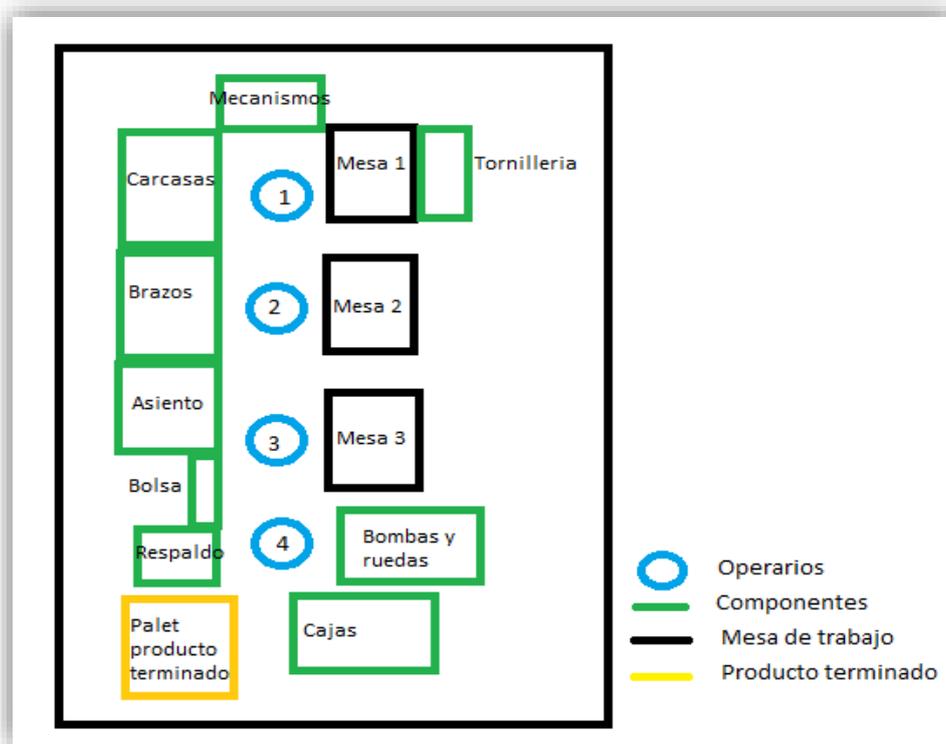


Ilustración 24: Ubicación montaje propuesta 1

Se distribuyó la sección según la imagen para que los operarios al realizar sus actividades realicen el mínimo desplazamiento evitando desperdicio por pérdida de tiempo en movimientos innecesarios. El desplazamiento de los 4 operarios es de la siguiente

manera:

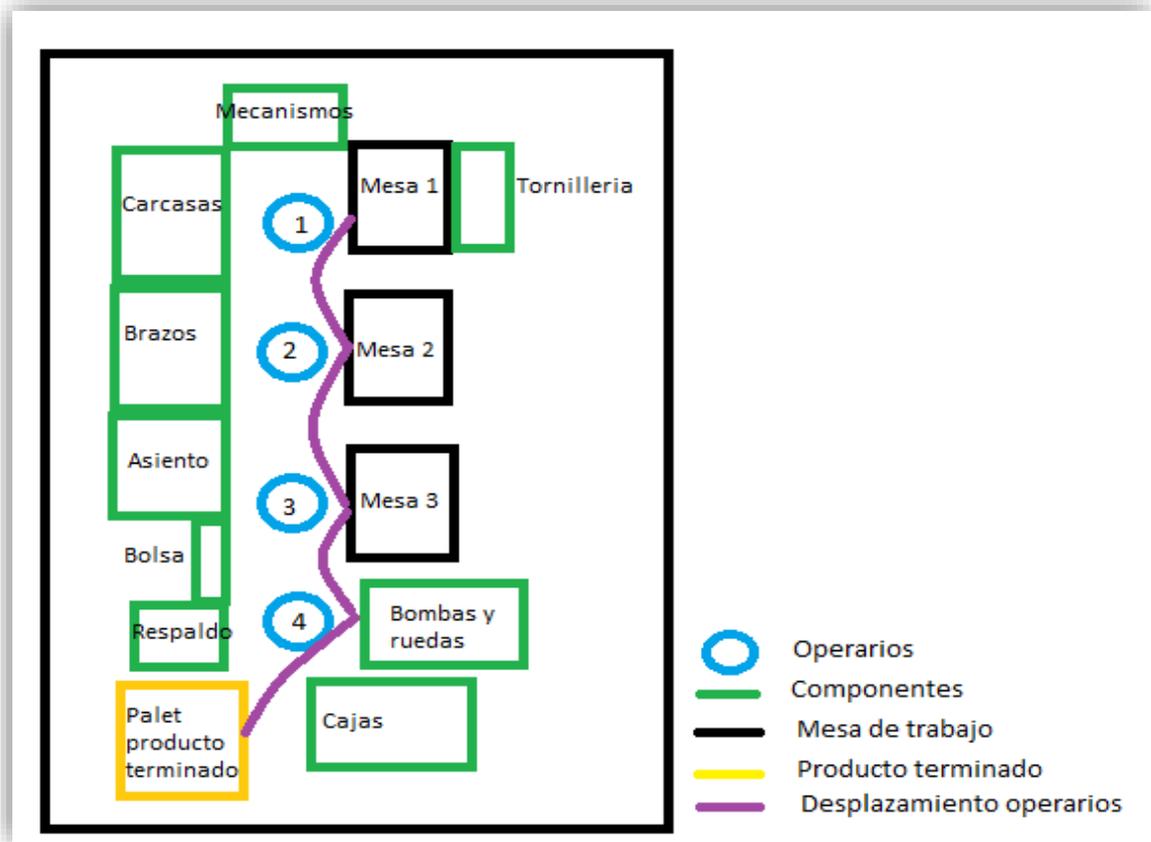


Ilustración 25: Desplazamiento operarios propuesta 1

A continuación se enlistara las actividades que realizaría cada operario, esta asignación de actividades por cada operario se realiza de forma balanceada evitando cargar a alguno de los operarios con más actividades que el resto.

Actividades realizadas por el primer operario en la sección de montaje son:

Nº OP	OPERACIONES
1	Coger mecanismo, retirar bolsa, poner mecanismo sobre eje, añadir tornillo y muelle para fijarlo con maquina
2	Poner Carcasa sobre soporte, enganchar muelle, poner 4 casquillos y engrasar los puntos de deslizamiento
3	Asegurar con maquina tornillos y los 4 casquillos colocados anteriormente
4	Montar dos palancas manetas, colocar eje pletina y asegurar 2 tornillos a pletina.
5	Reponer tornilleria, casquillos , muelles

Tabla 17: Actividades operario 1 propuesta 1



CAMPUS D'ALCOI

Actividades realizadas por el segundo operario en la sección de montaje son:

Nº OP	OPERACIONES
1	Coger brazos , añadir grasa , abrir juego manetas e insertar ambos brazos con ayuda de masa de nylon
2	Comprobar que brazos hacen juego y deslizan correctamente

Tabla 18: Actividades operario 2 propuesta 1

Actividades realizadas por el tercer operario en la sección de montaje son:

Nº OP	OPERACIONES
1	Coger base asiento, poner etiqueta en borde + pegatina chivato en soporte
2	Coger asiento y colocar en la base(carcasa) presionando con los codos
3	Tomar bolsa de rollo cortar bolsa y embolsar el asiento acabado.
4	Montar caja , colocar pegatinas e introducir asiento montado
5	Reponer rollo de bolsas

Tabla 19: Actividades operario 3 propuesta 1

Actividades realizadas por el cuarto operario en la sección de montaje son:

Nº OP	OPERACIONES
1	Revisar respaldo y añadir a caja, revisar y añadir base rueda a; introducir separador de cartón, colocar en caja hoja de instrucciones.
2	Pegar caja de tornillos a caja de bomba e introducir en la caja con el resto de componentes
3	Cerrar y colocar cola en solapas de caja , colocar pegatinas y dejar en palet
4	Pesar cajas de bombas+ruedas en bascula

Tabla 20: Actividades operario 4 propuesta 1

Aplicando la técnica de cronometraje (bedaux) se determinó el valor punto de cada operario así como el de la sección, también se tiene los tiempos que se necesitan para realizar cada actividad estos datos se aprecian en la siguiente tabla 21:

N° OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO * UNID	TIEMPO REAL* COEFICIENTE DESCANSO	
1	Coger mecanismo, retirar bolsa, poner mecanismo sobre eje, añadir tornillo y muelle para fijarlo con maquina	25	75	31.3	1.14	0.594	1.00	1.0	0.594	28.5	
2	Poner Carcasa sobre soporte, enganchar muelle, poner 4 casquillos y engrasar los puntos de deslizamiento	30.2	75	37.8	1.14	0.717	1.00	1.0	0.717	34.4	
3	Asegurar con maquina tornillos y los 4 casquillos colocados anteriormente	23.5	75	29.4	1.14	0.558	1.00	1.0	0.558	26.8	
4	Montar dos palancas manetas, colocar eje pletina y asegurar 2 tornillos a pletina.	9.8	75	12.3	1.14	0.233	1.00	1.0	0.233	11.2	
5	Reponer tornilleria, casquillos , muelles	120	75	150.0	1.14	2.850	1/65	164.0	0.017	0.8	
6	Coger brazos , añadir grasa , abrir juego manetas e insertar ambos brazos con ayuda de masa de nylon	37.3	75	46.6	1.14	0.886	1.00	1.0	0.886	42.5	
7	Comprobar que brazos hacen juego y deslizan correctamente	53.7	75	67.1	1.14	1.275	1.00	1.0	1.275	61.2	
8	Coger base asiento, poner etiqueta en borde + pegatina chivato en soporte	16.6	75	20.8	1.14	0.394	1.00	1.0	0.394	18.9	
9	Coger asiento y colocar en la base(carcasa) presionando con los codos	23.6	75	29.5	1.14	0.561	1.00	1.0	0.561	26.9	
10	Tomar bolsa de rollo cortar bolsa y embolsar el asiento acabado.	16.4	75	20.5	1.14	0.390	1.00	1.0	0.390	18.7	
11	Montar caja , colocar pegatinas e introducir asiento montado	33.5	75	41.9	1.14	0.796	1.00	1.0	0.796	38.2	
12	Reponer rollo de bolsas	120	75	150.0	1.14	2.850	1/250	250.0	0.011	0.5	
13	Revisar respaldo y añadir a caja, revisar y añadir base rueda a; introducir separador de cartón, colocar en caja hoja de instrucciones .	41.1	75	51.4	1.14	0.976	1.00	1.0	0.976	46.9	
14	Pegar caja de tornillos a caja de bomba e introducir en la caja con el resto de componentes	16.4	75	20.5	1.14	0.390	1.00	1.0	0.390	18.7	
15	Cerrar y colocar cola en solapas de caja , colocar pegatinas y dejar en palet	28.2	75	35.3	1.14	0.670	1	1.0	0.670	32.1	
16	Pesar cajas de bombas+ruedas en bascula	30	75	37.5	1.14	0.713	1/4	4.0	0.178	8.6	
									Total VP	8.645	415.0

Tabla 21: Tiempos propuesta 1

El 4 operarios acumulan un tiempo total de 415 segundos y un valor punto promedio de las actividades realizadas de 2.161, la productividad puede variar dependiendo del rendimiento que demuestre cada operario si se considera una actividad de 60 da un resultado de 27.76 unidades/hora mientras que si los operarios realizan un rendimiento de 75 realizaría un total de 34.7 unidades /hora consideremos que estas unidades son entregados a la montaje.

7.3.2 Segunda Propuesta de mejora

La otra propuesta de mejora en esta zona es considerando también que el abastecimiento de los componentes es realizado por el reponedor , en el caso de la tornillería se realiza una sola vez y es en el inicio de turno;, en esta modalidad se emplea bandejas para poder distribuir los componentes en 5 niveles según sean las unidades que incluye cada pedido, de modo que se delimita en cada nivel las unidades de cada pedido evitando así que pueda haber errores por error en el montaje , cada bandeja tiene un total de 15 sillas en total lo que entra en un palet, si sobra algún componente en la bandeja esto significa que alguna de las cajas están incompletas.



Ilustración 26: Reubicación tornillería montaje

En esta propuesta de mejora se trabaja con dos operarios; esta propuesta nació debido a reclamos por falta de componentes o error por tener un componente diferente al especificado que se da debido a que el operario durante todo el día monta muchas sillas y si en algún momento se descuida puede olvidarse o colocar algún componente que no corresponda, al utilizar estas bandejas se evita confusiones y se asegura la calidad.

En total se emplean dos bandejas por mesa de trabajo una por cada operario, como se mencionó estas bandejas tienen 5 niveles en ambas bandejas en la primera bandeja se coloca la carcasa, el mecanismo y los brazos, el primer nivel de esta bandeja coincide con los componentes del primer nivel la segunda bandeja que corresponden al mismo pedido y así sucesivamente con los 5 niveles, en la segunda bandeja se coloca asiento, respaldo, base, bomba y ruedas

Estas bandejas vienen siendo preparadas anticipadamente por el reponedor en la zona de preparación, de modo que solo llegan a la zona de trabajo las bandejas preparadas, con los solo los componentes necesarios y listo para montar; con esta modalidad se ahorra espacio en la sección de montaje.



Ilustración 27: bandejas para piezas propuesta 2

La distribución de la sección de montaje queda como lo muestra la siguiente imagen:

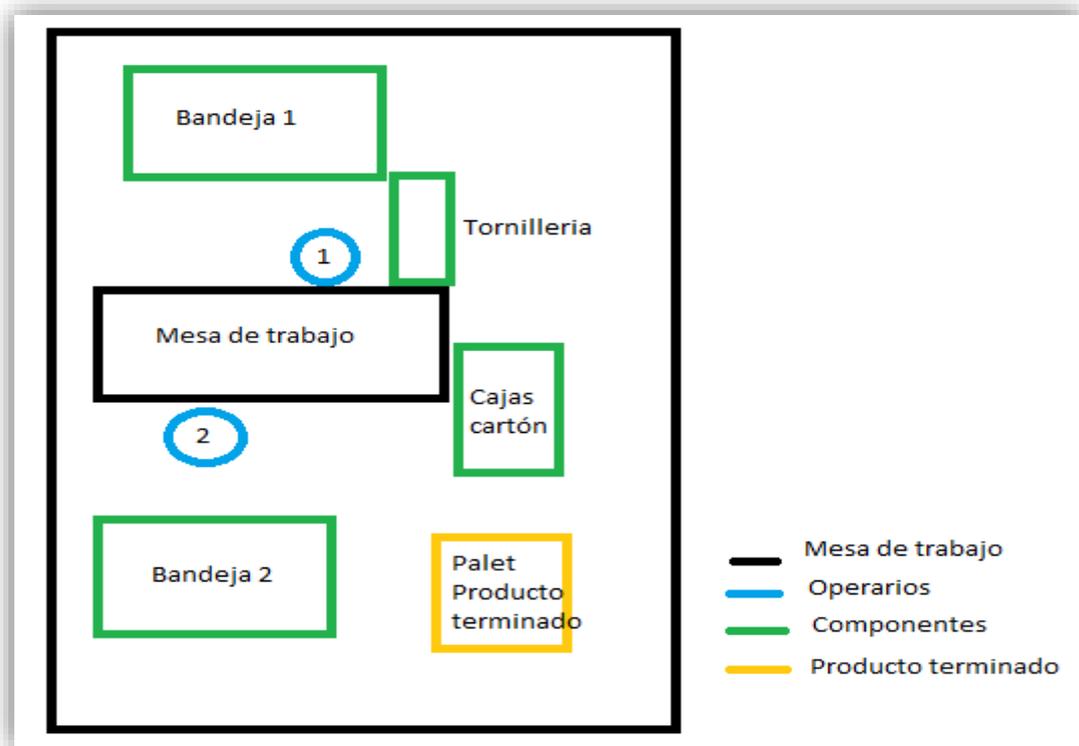


Ilustración 28: Ubicación propuesta 2

En la ilustración 29 se muestra el desplazamiento de las operarias:

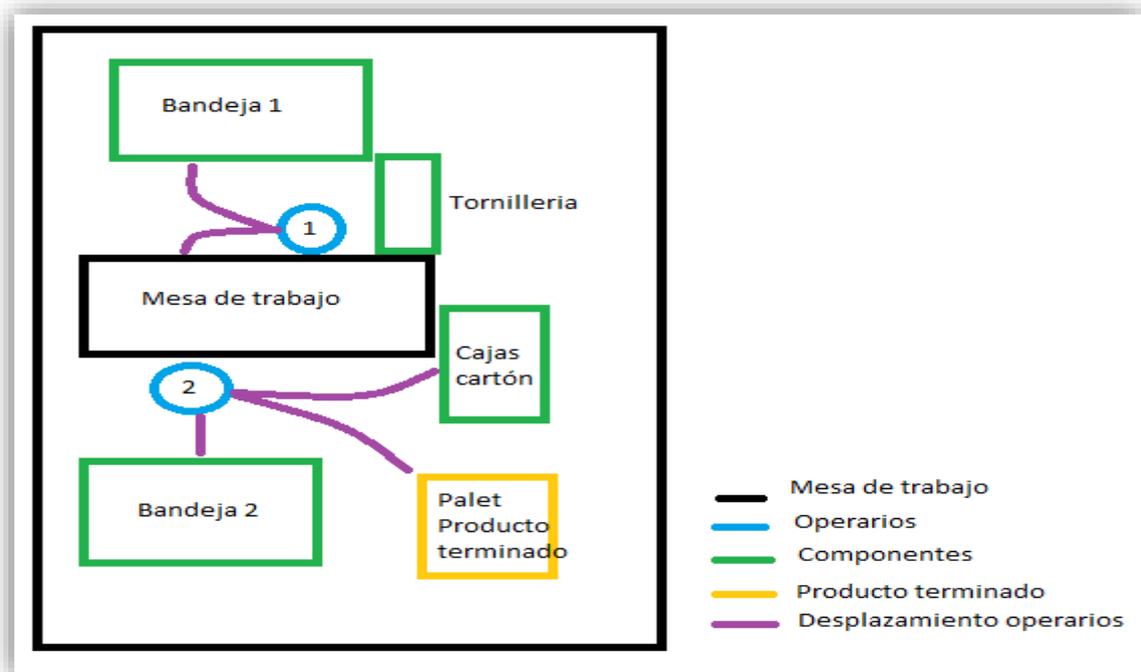




Ilustración 29: Desplazamiento propuesta 2

A continuación se enlistara las actividades que realizaría cada operario, esta asignación de actividades por cada operario se realiza de forma balanceada evitando formar cuellos de botella y cargar a alguno de los operarios con más actividades que el resto.

Actividades realizadas por el primer operario en la sección de montaje son:

Nº OP	OPERACIONES
1	Coger mecanismo, retirar bolsa, poner mecanismo sobre eje, añadir tornillo y muelle para fijarlo con maquina
2	Poner carcasa sobre soporte, enganchar muelle, poner 4 casquillos y engrasar los puntos de deslizamiento
3	Asegurar con maquina tornillos y los 4 casquillos colocados anteriormente
4	Montar dos palancas manetas, colocar eje pletina y asegurar 2 tornillos a pletina.
5	Tomar dos brazos, abrir juego manetas e insertar ambos brazos con ayuda de masa de nylon, comprobar que brazos hacen juego y deslizan correctamente
6	Reponer tornilleria, casquillos , muelles

Tabla 22: Actividades operario 1 propuesta 2 montaje

Actividades realizadas por el segundo operario en la sección de montaje son:

Nº OP	OPERACIONES
1	Poner etiqueta en borde + pegatina chivato en soporte, encajar asiento con ayuda de los codos
2	Tomar bolsa de rollo cortar bolsa y embolsar el asiento acabado.
3	Llevar a caja y colocar ordenado en caja
4	Revisar respaldo , revisar respaldo y base rueda e introducir en caja; introducir separador de cartón y por ultimo colocar caja de ruedas y bomba
5	Cerrar y colocar cola en solapas de caja
6	Montar caja y colocar pegatinas
7	Poner caja en palet y acomodar en ubicación
8	Pesar cajas de bombas+ruedas en bascula
9	Reponer rollo de bolsas

Tabla 23: Actividades operario 2 propuesta 2 montaje

En la siguiente tabla se detalla el tiempo que toma realizar cada actividad desarrollada en la sección por ambos operarios:

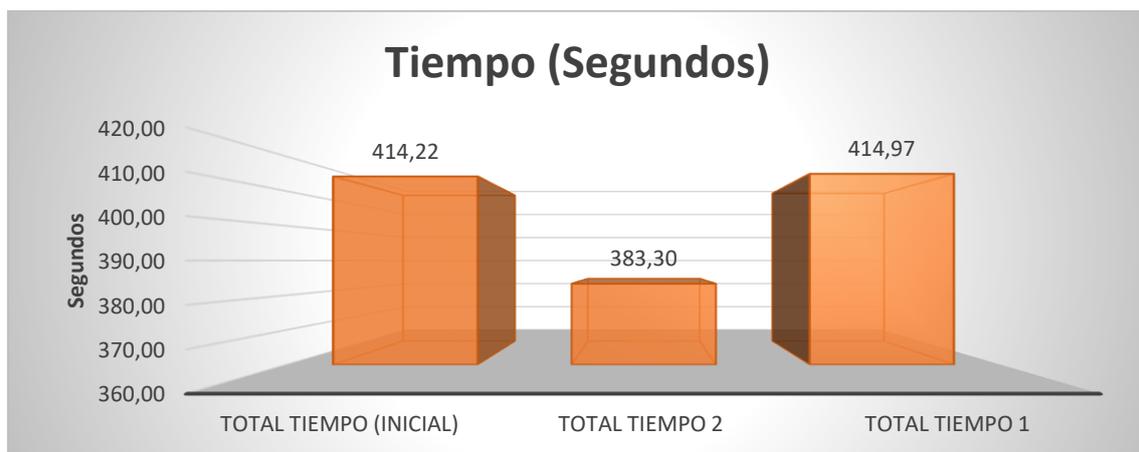
Nº OP	OPERACIONES	TIEMPO ELEGIDO	ACTIVIDAD	TIEMPO NORMAL	COEFICIENTE DESCANSO	VALOR PUNTO ELEMENTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA POR UNIDAD	VALOR PUNTO * UNID	TIEMPO REAL * COEFICIENTE DESCANSO	
1	Coger mecanismo, retirar bolsa, poner mecanismo sobre eje, añadir tornillo y muelle para fijarlo con maquina	15.8	75	19.8	1.14	0.375	1.00	1.0	0.375	18.0	
2	Poner carcasa sobre soporte, enganchar muelle, poner 4 casquillos y engrasar los puntos de deslizamiento	21.5	75	26.9	1.14	0.511	1.00	1.0	0.511	24.5	
3	Asegurar con maquina tornillos y los 4 casquillos colocados anteriormente	27.3	75	34.1	1.14	0.648	1.00	1.0	0.648	31.1	
4	Montar dos palancas manetas, colocar eje pletina y asegurar 2 tornillos a pletina.	45.3	75	56.6	1.14	1.076	1.00	1.0	1.076	51.6	
5	Tomar dos brazos, abrir juego manetas e insertar ambos brazos con ayuda de masa de nylon, comprobar que brazos hacen juego y deslizan correctamente	55.8	75	69.8	1.14	1.325	1.00	1.0	1.325	63.6	
6	Reponer tornilleria, casquillos , muelles	120	75	150.0	1.14	2.850	1/65	65.0	0.044	2.1	
7	Poner etiqueta en borde + pegatina chivato en soporte, encajar asiento con ayuda de los codos	23.7	75	29.6	1.14	0.563	1.00	1.0	0.563	27.0	
8	Tomar bolsa de rollo cortar bolsa y embolsar el asiento acabado.	18.1	75	22.6	1.14	0.430	1.00	1.0	0.430	20.6	
9	Llevar a caja y colocar ordenado en caja	7.5	75	9.4	1.14	0.178	1.00	1.0	0.178	8.6	
10	Revisar respaldo , revisar respaldo y base rueda e introducir en caja; introducir separador de cartón y por ultimo colocar caja de ruedas y bomba	35.5	75	44.4	1.14	0.843	1.00	1.0	0.843	40.5	
11	Cerrar y colocar cola en solapas de caja	7.5	75	9.4	1.14	0.178	1	1.0	0.178	8.6	
12	Montar caja y colocar pegatinas	60	75	75.0	1.14	1.425	1	1.0	1.425	68.4	
13	Poner caja en palet y acomodar en ubicación	8.4	75	10.5	1.14	0.200	1	1.0	0.200	9.6	
14	Pesar cajas de bombas+ruedas en bascula	30	75	37.5	1.14	0.713	1/4	4.0	0.178	8.6	
15	Reponer rollo de bolsas	120	75	150.0	1.14	2.850	1/250	250.0	0.011	0.5	
									Total VP	7.985	383.3

Tabla 24: Tiempos propuesta 2 montaje

El 2 operarios acumulan un tiempo total de 383.3 segundos y un valor punto promedio de las actividades realizadas de 3.993, la productividad puede variar dependiendo del rendimiento que demuestre cada operario si se considera una actividad de 60 da un resultado de 15.02 unidades/hora mientras que si los operarios realizan un rendimiento de 75 realizaría un total de 18.78 unidades /hora esta es la etapa final de esta zona, el producto de acá sale directamente al cliente.

7.4 Comparación y Conclusión sección de montaje

Luego de realizar las dos propuestas de mejora (trabajando 4 personas en cadena y de dos personas con otra metodología de trabajo) con los datos obtenidos podemos comparar y tomar una decisión empezaremos a comparar el método inicial con la propuesta de 4 personas en cuanto al tiempo que toma realizar la actividad de montar y embalar una unidad de silla.



Resultados 7: Comparación tiempos montaje

Hay una diferencia de entre la primera propuesta (4 personas) y el montaje inicial que se tenía de menos de 1 segundo, se podía esperar que este trabajo de 4 personas podría ser mejor pero lo que limita el aumento de productividad como reducir el tiempo de montaje es:

- Primero que si uno de los operarios encuentra algún déficit de calidad en alguno de los componentes esto hace que este operario tenga que subsanarlo como puede ser limpiar alguna mancha, cambiar de bolsa por rotura, etc. y el tiempo que emplea en solucionar este problema es un tiempo muerto para el resto de operarios.
- Segundo que al tener los pedidos diferentes características y cantidades variables cada uno de los operarios tiene q revisar constantemente los datos del pedido para evitar cometer errores en colocar un componente que no corresponda o que falte en el embalaje final.

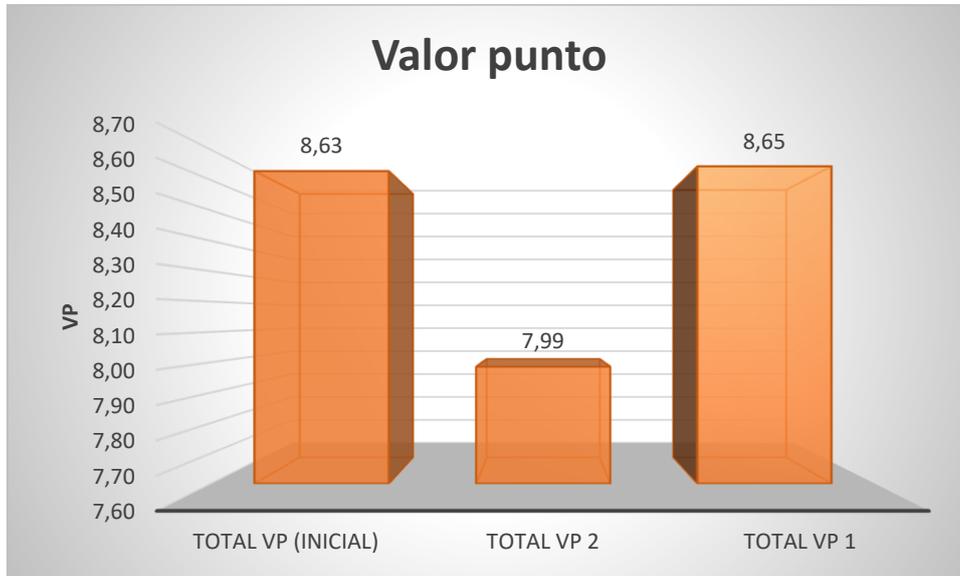
- Tercero el trabajo de cada operario esta balanceado en tiempo si es que los componentes llegan en buen estado pero cada puesto de trabajo de la sección tiene dificultades diferentes por ejemplo el puesto 4 tiene mayor desgaste físico ya que tiene q cargar las cajas para poder colocarlas en el palet y al ser un trabajo repetitivo esto hace que este operario se canse más durante la jornada laboral por lo que una opción fue rotar los operarios en los puestos de la sección , lo que genera esta rotación es relentizar el proceso de montaje al iniciar las labores en uno de los puestos hasta que se adapte y agarre velocidad , pero si esta rotación es varias veces al día la productividad no va ser pareja.

Es por ello que el trabajo en cadena de 4 personas no resulto tan efectivo como se esperaba.



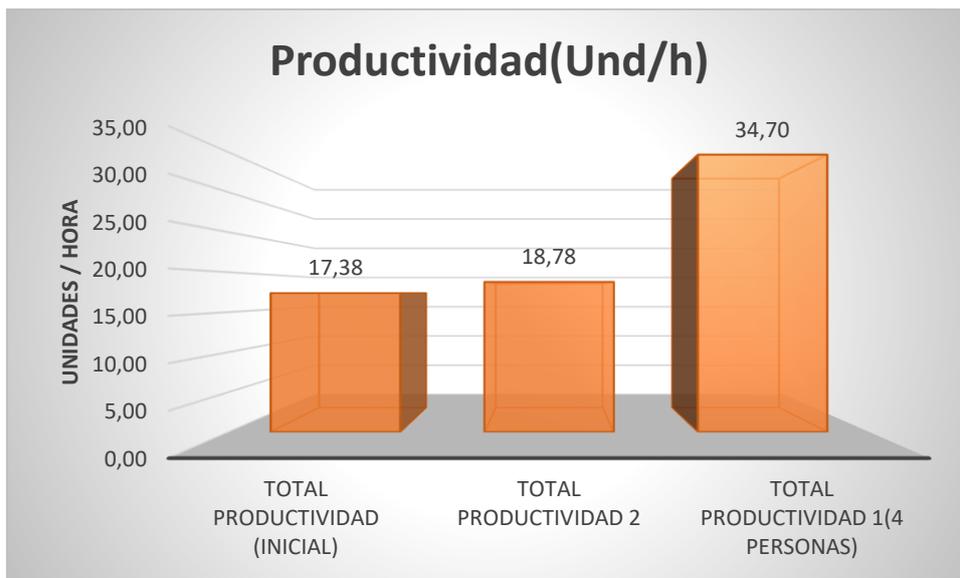
Ilustración 30: ubicación final propuesta 2 montaje

Comparando el tiempo inicial con el de la según propuesta de mejora se tiene una diferencia de 30 segundos al montar una silla, se nota una gran mejora que también se reflejara en la productividad diaria, pero al realizar esta segunda propuesta de mejora conlleva a que el reponedor realice un trabajo previo de seleccionar los pedidos similares en cuanto a componentes e ir armando las bandejas con los componentes necesarios para completar un pedido por lo que el reponedor tiene que estar muy atento en no equivocarse y colocar un componente que no corresponde, tanto el reponedor tiene que revisar el pedido de inicio a fin con tal de asegurar el correcto armado de bandejas y los operarios serían un segundo filtro ya que ellos también cuentan con las características del pedido de modo que revisan si los componentes que están montando son los correctos.



Resultados 8: Comparación valor punto montaje

Con los datos obtenidos también se puede comparar el valor punto que va de la mano con el tiempo empleado en cada actividad, en la segunda propuesta de mejora se obtiene un valor punto de 7.99 con una diferencia por debajo de 0.64 comparado con la propuesta inicial y una diferencia de 0.66 comparado con la primera propuesta de mejora.



Resultados 9: Comparación productividad montaje



Y por último considerando un rendimiento del 75 se obtiene una productividad de 18.78 trabajando en parejas , teniendo 1.4 unidades/hora por encima del trabajo inicial y de la misma forma comparado con la productividad trabajando de 4 personas con una diferencia de 1.43 unidades hora por encima siempre la segunda propuesta de mejora.

Por lo que se concluye que la forma más óptima de trabajo es de dos personas trabajando con bandejas aparte de que se produce más unidades la hora esta forma de trabajo ocupa menos espacio casi 9 m² menos comparado con el espacio de ocupación de los componentes de la forma inicial, en cuanto a la reposición se tiene que trabajar en su forma de trabajo ya que en esta sección como en las demás otras cumple un papel trascendental en cuanto a preparación de componentes , que estos estén correctos según los pedido y que estén a tiempo en cada sección de trabajo.

7.5 Estandarización sección montaje

La estandarización del puesto de trabajo de la sección de montaje de sillas se encuentra en los anexos 3 y anexo 3.1



8. Líneas futuras

En la empresa los planes a corto plazo es continuar montando nuevos modelos de sillas conforme el mercado solicite por lo que la zona de montaje sería ampliada, como también se empezaría a tapizar los asientos, actualmente provienen de un cliente el cual envía según una previsión siendo esta anticipada a la previsión de montaje por lo que se almacena, al tapizar en la fábrica este proceso iría de la mano con las necesidades de la zona de montaje y así evitar trasladar dos veces este componente y que ocupe espacio de almacenaje por un mayor tiempo del necesario.

Así como también la zona de pre montajes, teniendo en cuenta que en fabrica se inyectan piezas plásticas de brazos y respaldos que se envían al proveedor para que sean montados y regresen para ser utilizados en la zona de montaje, es por ello que se ha iniciado a realizar el montaje de estos brazos y respaldos en planta después de ser inyectados, evitando traslados innecesarios hacia el cliente restando coste logístico así como mano de obra, esta área de pre montajes se viene configurando en una nave aledaña que está iniciando su trabajo dependiendo de las necesidades de componentes del área de montaje, en esta área también se medía el rendimiento del personal ya que es necesario cumplir con metas considerando que la zona de montajes depende directamente de esta otra zona, también se realizaran estándares de premontajes conforme se consolide esta área.

Dentro de los planes también se está evaluando realizar pre montajes a pie de maquina considerando la saturación de cada máquina de inyección, si el operario cuenta con tiempo para poder realizar este pre montaje teniendo en cuenta que sería después del tiempo de enfriamiento de esta pieza para evitar problemas de calidad, esto permitiría que las piezas salgan pre montadas desde máquina. No se podría pre montar todos los componentes pero se avanzaría con los que el tiempo de saturación de maquina lo permita como son brazos de la silla.

Dentro de los otros cambios considerados a realizar en la zona de premontajes y montajes es digitalizar toda la información que llega hasta los operarios ya que al tenerla de esta manera, se tendría actualizada y de forma accesible tanto para el área de supervisión como para los operarios ayudando a evitar cometer errores, actualmente esta información se maneja en hojas de papel y no en tiempo real.



9. Conclusiones finales

- Para poder hacer un diagnóstico adecuado se tiene que analizar minuciosamente los puestos de trabajo para luego de la identificación de los desperdicios en cada sección de trabajo de la zona de montaje se pudo optimizar el desempeño de los operarios de modo que se eleva la productividad.
- La forma de poder conseguir la mejor metodología de trabajo es a través de la mejora continua en cada puesto mediante prueba y validación, al llevar al cabo las pruebas se pudo considerar la mejor forma de trabajo y como los modelos que se montan varían durante el tiempo es que la mejora nunca termina.
- El tener contacto con los operarios así como escuchar sus comentarios es fundamental para enfocar de una mejor manera las mejoras ya que ellos son los que viven el día a día y las dificultades las tienen ellos y la comodidad y mejora que haya los ayudara a desempeñarse mejor.
- El hecho de la zona de trabajo este organizada de una manera adecuada y cómoda al operario hace que el operario se enfoque en producir de forma relajada y sin presiones cumpliendo las metas planteadas.
- El tener un estándar de trabajo en una sección y que este mismo trabajo lo realicen varias personas hace que se pueda comparar el desempeño, aptitudes y habilidades entre los operarios para poder encontrar el lugar adecuado para este.
- El hecho de tener la medición de los indicadores como el rendimiento y productividad permite evidenciar fallas en el proceso así como también controlar a los operarios para poder realizar los ajustes necesarios.
- La forma de medición de rendimiento también es una forma de poder establecer el pago de primas por el desempeño de los operarios de modo que se da incentivos a los operarios que presentan un mejor performance.
- Cuando ya se tenga un estándar definido así como la metodología de funcionamiento de toda la zona se puede definir las categorías de primas ya que sin tener un estándar no se podría medir efectivamente el desempeño de los operarios.
- El incentivar al personal permite también a los operarios ser creativos para poder proponer ideas de mejora para poder solucionar problemas u optimizar sus actividades.



10. Bibliografía

- Ing. Lillian Padilla y Anne Sophie Tejeda (2011) . Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos Ciencia y Sociedad. Revista Ingeniería Primero, Vol. XXXVI, núm 2, 276-310
- Francisco González Correa Beachmold (2007). LEAN MANUFACTURING. PRINCIPALES HERRAMIENTAS. Revista Panorama Administrativo, Año 1 No. 1,85-90.
- M.C. José Luis Rivera Martínez MGFN. Ricardo Aguirre Choix MEF Mahiely Balvanera García Cruz MEF Roberto Ruiz Pérez (2011). Revista El Buzón de Pacioli, Número Especial 74.
- Ohno T.(1991). El sistema de producción Toyota. Más allá de la producción a gran escala. Productivity
- GUILLERMO MEJÍA AGUILAR-TRINY CAROLINA HERNÁNDEZ C (2007) Seguimiento de la Productividad en Obra. Técnicas de Medición de Rendimientos de Mano de Obra
- Juan Giralt Contreras. (2013) Sistema Bedaux.
- Cuatrecasas L. (2011). “Volver a empezar”. Lean Management. Editorial profit.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Plan de mejora de productividad de la línea de montaje de mobiliario de oficina.

Definición de estándares de trabajo

11. Anexos