



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de mejora del proceso productivo para la elaboración de sillas
tipo UNAN en el PIMA, RUPAP.

AUTOR

Br. María Fernanda Palma Urbina.

TUTOR

Ing. Pietro Marcelo Silvestri Jirón.

Managua, 11 de agosto de 2020

DEDICATORIA

A Dios:

Mi padre celestial que me ha dado la vida y la oportunidad de cursar todos los años de mi carrera universitaria y poner en mi camino a tantos seres de luz que me apoyan y me impulsan a ser mejor cada día haciendo posible que cumpla una de las metas más importantes de mi vida. Además de ayudarme a desarrollar mi sabiduría para poder desarrollar con éxito este proyecto.

A mi familia:

Que siempre me han apoyado y han alentado cada proyecto de mi vida. Y en especial a mi hermano que solo me brinda su amor y me ha escogido como su ejemplo en la vida impulsándome a nunca darme por vencida y a mis padres que a pesar de los obstáculos siempre han querido lo mejor para mí y han luchado por que sus hijos seamos personas de bien que aporten a la sociedad y tengan sueños y metas en la vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por ayudarme a no desfallecer aun en los peores momentos, por ser la guía espiritual que seguía cuando creí no completar mis proyectos, además de ser el responsable de darme la vida y el entendimiento para poder realizar todas las etapas de este proyecto.

A mi Familia

Por estar conmigo cuando no quería continuar y ser los consejeros de mi vida para ayudarme a tomar decisiones acertadas para mi vivir, por ser la luz cuando creí estar sola.

A mis amigos

Por acompañarme y ser los primeros en dejarme ver mis habilidades y defectos para poder mejorar como ser humano, además de ser mi distracción de momentos turbulentos en mi vida.

A las Autoridades y Docentes

Por ser mi guía durante estos 5 años de mi vida universitaria, en especial al Ing. Daniel Cuadra y a mi tutor el Ing. Pietro Silvestri por ser los motores de mi enseñanza y por permitirme absorber de sus conocimientos y ser mi mejor ejemplo de vida profesional.

Al Programa Institucional de la Madera de la Universidad Nacional de Ingeniería

Por permitir trabajar mi proyecto final dentro de sus instalaciones y brindarme las condiciones adecuada para desenvolverme.

Gracias Infinitas

María Fernanda Palma Urbina

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde a una propuesta de mejora del proceso productivo de la elaboración de sillas tipo UNAN en el taller del Programa Institucional de la Madera de la Universidad Nacional de Ingeniería, dicho documento se presenta como estudio monográfico para la culminación de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial, comprendido de los meses de diciembre de 2019 y mayo de 2020.

Dicho estudio inicio con el diagnóstico del método de trabajo realizando entrevistas y un check list con formatos facilitados por el libro de estudios del trabajo de la OIT. Además, se procedió a utilizar la metodología de las 9M y la herramienta de la metodología Lean, los 7 desperdicios, para tener un análisis más detallado. Donde se descubrió de qué forma se realiza el proceso productivo, se conocieron cada una de las operaciones y quienes interactúan en ellas.

Posteriormente se procedió a realizar un estudio de métodos para determinar el tiempo estándar del proceso y así poder determinar que operaciones estaban generando atrasos al proceso. En la determinación del tiempo estándar se procedió a utilizar el sistema de clasificación de Westinghouse para la valoración del desempeño de los operarios, además de añadir los suplementos dictados por la OIT para precisar el tiempo en que se debería desarrollar cada una de las operaciones a cabalidad. Luego se estudió la distribución en la que se encuentra cada una de las maquinarias y puestos de trabajo por donde el material avanza, utilizando el método de la distribución de planta denominada Fabricación por procesos. Y así definiendo que movimientos se deberían de realizar para tener un mejor flujo de las operaciones.

Y finalmente para culminar con el estudio se procedió a auxiliarse del Mapa de la Cadena de Valor (VSM) para definir la eficiencia del ciclo del proceso y determinar qué acciones eran necesarias para poder incrementar dicha eficiencia y mejorar cada punto de decadencia encontrado en todo el análisis del proceso productivo para que posteriormente las autoridades competentes pusieran en marcha cada una de las acciones recomendadas.

Contenido

1.	Introducción.....	1
2.	Antecedentes	3
3.	Justificación.....	4
4.	Objetivos	5
4.1	Objetivos General.....	5
4.2	Objetivos Específicos	5
5	Marco Teórico	6
5.1	Ingeniería de Métodos.....	6
5.1.1	Conceptos básicos	6
5.1.2	Definición de actividades.....	7
5.2	Lean Manufacturing.....	9
5.2.2	Conceptos básicos	9
5.2.3	El flujo del valor y eliminación del desperdicio	12
5.2.4	Métrica y principios del proceso Lean.....	13
5.2.5	Gestión de desperdicios	14
6	Diseño Metodológico	15
6.1	Tipo de Investigación	15
6.2	Diseño de Investigación	16
6.2.1	Según alcance de los resultados.....	16
6.2.2	Según el período en que se realiza el estudio	16
6.3	Métodos para la Recolección de Datos	17
6.4	Análisis de la Información.....	20
7	Capítulo I: Diagnóstico del Taller	22
7.1	Las 9 M	23
7.1.1	Administración (Management).....	23
7.1.2	Mercado (Market).....	23
7.1.3	Dinero (Money)	24
7.1.4	Personal (Manpower)	24
7.1.5	Motivación (Motivation)	25
7.1.6	Materiales (Materials).....	26
7.1.7	Maquinarias (Machinery)	26
7.1.8	Métodos (Methods)	27
7.1.9	Mecanización y automatización.....	35
7.2	Los 7 Desperdicios Lean	35

7.2.1	Transporte.....	35
7.2.2	Sobreproducción	36
7.2.3	Esperas.....	36
7.2.4	Sobre inventario	36
7.2.5	Procesos que no agreguen valor.....	36
7.2.6	Defectos.....	36
7.2.7	Movimientos innecesarios	37
7.3	Análisis del Método de Trabajo	37
7.4	Estudio de Tiempos y Movimientos.	54
7.5	Distribución de Planta	77
7.5.1	Diagrama SLP.....	79
7.5.2	Diagrama relacional de actividades.....	82
7.6	Value Stream Map.....	84
8	Capítulo II: Plan de Acción.	87
8.1	Diagrama Sinóptico Propuesto.	87
8.1.1	Descripción del diagrama sinóptico propuesto.	88
8.2	Distribución de Planta Propuesta.	90
8.3	Value Stream Map Propuesto.....	91
8.3.1	Comparación de la eficiencia del ciclo del proceso.....	92
8.4	Plan de Acción	94
9	Conclusiones.....	98
10	Recomendaciones	99
11	Bibliografía.....	100
12	Anexos.....	101

Listado de Tablas

Tabla 1, Matriz de Operacionalización de Variable.....	17
Tabla 2, Resultados de aciertos en materiales.	38
Tabla 3, Resultados de aciertos Manejo de Materiales.....	40
Tabla 4, Resultados de aciertos de Herramientas y Accesorios.	42
Tabla 5, Resultados de aciertos de Montaje de Maquinarias.....	44
Tabla 6, Resultados de aciertos Operaciones o Trabajos.....	46
Tabla 7, Resultados de aciertos Operadores.....	48
Tabla 8, Resultados de Condiciones Laborales.....	50
Tabla 9, Consideraciones Finales.....	52
Tabla 10, Tiempo promedio de las operaciones.	54
Tabla 11, Valoración Westinghouse.	60
Tabla 12, Tiempo Normal.	65
Tabla 13, Tiempo Estándar.	71
Tabla 14, Áreas de trabajo PIMA.....	77
Tabla 15, Cuantificación de proximidad de las actividades.	79
Tabla 16, Cuantificación de motivos de proximidad de actividades.	80
Tabla 17, Diagrama SLP.	81
Tabla 18, Eficiencia del Ciclo del Proceso (Actual).	85
Tabla 19, Eficiencia del Ciclo del Proceso (Propuesto).....	92
Tabla 20, Comparación de ECP Actual vs Propuesto.....	93
Tabla 21, Plan de acciones propuestas.....	94
Tabla 22, Continuación.....	96

Listado de Gráficos

Gráfico 1, Proceso de Tratamiento de la Materia Prima	28
Gráfico 2, Diagrama Sinóptico Actual.	29
Gráfico 3, Resultados Materiales.....	39
Gráfico 4, Resultado de Manejo de Materiales.	41
Gráfico 5, Resultados de Herramientas y Accesorios.	43
Gráfico 6, Resultado de Montaje de Maquinarias.	45
Gráfico 7, Resultados de Operaciones o Trabajos.....	47
Gráfico 8, Resultados Operadores.	49
Gráfico 9, Resultados de Condiciones Laborales.	51
Gráfico 10, Diagrama relacional de actividades.....	83
Gráfico 11, Diagrama Sinóptico propuesto.	87

Listado de Planos

Plano 1, Distribución de Planta actual.	78
Plano 2, Value Stream Map Actual.	86
Plano 3, Distribución de Planta propuesta	90
Plano 4, Value Stream Map Propuesto.....	91

Listado de Imágenes

Imagen 1, Gestión de los desperdicios	14
Imagen 2, Organigrama PIMA.	25

1. Introducción

La Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) es una casa de estudios universitarios radicada en la ciudad de Managua, Nicaragua, estatal y autónoma. Es la primera universidad nacional que aglutina en una sola casa de estudios las ingenierías existentes hasta finales del siglo XX en Nicaragua. La UNI consta de dos recintos universitarios en la ciudad de Managua.

- Recinto Universitario "Simón Bolívar" (RUSB) Managua
- Recinto Universitario "Pedro Aráuz Palacios" (RUPAP) Managua

La UNI ha desarrollado programas que van dirigidos al desarrollo de productos y servicios encaminados a la educación, entre ellos encontramos al programa institucional de la madera (PIMA), que se encuentra ubicado en el Recinto Pedro Arauz Palacios.

El PIMA, dedicado exclusivamente a la transformación de la madera en mobiliario educativo, entre estos se encuentran las sillas tipo UNAN, que nacieron para ser parte del mobiliario del edificio moderno que se encuentra en el recinto Simón Bolívar inaugurado en 2013, el cual cuenta con 5 pisos; es una infraestructura de primer mundo con múltiples avances en lo que a tecnología de apoyo a la educación se refiere.

Pero a pesar de contar con la calidad y confort necesario, el proceso productivo de las sillas presenta debilidades que permiten ser analizadas por medio de los estudios de métodos y tiempos, que darán pauta para dar propuestas de mejora del mismo.

Es por ello que el presente documento describe de qué forma se va a realizar el análisis del proceso productivo de la elaboración de sillas tipo UNAN del PIMA, para así poder realizar una propuesta de mejora de dicho proceso, utilizando conceptos del estudio de métodos para ayudar a conocer el proceso de forma integral. Por otro lado, ayudar con el diagnóstico de debilidades que presenta el proceso productivo por medio de la técnica de los 7 desperdicios de Lean Manufacturing, técnica que dará pauta para que por medio de la metodología de Lean se puedan determinar puntos claves del proceso que serán los que necesiten mayor enfoque y finalmente desarrollar planes de acción para el bienestar del proceso.

Es por ello que con esto se pretende establecer el paso a paso que este proyecto tomará además de consolidar teóricamente todo lo que se pretende realizar en el proyecto. Asimismo, de saber cómo se va a comportar el proyecto a lo largo del desarrollo la propuesta de mejora del proceso productivo para la elaboración de sillas tipo UNAN en el PIMA, RUPAP

2. Antecedentes

El Programa Institucional de la Madera (PIMA) tiene como soporte de creación, la certificación, emitida el 07 de octubre de 2014. Encargado de la planificación, ejecución, supervisión y control de los procesos productivos de transformación de la madera, en base a los requerimientos de los demandantes, previo acuerdo de trabajo. No presenta ningún estudio relacionado a la elaboración de estudios de métodos y tiempos, definen la duración de los procesos de forma arbitraria. Actualmente para elaborar las sillas no existe ninguna metodología implementada, las sillas se realizan según pedido así que cada cliente trae su modelo específico y los responsables del programa elaboran el presupuesto según el diseño, especie maderable a utilizar y tipo de acabado.

3. Justificación

El Programa Institucional de la Madera (PIMA) de la UNI es un referente nacional en la investigación, innovación, transferencia de conocimientos, uso y transformación tecnológica sustentable de la madera. Por ende, el objetivo principal de este trabajo conlleva a la mejora de la productividad, por medio de la ingeniería de métodos y tiempos y algunas consideraciones de la filosofía Lean. Dándoles así una reestructuración teórica de los procesos de producción que están presentes en el PIMA. Se dará una pauta de cómo desarrollarse mejor en el ámbito de la productividad, primeramente, diagnosticando como se encuentra el proceso por medio de la técnica Lean de los 7 desperdicio donde se identificará donde tiene mayor debilidad el proceso, ya sea en inventario, transportes, espera de materiales, etc. Por otra parte, se detectará como es el método de trabajo que tienen para la elaboración de las sillas utilizando la técnica de las 9M y realizando los distintos diagramas que ayuden al esclarecimiento del mismo. Los diagramas favorecerán a la comprensión del proceso productivo y se identificarán todos los problemas y oportunidades de mejoras, especialmente donde se encuentra el cuello de botella, lo cual es fundamental para la mejora. En particular el diagrama SLP y la distribución de planta que se proponga beneficiarán con la reducción de costos, de tiempos de producción, de flujos de materiales.

También se logrará reducir costos y detectar que operaciones no agregan valor al producto, implementando algunos títulos de la filosofía lean descartando así los desperdicios, reduciendo los inventarios, realizando el mapa de flujo de valor del proceso que ayude a definir qué actividades son un aporte negativo al proceso como tal De esta manera se presentará propuestas teóricas para la mejora del proceso productivo con respecto a los términos de la calidad, buen uso de la materia prima y del espacio existente en la planta.

4. Objetivos

4.1 Objetivos General

Desarrollar una propuesta de mejora en el proceso productivo de la elaboración de silla tipo UNAN del PIMA.

4.2 Objetivos Específicos

- 1 Diagnosticar a través de los 7 desperdicios el estado del proceso productivo de sillas tipo UNAN, del PIMA.
- 2 Determinar cuál es el método para la elaboración de las sillas tipo UNAN.
- 3 Aplicar la metodología de Lean Manufacturing para determinar los puntos clave del proceso productivo.
- 4 Realizar un plan de acción para el desarrollo de las estrategias de mejora.

5 Marco Teórico

5.1 Ingeniería de Métodos

5.1.1 Conceptos básicos

Para dar preámbulo al proyecto que se realizó en PIMA, se presentan a continuación los conceptos que se aplican a lo largo del presente estudio.

5.1.1.1 Estudio de Métodos

El objetivo fundamental del estudio de métodos es el emplear técnicas más sencillas y eficientes para de esta manera disminuir el tiempo del sistema productivo, en este caso del PIMA.

“El estudio de métodos es el registro y el examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras.” (Kanawaty, 1996, p. 77)

En base al concepto brindado por la OIT se seleccionaron los siguientes medios por los cuales se realizó el estudio del proceso de elaboración de forros de muebles: observación directa, técnicas de interrogación, diagrama sinóptico, diagrama analítico, distribución de planta y diagrama de recorrido.

La observación directa y las técnicas interrogativas fue el primer paso para dar inicio al estudio de métodos, puesto que facilitaron la ejecución de los diagramas y las demás herramientas utilizadas.

5.1.1.2 Diagrama Sinóptico

Representación gráfica de los puntos en que se introducen materiales en el proceso, del orden de las actividades que se realizan.

“El diagrama sinóptico presenta un cuadro general de cómo suceden las principales operaciones e inspecciones.” (Kanawaty, 1996, p. 86).

5.1.1.3 Distribución de Planta

Una distribución en planta puede aplicarse en una instalación ya existente o en una en proyección.

Se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios. Ésta ordenación comprende los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. (López, 2017)

El objetivo de realizar una distribución de planta es encontrar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para el personal del taller.

5.1.2 Definición de actividades

La simbología y definición de actividades son utilizadas para la elaboración de los diagramas mencionados anteriormente (sinópticos y analíticos), sin embargo, se presenta con mayor detalle la descripción de cada actividad, con el fin de facilitar la relación de lo visto en el taller con los conceptos.

Las actividades a estudiar son: almacenamiento, demora, inspección, operación, transporte y actividad mixta.

5.1.2.1 Almacenamiento

Indica depósito del material a utilizar bajo vigilancia en un almacén según el criterio de clasificación que implemente la empresa. Su representación es mediante un triángulo equilátero invertido.

“El almacenamiento se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración, esperando una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente.” (López, 2017)

5.1.2.2 Demora

Periodo de tiempo en el que se registra inactividad ya sea en los trabajadores, materiales o equipo. La manera de simbolizar una demora es con una figura geométrica parecida a una D mayúscula.

“La demora se produce cuando las condiciones no permiten o no requieren una ejecución inmediata de la próxima acción planificada. La demora puede ser evitable o no.” (López, 2017)

5.1.2.3 Inspección

Una inspección se da cuando se verifica la calidad, la cantidad o ambas conforme a especificaciones preestablecidas por el taller y las normas que se rigen. Esta actividad se simboliza con un cuadrado.

“La inspección se produce cuando las unidades del sistema productivo son comprobadas, verificadas, revisadas o examinadas en relación con la calidad y/o cantidad, sin que esto constituya cambio alguno en las propiedades de la unidad.” (López, 2017).

5.1.2.4 Operación

Alterar el estado de un elemento con el que se está trabajando, se le denomina operación. Esta actividad se representa con un círculo.

“Una operación representa las principales etapas del proceso. Se crea, se cambia o se añade algo. Normalmente los transportes, demoras y almacenamientos son elementos más o menos auxiliares.” (López, 2017)

A lo largo de las etapas de producción que lleva la elaboración de sillas se presentan varias operaciones, entre las más importantes: corte, lijado, escoplado y espigado.

5.1.2.5 Transporte

Se le conoce como el traslado físico de los trabajadores, material y equipos de un lugar a otro. Se simboliza con una flecha hacia la derecha.

“Transporte es el movimiento del material personal u objeto de estudio desde una posición o situación a otra.” (López, 2017).

Cuando los materiales se almacenan cerca o a menos de un metro del lugar donde se efectúa la operación, se considera parte de la operación.

5.1.2.6 Actividad Mixta

Dentro del proceso productivo habrá momentos en los que una actividad esté acompañada de otra al mismo tiempo.

Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo elemento en un mismo lugar de operación, se combinan los símbolos de tales actividades. Para efectos de numeración cada actividad debe enumerarse de manera independiente. (López, 2017).

5.2 Lean Manufacturing

Con el desarrollo de distintas filosofías para desarrollar competitividad en las empresas se estudian diferentes opciones a diario y es por eso que con el fin de ayudar a la mejora del proceso productivo del PIMA se tomó de la temática del LEAN MANUFACTURING, el punto de los 7 desperdicios y el VSM, pero se debió de tener en consideración conceptos básicos para la comprensión del mismo.

5.2.2 Conceptos básicos

5.2.2.1 Lean Manufacturing

Como menciona The Manufacturing Extension Partnership, Lean es (Plunket, Allen, & Attner, 2013) “Un enfoque sistemático para identificar y eliminar el desperdicio (actividades sin valor añadido) a través de la mejora continua al hacer fluir el producto a voluntad del cliente en busca de la perfección” (p. 243).

Además, se debe de destacar que “El sistema de Lean Manufacturing está diseñado para que el “producto fluya” a través del proceso productivo en el más corto tiempo posible”. (Plunket et al. 2013, p. 243)

Por otro lado retomando la parte de los 7 desperdicios primero debemos de saber de donde provienen, que son y como debemos de identificarlos así que la literatura

nos aporta dichos conocimientos y nos dice que la muda son aquellos desperdicios que se obtienen dentro del proceso y que no añaden ningún valor al producto final, dentro de estos encontramos 7 principalmente como lo son:

1. Defectos.
2. Sobreproducción.
3. Esperas
4. Procesos que no agreguen valor.
5. Transporte.
6. Inventario.
7. Movimientos.

5.2.2.2 Defectos

“Son aquellas salidas que no cumplen con el estándar o con las especificaciones requeridas” (Socconini, 2019, p. 377).

5.2.2.3 Sobreproducción

” Producir más de los que el cliente requiere” (Socconini, 2019, p. 383).

5.2.2.4 Esperas

“Personas en un proceso retrasado o detenido por un desperdicio de proceso o un diseño de proceso no efectivo” (Socconini, 2019, p. 381).

5.2.2.5 Procesos que no agregan valor

“Trabajo que se realiza más allá de lo que se necesita para satisfacer al cliente. (Socconini, 2019, p. 382).

5.2.2.6 Transporte

Movimientos innecesarios de material o de otros artículos de un lugar a otro, usualmente para el almacenamiento. (Socconini, 2019, p. 381).

5.2.2.7 Inventario

(Chiarini, 2013) “Es cualquier producto o materia prima que ha sido almacenado dentro o fuera de la organización por un determinado periodo de tiempo” (p. 21).

5.2.2.8 Movimientos

“Movimientos que pueden causar daños en el entorno de fabricación que dará como resultado retraso en el proceso” (Taghizadegan, 2006, p. 65)

5.2.2.9 Justo a tiempo

“Es una estrategia o sistema para planear en forma óptima los requerimientos de materiales de producción para un proceso” (Pulido, 2010, p. 96).

5.2.2.10 Sistema Kanban

“Sistema de flujo que permite, mediante el uso de señales, la movilización de unidades a través de una línea de producción mediante una **estrategia pull o estrategia de jalonamiento**” López (2017) Kanban Control de materiales y produccion. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/kanban/>

5.2.2.11 SMED

“**SMED (Single-Minute Exchange of Dies)** es un sistema para reducir drásticamente el tiempo que se tarda en realizar los cambios de maquinaria o equipos en el proceso productivo” Lean Manufacturing 10 (2019) SMED. Recuperado de <https://leanmanufacturing10.com/smed>.

5.2.3 El flujo del valor y eliminación del desperdicio.

El mapa del flujo del valor

Es el conjunto de todas las acciones específicas que se ejecutan a lo largo del proceso, y puede ir desde la conceptualización del producto, la fase de diseño, tomar la orden o el pedido del cliente, la programación detallada para la entrega, la compra y recepción de materias primas o materiales, hasta que el producto termina en manos del consumidor (Pulido, 2010, p. 99).

A lo largo de estas actividades es posible encontrar una gran cantidad de mudas o desperdicios. Por ello, para aplicar este segundo principio es necesario crear un mapa o esquema del flujo de valor, en el que se identifiquen cada una de las acciones que realmente se llevan a cabo a lo largo del proceso. Después, cada una de esas actividades se clasifican en tres categorías:

- A.** Aquellas que crean o agregan valor al producto
- B.** Las que no crean valor, pero que son inevitables debido a situaciones legales o por las actuales tecnologías y recursos de producción (muda tipo 1)
- C.** Aquellas que no crean valor según el cliente (muda tipo 2) y que pueden y deben eliminarse.

5.2.4 Métrica y principios del proceso Lean

Puesto que la velocidad y el flujo son los objetivos clave del proceso esbelto, surge la interrogante de cómo medir qué tan rápido o lento es un proceso. La respuesta está en comparar la cantidad de tiempo de valor añadido contra el tiempo total del ciclo del proceso.

Y como lo menciona Pulido en su libro de calidad total, el tiempo de valor añadido:

Es el tiempo en que se hacen actividades que el cliente reconocería como indispensables para realizar el producto o el servicio; mientras que el segundo se refiere al tiempo total del proceso de principio a fin. A esta métrica se le llama eficiencia del ciclo del proceso.

ECP = (tiempo de valor-añadido) / (tiempo total del ciclo del proceso)

(Pulido, 2010, p. 97)

5.2.5 Gestión de desperdicios

Tipo de desperdicio	Síntomas	Posibles causas	Ideas y herramientas
Sobreproducción Producir mucho o más pronto de lo que necesita el cliente	Se producen muchas partes y/o se producen con mucha anticipación Las partes se acumulan incontroladamente en inventarios Tiempo del ciclo extenso Tiempos de entrega pobres	Mucho tiempo para adaptar el proceso para que produzca otro modelo o parte Tamaño grande de lotes Pobre programación de la producción o de las actividades Desbalance en el flujo de materiales	Justo a tiempo SMED Reducir tiempos de preparación, sincronizar procesos, haciendo sólo lo necesario
Esperas Tiempo desperdiciado (de máquinas o personas), debido a que durante ese tiempo no hubo actividades que le agregaran valor al producto	Trabajadores en espera de materiales, información o de máquinas no disponibles Operadores parados y viendo las máquinas producir Grandes retrasos en la producción Tiempos de ciclo extensos	Tamaño de lote grande Mala calidad o malos tiempos de entrega de los proveedores Deficiente programa de mantenimiento Pobre programación	Eliminar actividades innecesarias, sincronizar flujos, balancear cargas de trabajo, trabajador flexible y multihabilidades, organizar el proceso en forma Kanban
Transportación Movimiento innecesario de materiales y gente	Mucho manejo y movimiento de partes Daños excesivos por manejo Largas distancias recorridas por las partes en proceso Tiempos de ciclo extensos	Procesos secuenciales que están separados físicamente Pobre distribución de planta Inventarios altos La misma pieza en diferentes lugares	Procesamiento en flujo continuo, sistemas Kanban y distribución de planta para hacer innecesario el manejo/transporte
Sobreprocesamiento Esfuerzos que no son requeridos por los clientes y que no agregan valor	Ejecución de procesos no requeridos por el cliente Autorizaciones y aprobaciones redundantes Costos directos muy altos	Diseño del proceso y el producto Especificaciones vagas de los clientes Pruebas excesivas Procedimientos o políticas inadecuados	Simplificar proceso y eliminar actividades y operaciones que no agregan valor
Inventarios Mayor cantidad de partes y materiales que el mínimo requerido para atender los pedidos del cliente	Inventarios obsoletos Problemas de flujo de efectivo Tiempos de ciclo extensos Incumplimiento en plazos de entrega Muchos retrabajos cuando hay problemas de calidad	Sobreproducción Pobres pronósticos o mala programación Niveles altos para los inventarios mínimos Políticas de compras Proveedores no confiables Tamaño grande de lotes	Acortar tiempos de preparación y respuesta; organizar el proceso en forma Kanban; aplicar Justo a Tiempo
Movimientos Movimiento innecesario de gente y materiales dentro de un proceso	Búsqueda de herramientas o partes Excesivos desplazamientos de los operadores Doble manejo de partes Baja productividad	Pobre distribución de las celdas de trabajo, herramientas y materiales Falta de controles visuales Pobre diseño del proceso	Organización de celdas de trabajo, procesamiento en flujo continuo; administración visual
Retrabajo Repetición o corrección de un proceso	Procesos dedicados al retrabajo Altas tasas de defectos Departamentos de calidad o inspección muy grandes	Mala calidad de materiales Máquinas en malas condiciones Procesos no capaces e inestables Poca capacitación Especificaciones vagas del cliente	Control estadístico de procesos; mejora de procesos; desarrollo de proveedores

Imagen 1, Gestión de los desperdicios

Fuente: Lean Company. Más allá de la manufactura

6 Diseño Metodológico

Para el desarrollo de la metodología de mejora de proceso de elaboración de la silla tipo UNAN se debe definir una metodología para la recolección y análisis de datos como se describe a continuación:

6.1 Tipo de Investigación

Al realizar la investigación se le dio un enfoque cuantitativo ya que se midieron tiempos para describir distintos fenómenos que suelen ocurrir durante la elaboración de la silla y posteriormente realizó un análisis estadístico para verificar el nivel de eficiencia que tiene el proceso y como la literatura nos dice que:

El enfoque cuantitativo, “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Sampieri, 2014, p. 4). Este enfoque es el más idóneo.

Además, la investigación es de tipo aplicada debido a que estudia una problemática en concreto y para la realización de esta se toma como base fundamentos teóricos plasmados en el marco teórico. Es de carácter explorativa y explicativa porque no existe documentación previa de trabajos que traten la problemática de la mejora de los procesos del PIMA y se realizara una exploración previa para conocer la situación y además se establecerá la relación entre las variables que se describan en la investigación. Además, es de corte transversal debido a que se estudia únicamente el proceso de elaboración de las sillas tipo UNAN, no se trabajara con todos los procesos del PIMA.

6.2 Diseño de Investigación

6.2.1 Según alcance de los resultados

El diseño que se utilizó es el no experimental, debido a que no se sometió a prueba la investigación, solo se observó el efecto que tienen la ingeniería de métodos, el establecimiento de tiempos y movimientos en el desarrollo del proceso de producción de la silla tipo UNAN y se identificaron oportunidades de mejora al utilizar la técnica de los 7 desperdicios. Y como está señalado en los textos que estos diseños son: “Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (Sampieri, 2014, p. 152). Puede ser aplicado en esta investigación.

6.2.2 Según el período en que se realiza el estudio

Y debido a que el estudio se basó en un momento único del tiempo es un diseño transversal. Porque el estudio se lleva a cabo entre diciembre de 2019 y mayo de 2020.

Diseño transversal es: “Investigaciones que recopilan datos en un momento único” (Sampieri, 2014, p. 154)

6.3 Métodos para la Recolección de Datos

Tabla 1, Matriz de Operacionalización de Variable.

Objetivo Específico	Vari able	Definición	Subvariabl e	Indicador	Fuentes de informa ción	Métod o	Instrume nto
Diagnosticar a través de los 7 desperdicios el estado del proceso productivo de sillas tipo UNAN, del PIMA.	Sistema de gestión de la taller	“Un sistema de gestión es una herramienta que te permitirá optimizar recursos, reducir costes y mejorar la productividad en tu taller”. ISO.(2019). Sistemas de Gestion Integrados. Recuperado de https://www.isotools.org/normas/sistemas-integrados/	Sobreproducción/ Tiempo de espera/ Transporte/ Sobre procesamiento /Inventario innecesario /Defectos/ Movimientos innecesarios	Unidades producidas innecesariamente/ Porcentaje de tiempo improductivo / Plazo de entrega del pedido/ Cantidad de unidades defectuosas/ Cantidad de	Área de Producción del PIMA	Observación	

				movimientos innecesarios			
Determinar cuál es el método para la elaboración de las sillas tipo UNAN.	Método	“Es un modo, manera o forma de realizar algo de forma sistemática, organizada y/o estructurada” (“Métodos”, 2017)	Método Actual / Método propuesto	Secuencia actual / Secuencia propuesta	Área de producción del PIMA	Observación	Flujograma / Diagrama analítico / Diagrama bimanual / Diagrama de análisis de operaciones
Aplicar la metodología de Lean Manufacturing para determinar los puntos	Metodología	“El grupo de mecanismos o procedimientos racionales, empleados para el logro de un objetivo, o series de objetivos que dirige un investigación científica” (Delgado, 2019). Definición de	Metodología actual / Metodología Lean	Desperdicio/ valor añadido/ tiempo total del ciclo del proceso	Área de producción del PIMA	Observación	Mapa de cadena de valor

clave del proceso.		metodología. Recuperado de https://conceptodefinicion.de/metodologia/ .					
Realizar un plan de acción para el desarrollo de las estrategias de mejora.	Plan de acción	“Un plan de acción es un tipo de plan que prioriza las iniciativas más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas” (Porto, 2019).Definición de plan de acción. Recuperado de (https://definicion.de/plan-de-accion/).	Metas	Tiempo de cumplimiento de las metas	Elaboración del investigador	Realizando cronograma de actividades	Calendario

Fuente: Elaboración propia.

6.4 Análisis de la Información

Objetivo 1: Diagnosticar a través de los 7 desperdicios el estado del proceso productivo de sillas tipo UNAN, del PIMA.

Para identificar nuevas oportunidades de mejora por medio de la técnica de los 7 desperdicios fue necesario primeramente conocer de todo el proceso de producción de las sillas mediante lo obtenido del estudio de métodos, además para asentar los conocimientos de los 7 desperdicios se cuenta con los libros de Luis Socconini, en su primera edición y de Salman con su tercera edición y para documentar las oportunidades de mejora identificada se usó el programa de MICROSOFT WORD 2016.

Objetivo 2: Determinar cuál es el método para la elaboración de las sillas tipo UNAN.

Para análisis de este estudio emprenderá por la exploración del método que actualmente se desarrolla en el taller. Y para contamos con los diversos formatos que se describen en el libro de la OIT, para diagramas como:

- Diagrama de flujos.

Diagrama de flujo: Este diagrama fue el primero que se utilizó, ya que es necesario comprender el proceso en su totalidad. Esta herramienta nos hizo más cómodo el entendimiento, ya que presenta un cuadro general de cómo se transcurrieren las principales operaciones e inspecciones los cuales se simbolizan de acuerdo a su naturaleza como nos lo menciona el libro de la OIT, pagina 90.

Cabe destacar, para la elaboración de todos estos diagramas se utilizó el software de dibujo MICROSOFT VISIO 2010, de MICROSOFT WINDOWS.

Y además esto, se debió de aprender a desarrollar el análisis de operaciones a partir de cuestionamientos que la literatura menciona, estos cuestionamientos fueron aclarados debido a la entrevista que se le realizó al sub director del PIMA. Por lo tanto, para poder registrar esta información se contó con el uso grabadora de voz y luego de MICROSOFT WORD 2016 y se utilizó el formato establecido en el libro Ingeniería Industrial de Benjamín W. Niebel y Andrews Freivalds (Duodécima Edición).

Objetivo 3: Aplicar la metodología de Lean Manufacturing para determinar los puntos clave del proceso productivo.

Con el fin de cumplir con el objetivo, es necesario conocer totalmente el flujo de proceso y determinar un mapa de flujo de valor y es por ello que gracias a la literatura de Pulido se podrá saber cómo realizarlo, además con el programa de MICROSOFT VISIO 2010 se creará dicho mapa. También se determinará qué actividades son un desperdicio por medio de la observación del proceso y dicha información se plasmará por medio de MICROSOFT WORD 2013.

Objetivo 4: Realizar un plan de acción para el desarrollo de las estrategias de mejora.

Para dar por logrado este objetivo es necesario definir un cronograma de metas donde se describa, el objetivo a cumplir, de qué manera se va a cumplir y en cuanto tiempo se debe de cumplir además si es necesario destacar alguna observación para el objetivo, como quien será el responsable del cumplimiento, para la creación de dicho cronograma se utilizará el programa de MICROSOFT WORD 2016 y se deberá de contar de la aprobación del sub director del PIMA.

7 Capítulo I: Diagnóstico del Taller

El Programa Institucional de la Madera, comenzó a realizar el modelo de silla tipo UNAN partiendo de la necesidad que la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua les manifestó, sobre la importancia de un tipo de silla que contara con las características ergonómicas suficientes para el estudiante que pasaba en promedio 6 horas sentados.

Después de la presentación de varios modelos, la UNAN decidió el modelo número 3 y a raíz de ello, el PIMA empezó con su producción tomando en cuenta que el inicio del proceso fuese tratamiento de la madera para el posterior trabajo en ella.

Es conveniente lograr un equilibrio de los factores (mercado, Dinero, administración, personal, motivación, materiales, maquinarias, métodos y requisitos) en cuanto a las proporciones y consideración de cada uno para el éxito de las empresas que pretende satisfacer las necesidades de poblaciones específicas, sin perder la idea de que todo forma parte de un proceso interminable, es por ello que mediante el diagnóstico se identificó si existe ese equilibrio de factores. Mediante entrevistas y observación directa del proceso se obtuvieron los siguientes resultados desde el punto de vista de las 9 M.

7.1 Las 9 M

7.1.1 Administración (Management)

El programa está bajo la dirección de rectoría de la Universidad Nacional de Ingeniería, cuenta con un director y un sub director del programa, ellos son los encargados del funcionamiento integral de cada uno de los procesos que se llevan a cabo por el programa.

Gracias a la buena administración de dicho programa, existen colaboración de parte de este con el estudiantado de la UNI, permitiendo que se lleven a cabo investigaciones de carácter ingenieril utilizando los residuos de la madera que es derivado de los distintos procesos productivos que tiene el PIMA; además se trabaja constantemente con los colaboradores de las distintas áreas del PIMA, para buscar acciones que ayuden al proceso y es mediante esto que se han logrado avances como: el horno que actualmente poseen que ayuda a que la madera este mejores condiciones para poder trabajar en ella.

7.1.2 Mercado (Market)

El Mercado del PIMA se divide en 2 segmentos, que son los clientes internos y los externos. Los clientes internos a su vez son clasificados como:

- Las facultades, programas y;
- los trabajadores tanto docente como administrativo de la universidad, llamados clientes por cuenta propia.

Y los externos van desde otras universidades hasta una persona natural.

Se vende desde una silla hasta por lote y de ahí se genera una variación del precio. Donde se manejan también sillas de distintas calidades.

7.1.3 Dinero (Money)

El programa inicialmente nace de un proyecto para dar solución a una problemática que la universidad vio como viable para desarrollar una solución, pero debido a problemas con las personas seleccionadas para ser parte del programa, este cambia de formato y pasa a ser auto sostenible y a generar ingresos propios; con lo producido se pagan los servicios básicos y los salarios de los colaboradores pero a pesar de ello, el flujo monetario pasa de los clientes, a la universidad y de la universidad al programa.

7.1.4 Personal (Manpower)

A pesar que en el área administrativa el PIMA cuenta con personal profesionales, en el área de producción sus colaboradores suelen cambiar constantemente a salvo de unos pocos, esto debido a la rotativa de los pedidos que estos receptionan, el personal operativo suele ser de escolaridad básica, mayormente del sexo masculino y suelen ver el trabajo del programa como pasajero. Las contrataciones se realizan cada 6 meses dentro del PIMA y casi siempre se prioriza operarios con experiencia en carpintería. Se cuenta con básicamente 12 individuos dentro del PIMA, incluyendo al personal administrativo y operativo.

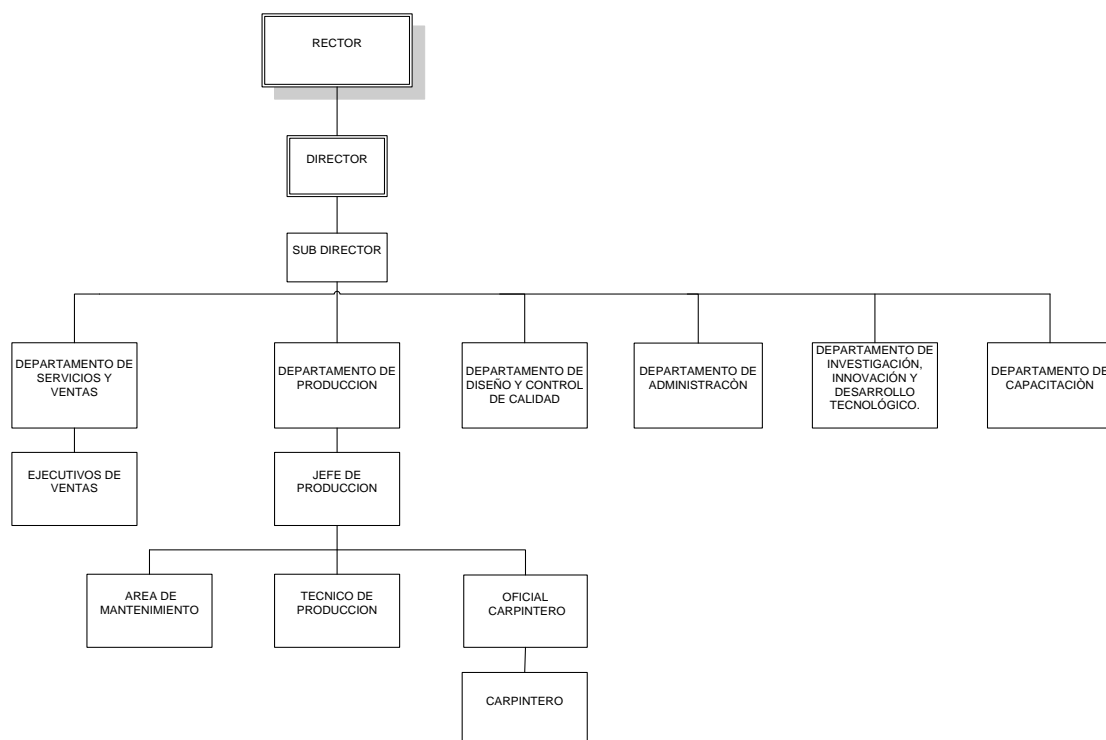


Imagen 2, Organigrama PIMA.

Fuente: PIMA.

7.1.5 Motivación (Motivation)

Debido a la constante rotación del personal operativo, dicha sección es poco capacitada, pero a pesar de que la universidad no contempla bonificación para los operarios el PIMA si ofrece bonificación monetaria para ellos. Por otra parte, el área administrativa si está en constante capacitación y participan de distintos eventos que conciernen el área para la que está destinada el programa.

7.1.6 Materiales (Materials)

La materia prima utilizada para la elaboración de las sillas va en dependencia al tipo de madera que el cliente desee, esto puede ser de madera común como lo es el pino hasta madera preciosa. Eso se define al momento de que el cliente realice el pedido al programa. Pero para la elaboración de sillas del tipo UNAN, se utiliza la madera de Nanciton, un tipo de madera que es proveniente de la zona del atlántico norte del país debido a que solo en esta región es encontrada, gracias a que por la tala indiscriminada de maderas preciosas que el país sufre el bosque natural en nuestro país solo existe en las regiones autónomas, en el resto del país solo hay bosque resultado de reforestación: el PIMA no contempla medidas distintas a las que los entes reguladores del país como INAFOR, miden para los que talan los bosques, es así que antes de las contrataciones el programa verifica si sus proveedores cumplen con las normativas dictadas por los entes regulatorios del país. Además, los materiales que son utilizados en el proceso de elaboración de la silla son aquellos de carpintería básica como lijas (de diferentes grosores), tornillos, tuercas, clavos, para la parte del ensamblado, brochas, pintura y barnices, guantes, lentes y boquillas para los colaboradores y demás materiales que son básicos en el proceso.

Es por ello que podemos decir que cumplen con el protocolo estándar de los tipos de materiales que se utilizan en la industria maderera para la elaboración de muebles con este material.

7.1.7 Maquinarias (Machinery)

El Programa Institucional de la Madera de la UNI, cuenta con una maquinaria que fue adquirida por medio de compras de un fondo de donaciones del CNU, dichas maquinarias son de origen alemán y fueron adquiridas hace años. Las máquinas utilizadas en el proceso de elaboración son:

- Graule (ver anexo 10).
- Cepilladora Martin T54 (ver anexo 7).
- Regruesadora Martin T45 (ver anexo 7).
- Encuadradora Martin T74 (ver anexo 5).

Las cuales ascienden a un valor de C\$8, 331,975.00 córdobas aproximadamente

El PIMA no cuenta con un encargado de mantenimiento para estar a la orden de cualquier falla de los equipos, debido que lo que la universidad hizo cuando adquirió las máquinas para el PIMA, fue capacitar en distintas áreas como: mecánica, eléctrica, electrónica, a un grupo seleccionado de Ingenieros para después poder desarrollar distintos escenarios donde la máquina fallará y así el Sub director del PIMA (quien también participó de la capacitación) tuviera la capacidad de arreglar y de enseñar a algunos de sus operarios del mantenimiento que debe tener cada una de las máquinas. Por otra parte, en caso de que los capacitados no sepan cómo arreglar el problema que presente la maquinaria el proveedor de ellas acordó con la universidad contactarse con ellos por medio de correo electrónico para que el caso sea expuesto y ellos les brinden asesoría.

7.1.8 Métodos (Methods)

El PIMA desarrollo un proceso básico para el tratamiento de madera sin importar el mobiliario que fuesen a elaborar, a continuación, podemos observar dicho proceso.

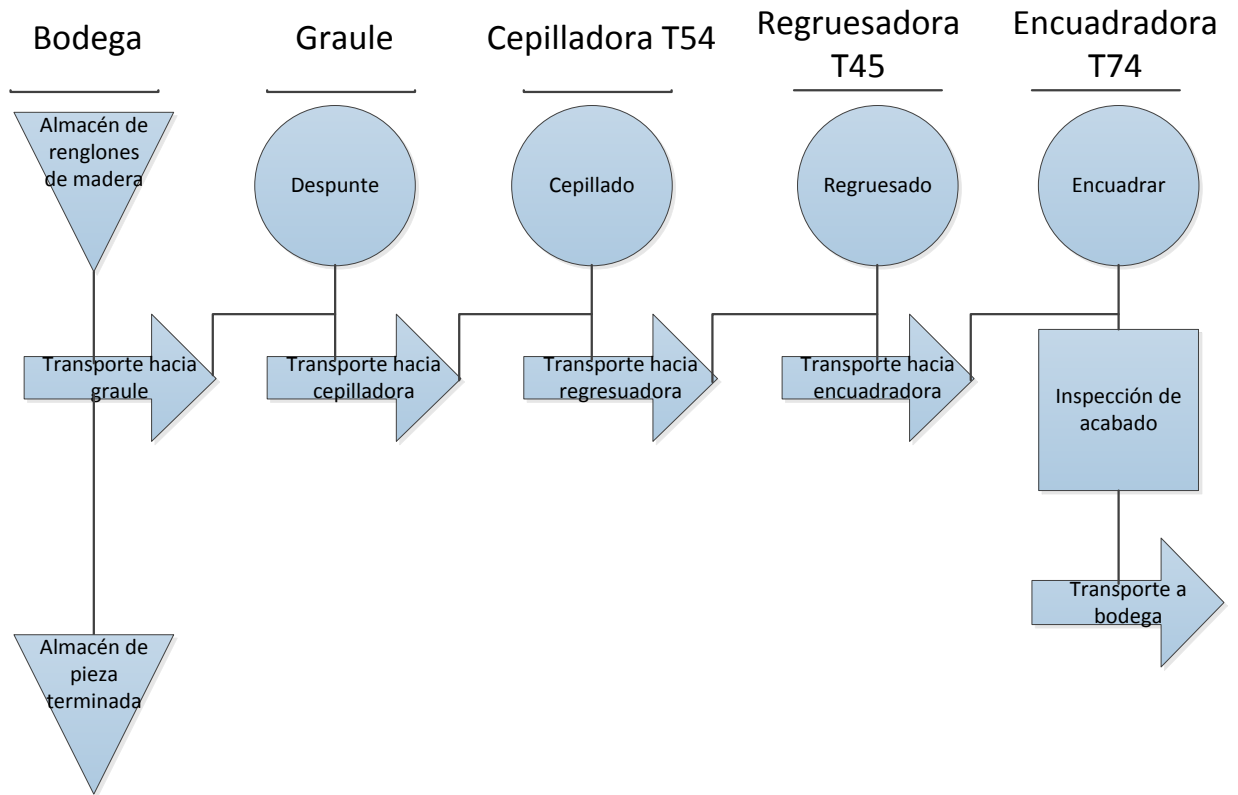


Gráfico 1, Proceso de Tratamiento de la Materia Prima

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente al tratamiento de la madera empiezan el proceso productivo del mobiliario que el cliente desee, el PIMA desarrolla este proceso de la siguiente manera:

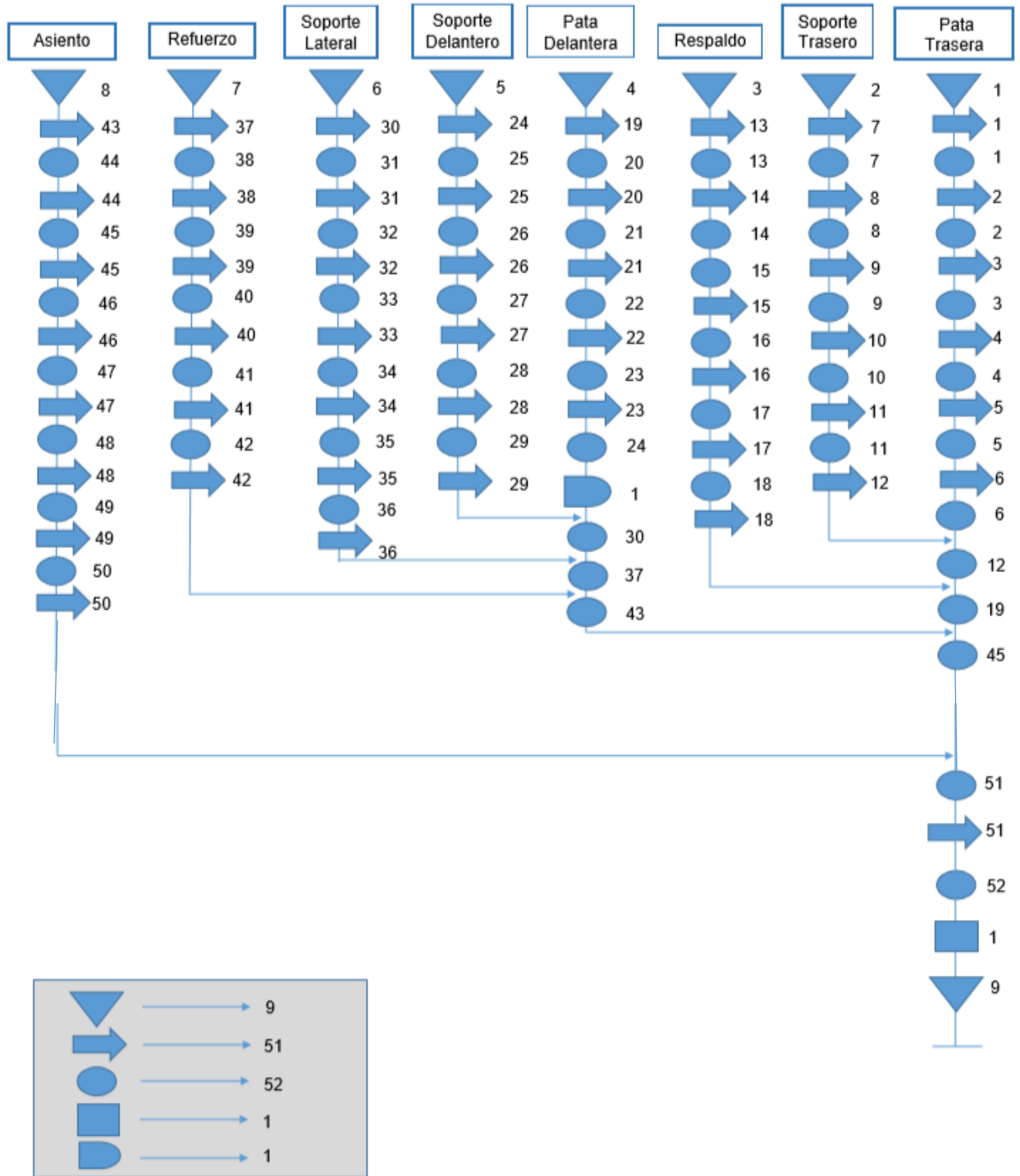


Gráfico 2, Diagrama Sinóptico Actual.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción del diagrama sinóptico actual



Operación:

1. Corte curvo en sierra sin fin en patas trasera.
2. Perfilado a la superficie de patas trasera en maquina T27.
3. Escoplado en dos lados de patas trasera.
4. Lijado en la superficie de patas traseras con metabo.
5. Lijado en la superficie de patas traseras por vibración.
6. Lijado en la superficie de patas traseras por orbital.
7. Corte dimensionado a soporte trasero.
8. Espigado en ambos extremos laterales de soporte trasero.
9. Lijado en la superficie de soporte trasero con metabo.
10. Lijado en la superficie de soporte trasero por vibración.
11. Lijado en la superficie de soporte trasero por orbital.
12. Ensamble de soporte trasero con patas traseras.
13. Corte curvo en sierra sin fin en respaldo.
14. Perfilado a la superficie de respaldo en maquina T27.
15. Espigado en ambos extremos laterales de respaldo.
16. Lijado en la superficie de respaldo con metabo.
17. Lijado en la superficie de respaldo por vibración.
18. Lijado en la superficie de respaldo por orbital.
19. Ensamble de respaldo a las patas traseras.
20. Corte dimensionado a patas delanteras.
21. Escoplado en dos lados de patas delanteras.
22. Lijado en la superficie de patas delanteras con metabo.
23. Lijado en la superficie de patas delanteras por vibración.
24. Lijado en la superficie de patas delanteras por orbital.
25. Corte dimensionado de soporte delantero.
26. Espigado en dos lados de soporte delantero.

27. Lijado en la superficie de soporte delantero con metabo.
28. Lijado en la superficie de soporte delantero por vibración.
29. Lijado en la superficie de soporte delantero por orbital.
30. Ensamble del soporte delantero con las patas delanteras.
31. Corte dimensionado en soporte lateral.
32. Corte curvo en sierra sin fin en soporte lateral.
33. Espigado en dos lados de soporte lateral.
34. Lijado en la superficie de soporte lateral con metabo.
35. Lijado en la superficie de soporte lateral por vibración.
36. Lijado en la superficie soporte lateral por orbital.
37. Corte dimensionado en refuerzos.
38. Espigado en dos lados de los refuerzos.
39. Lijado en la superficie de refuerzos con metabo.
40. Lijado en la superficie de refuerzos por vibración.
41. Lijado en la superficie de refuerzos por orbital.
42. Ensamble de refuerzos y soportes laterales en patas delanteras.
43. Ensamble de patas delanteras, refuerzos, soporte delanteros y laterales en patas traseras.
44. Corte dimensionado en asiento.
45. Encolado del asiento en prensas.
46. Saneado (despunte) de asiento en graule.
47. Cepillado de asiento en maquina T54.
48. Lijado en la superficie de asiento con metabo.
49. Lijado en la superficie de asiento por vibración.
50. Lijado en la superficie de asiento por orbital.
51. Ensamble del asiento a soporte delantero, traseros y laterales.

52. Acabado y pintado de silla.



Transporte:

1. Traslado de renglón para patas traseras a máquina sierra sin fin para corte curvo.
2. Traslado de patas traseras hacia maquina (perfilado).
3. Traslado de patas traseras hacia la escopladora.
4. Traslado de patas traseras hacia lijado metabo.
5. Traslado de patas traseras hacia lijado vibración.
6. Traslado de patas traseras hacia lijado orbital.
7. Traslado de renglones para soporte trasero hacia maquina dimensionado.
8. Traslado de soporte trasero a máquina de espigado
9. Traslado de soporte trasero hacia lijado metabo.
10. Traslado de soporte trasero hacia lijado vibración.
11. Traslado de soporte trasero hacia lijado orbital.
12. Traslado de soporte trasero para ensamblado con patas traseras.
13. Traslado de renglones para respaldo hacia maquina dimensionado.
14. Traslado de respaldo hacia corte curvo en maquina sin fin()
15. Traslado de respaldo hacia lijado metabo.
16. Traslado de respaldo hacia lijado vibración.
17. Traslado de respaldo hacia lijado orbital.
18. Traslado de respaldo para ensamblado con patas traseras.

19. Traslado de renglones para patas delanteras hacia maquina dimensionado
20. Traslado de patas delanteras hacia la escopladora.
21. Traslado de patas delanteras hacia lijado metabo.
22. Traslado de patas delanteras hacia lijado vibración.
23. Traslado de patas delanteras hacia lijado orbital.
24. Traslado de renglones para soporte delantero hacia maquina dimensionado.
25. Traslado de soporte delantero a maquina de espigado.
26. Traslado de patas delanteras hacia lijado metabo.
27. Traslado de patas delanteras hacia lijado vibración.
28. Traslado de patas delanteras hacia lijado orbital.
29. Traslado para ensamble de soporte delantero en patas delanteras.
30. Traslado de renglones para soporte lateral hacia maquina dimensionado.
31. Traslado de soporte lateral a máquina sierra sin fin para corte curvo.
32. Traslado de soporte lateral a máquina de espigado.
33. Traslado de soporte lateral hacia lijado metabo.
34. Traslado de soporte lateral hacia lijado vibración.
35. Traslado de soporte lateral hacia lijado orbital.
36. Traslado de soporte lateral para ensamble en patas delanteras.
37. Traslado de renglones para refuerzos hacia maquina dimensionado.
38. Traslado de refuerzos a máquina de espigado.
39. Traslado de refuerzos hacia lijado metabo.
40. Traslado de refuerzos hacia lijado vibración.

41. Traslado de refuerzos hacia lijado orbital.
42. Traslado de refuerzos para ensamble en patas delanteras.
43. Traslado de renglones para asiento hacia maquina dimensionado.
44. Traslado de asiento hacia el área del encolado en prensa.
45. Traslado de asiento hacia saneado en máquina graule.
46. Traslado de asiento hacia maquina cepilladora T54.
47. Traslado de asiento hacia lijado metabo.
48. Traslado de asiento hacia lijado vibración.
49. Traslado de asiento hacia lijado orbital.
53. Traslado de asiento para ensamblar con soporte delantero, traseros y laterales.
50. Traslado de transporte hacia acabado y pintura final.

Inspecciones:

1. Inspección de acabado y pintura final.

Almacenamiento:

1. Renglones para pata trasera almacenada.
2. Renglones para soporte trasero almacenado.
3. Renglones para respaldo almacenado
4. Renglones para pata delantera almacenada.
5. Renglones para soporte delantero almacenado.
6. Renglones para soporte lateral almacenado.
7. Renglones para refuerzo almacenado.
8. Renglones para asiento almacenado.

9. Almacenado final de producto terminado.



Demora:

1. Espera de pata delantera para ser ensamblada con los soportes delanteros.

7.1.9 Mecanización y automatización

Cabe destacar que en el PIMA no existe algún proceso automatizado que intervenga con la transformación de la madera para convertirla en el modelo de silla tipo UNAN.

7.2 Los 7 Desperdicios Lean

Por otra parte, mediante la metodología de Lean Manufacturing podemos obtener un proceso más esbelto, que ayude a agilizar el proceso y maximizar las actividades que si aporten al proceso es por ello que primero se debe de contar con diagnóstico que vaya encaminado en la misma filosofía así que los 7 desperdicios del Lean es la mejor herramienta para dicho diagnóstico:

7.2.1 Transporte

Una vez realizada la compra de la materia prima a los proveedores la madera es transportada de la región atlántica norte hasta el taller en un periodo que va en dependencia a la cantidad de madera que se pacte en la compra, esto por lo general va desde 1 semana a 15 días. Donde los troncos de madera son transportados en grandes camiones, en forma de trozas (trozos de madera cortados con una sierra circular).

7.2.2 Sobreproducción

El taller se realiza más modelos de los que el cliente dispone, realiza con distintos tipos de madera el mismo tipo de silla, aunque no sea necesario.

7.2.3 Esperas

A parte del tiempo en el que tarde el proceso de licitación y compra de la materia prima el producto no pasa por otra espera a no ser que alguna maquinaria presente un fallo. O ya sea que por el clima que se presente la madera se humedezca y pase el límite de humedad que es del 14% aproximadamente, la madera tiene que pasar por un periodo de secado de aproximadamente una semana en el horno con el que cuenta el PIMA.

7.2.4 Sobre inventario

Debido a la sobreproducción que se genera de los pedidos, el taller tiende a acumular excesivo inventario, además esto es colocado en cualquier parte del taller aparte de la zona que está designada para ello. (Ver anexo 33, 34)

7.2.5 Procesos que no agreguen valor

Cada uno de los procedimientos que se realizan en el proceso productivo son necesarios para la obtención del producto final.

7.2.6 Defectos

En el taller se produce diferentes calidades de las sillas, las que no son aceptadas por el cliente debido a una incongruencia en la calidad definida, son utilizadas nuevamente para que sean parte de otro mueble con una calidad inferior o para ser el soporte de algún mueble es por ello que entre las sillas que no pasen la aprobación del cliente y las que sí tienen algún error realizado por el operario son almacenadas para ser utilizadas nuevamente. (Ver anexo 35)

También en ocasiones debido al tipo de madera, las piezas salen defectuosas y son apartadas del proceso para ser incorporadas en pequeños proyectos que el programa tiene como: Elaboración de casitas para aves, adornos en madera, etc. Por otra parte, los clientes han devuelto las sillas en caso de que estas vengan

descascaradas o con algún rayón, ocasionado al momento de transportarlas hacia el cliente (Ver anexo 13).

7.2.7 Movimientos innecesarios

Comúnmente los operarios tienden a girar en la máquina de perforación de la madera del lado contrario haciendo que se descarte la pieza y volviendo a reiniciar el proceso.

7.3 Análisis del Método de Trabajo

Para realizar el análisis de las operaciones y evaluar la metodología de trabajo del PIMA, fue necesario conocer de forma general el proceso y posteriormente puntualizar en los diferentes acápites necesarios dentro de la investigación. Es por ello que, mediante una entrevista y observación en el campo, de la mano de los formatos de check list de la OIT, donde se estudiaron: (Ver anexo 1, 2)

- Los materiales.
- El manejo de los materiales.
- Las herramientas o accesorios.
- Montaje de maquinarias pequeñas y medianas.
- Las operaciones.
- Los operarios.
- Las condiciones de trabajo.

Se obtuvieron los siguientes resultados del check list, de forma tal que se definió la palabra aciertos para identificar que las respuestas coincidían con los objetivos que se tomaron en cuenta para cada pregunta del cuestionario y así posteriormente pasar a una evaluación de aquellas transformaciones que se requirieran en el proceso.

Tabla 2, Resultados de aciertos en materiales.

Numero de operación	Aciertos	Total porcentu al de aciertos	Desaciertos	Total porcentu al de desaciertos	Total de preguntas
1,13,32	3	50%	3	50%	6
3,21	2	33%	4	67%	6
4,9,16,22,27,36,39,48	4	67%	2	33%	6
5,10,17,23,28,40,49	2	33%	4	67%	6
6,11,18,24,29,36,41,50	2	33%	4	67%	6
7,20,25,31,37,44	1	17%	5	83%	6
8,15,26,33,38	1	17%	5	83%	6
12,19,30,42,43,51		0%		0%	6
45	1	17%	5	83%	6
52	1	17%	5	83%	6

Fuente: Elaboración propia.

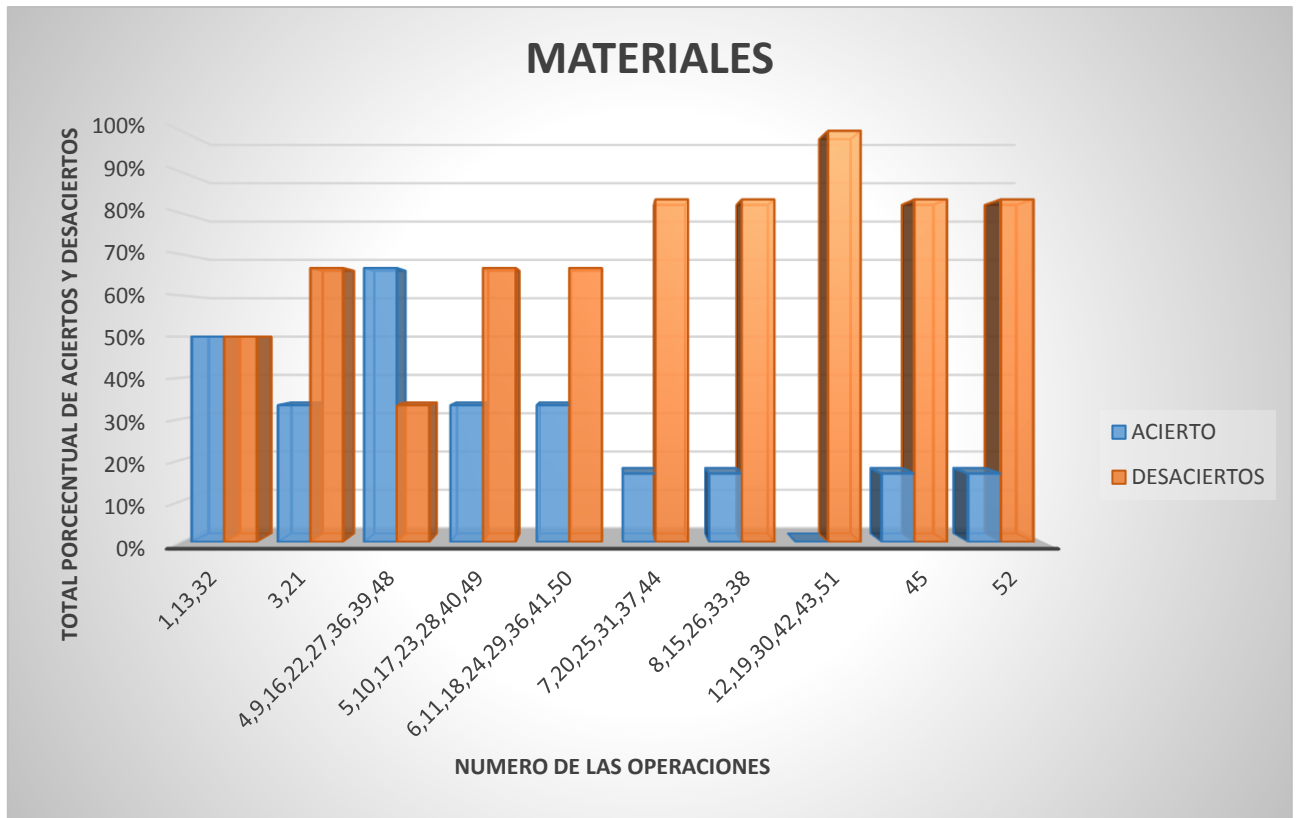


Gráfico 3, Resultados Materiales

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3, Resultados de aciertos Manejo de Materiales.

Numero de operación	Acierto	Total porcentual de aciertos	Desaciertos	Total porcentual de desaciertos	Total de preguntas
1,13,32	3	43%	4	57%	7
3,21	2	29%	5	71%	7
4,9,16,22,27,36,39,48	4	57%	3	43%	7
5,10,17,23,28,40,49	3	43%	4	57%	7
6,11,18,24,29,36,41,50	4	57%	3	43%	7
7,20,25,31,37,44	3	43%	4	57%	7
8,15,26,33,38	2	29%	5	71%	7
12,19,30,42,43,51		0%		0%	7
45	1	14%	6	86%	7
52	3	43%	4	57%	7

Fuente: Elaboración propia.

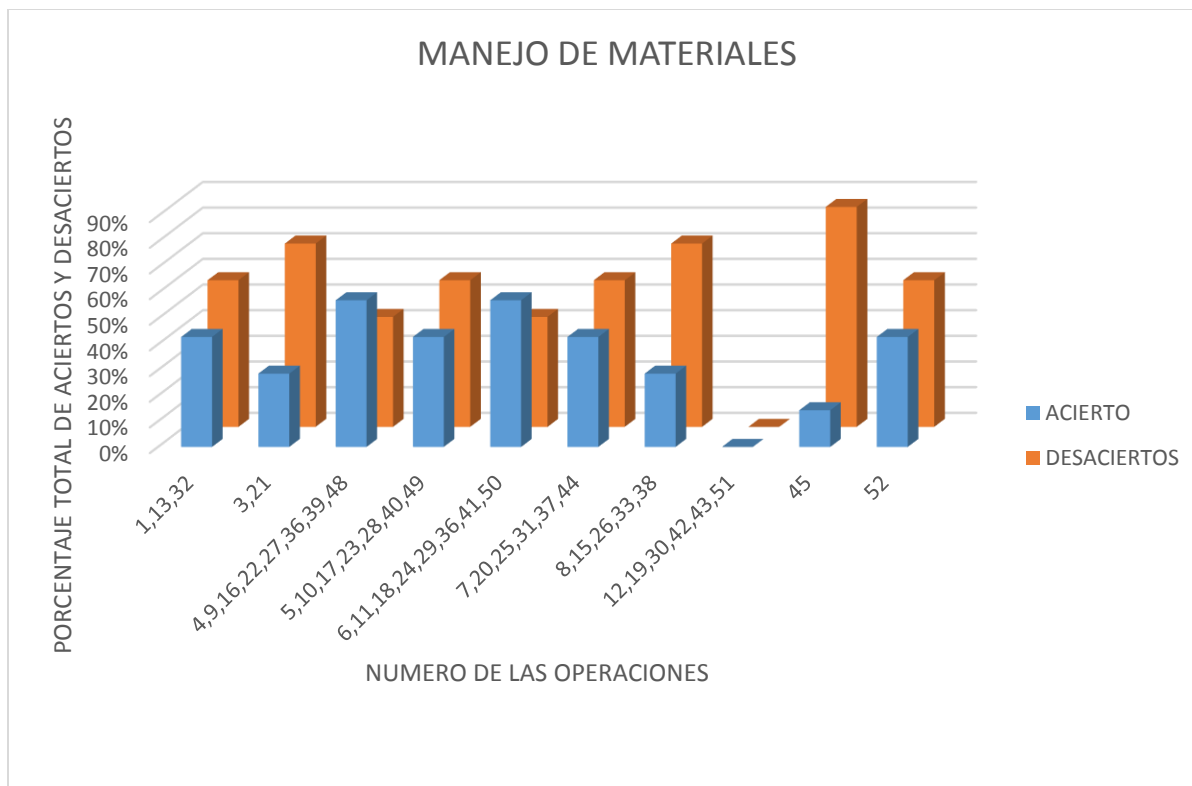


Gráfico 4, Resultado de Manejo de Materiales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4, Resultados de aciertos de Herramientas y Accesorios.

Numero de operación	Acierto	Total porcentual de aciertos	Desaciertos	Total porcentual de desaciertos	Total de preguntas
1,13,32	2	29%	5	71%	7
3,21	2	29%	5	71%	7
4,9,16,22,27,36,39,48	1	14%	6	86%	7
5,10,17,23,28,40,49	2	29%	5	71%	7
6,11,18,24,29,36,41,50	4	57%	3	43%	7
7,20,25,31,37,44	3	43%	4	57%	7
8,15,26,33,38	1	14%	6	86%	7
12,19,30,42,43,51		0%		0%	7
45	1	14%	6	86%	7
52	2	29%	5	71%	7

Fuente: Elaboración propia.

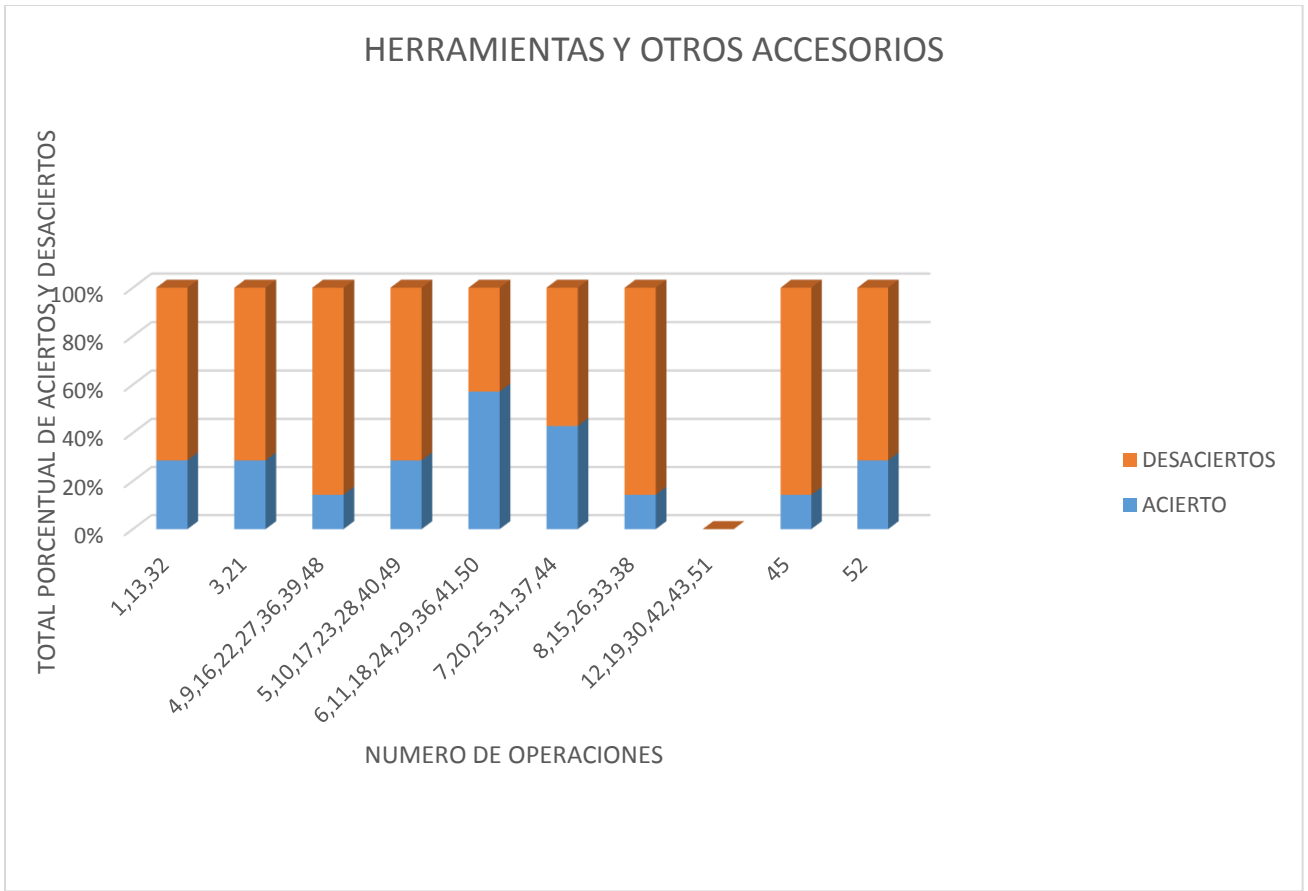


Gráfico 5, Resultados de Herramientas y Accesorios.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5, Resultados de aciertos de Montaje de Maquinarias.

Numero de operación	Acierto	Total porcentual de aciertos	Desaciertos	Total porcentual de desaciertos	Total de preguntas
1,13,32	1	25%	3	75%	4
3,21	0	0%	4	100%	4
4,9,16,22,27,36,39,48	0	0%	4	100%	4
5,10,17,23,28,40,49	0	0%	4	100%	4
6,11,18,24,29,36,41,50	2	50%	2	50%	4
7,20,25,31,37,44	0	0%	4	100%	4
8,15,26,33,38	1	25%	3	75%	4
12,19,30,42,43,51		0%		0%	4
45	1	25%	3	75%	4
52	1	25%	3	75%	4

Fuente: Elaboración propia.

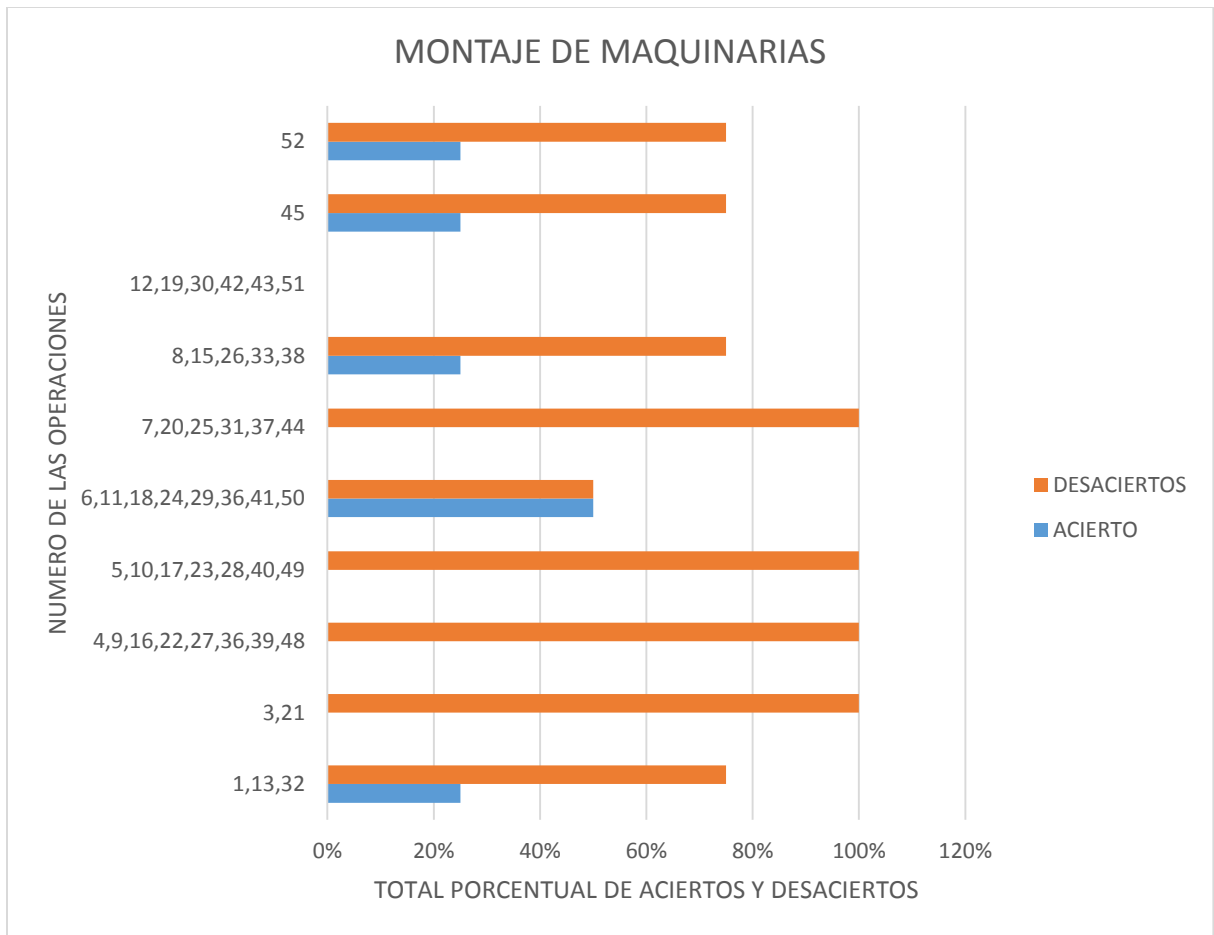


Gráfico 6, Resultado de Montaje de Maquinarias.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6, Resultados de aciertos Operaciones o Trabajos.

Numero de operación	Acierto	Total porcentual de aciertos	Desaciertos	Total porcentual de desaciertos	Total de preguntas
1,13,32	4	40%	6	60%	10
3,21	7	70%	3	30%	10
4,9,16,22,27,36,39,48	6	60%	4	40%	10
5,10,17,23,28,40,49	7	70%	3	30%	10
6,11,18,24,29,36,41,50	9	90%	1	10%	10
7,20,25,31,37,44	6	60%	4	40%	10
8,15,26,33,38	6	60%	4	40%	10
12,19,30,42,43,51	5	50%	5	50%	10
45	6	60%	4	40%	10
52	5	50%	5	50%	10

Fuente: Elaboración propia.

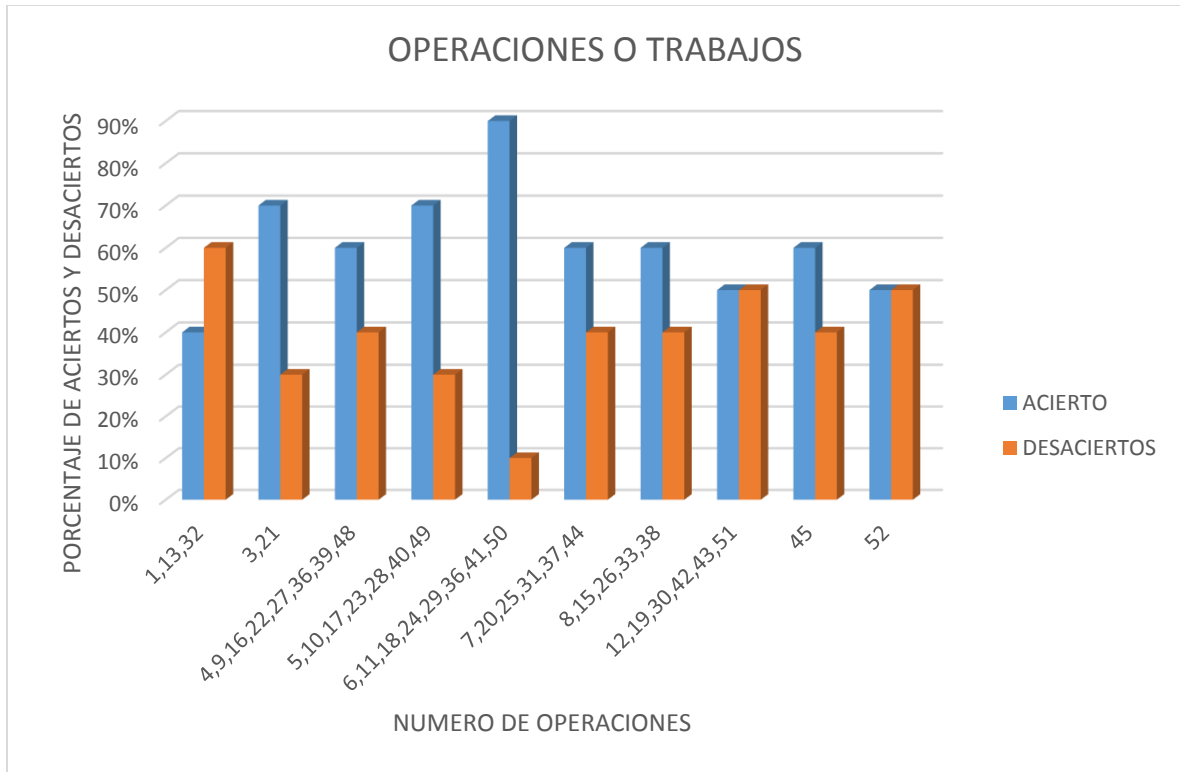


Gráfico 7, Resultados de Operaciones o Trabajos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7, Resultados de aciertos Operadores.

Numero de operación	Acierto	Total porcentual de aciertos	Desaciertos	Total porcentual de desaciertos	Total de preguntas
1,13,32	2	40%	3	60%	5
3,21	2	40%	3	60%	5
4,9,16,22,27,36,39,48	2	40%	3	60%	5
5,10,17,23,28,40,49	2	40%	3	60%	5
6,11,18,24,29,36,41,50	2	40%	3	60%	5
7,20,25,31,37,44	2	40%	3	60%	5
8,15,26,33,38	2	40%	3	60%	5
12,19,30,42,43,51	2	40%	3	60%	5
45	2	40%	3	60%	5
52	2	40%	3	60%	5

Fuente: Elaboración propia.

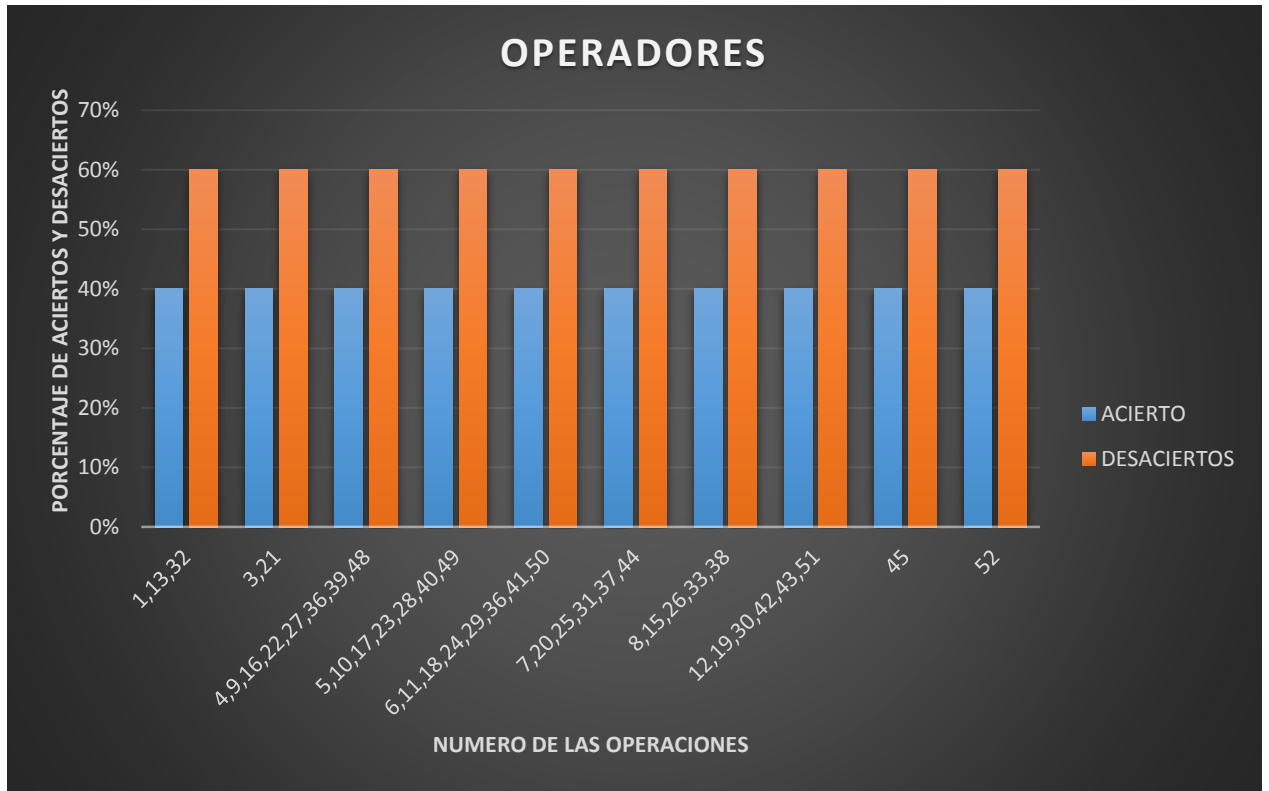


Gráfico 8, Resultados Operadores.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8, Resultados de Condiciones Laborales.

Número de operación	Acierto	Total porcentual de aciertos	Desaciertos	Total porcentual de desaciertos	Total de preguntas
1,13,32	6	60%	4	40%	10
3,21	6	60%	4	40%	10
4,9,16,22,27,36,39,48	5	50%	5	50%	10
5,10,17,23,28,40,49	5	50%	5	50%	10
6,11,18,24,29,36,41,50	8	80%	2	20%	10
7,20,25,31,37,44	6	60%	4	40%	10
8,15,26,33,38	6	60%	4	40%	10
12,19,30,42,43,51	3	30%	7	70%	10
45	7	70%	3	30%	10
52	4	40%	6	60%	10

Fuente: Elaboración propia.

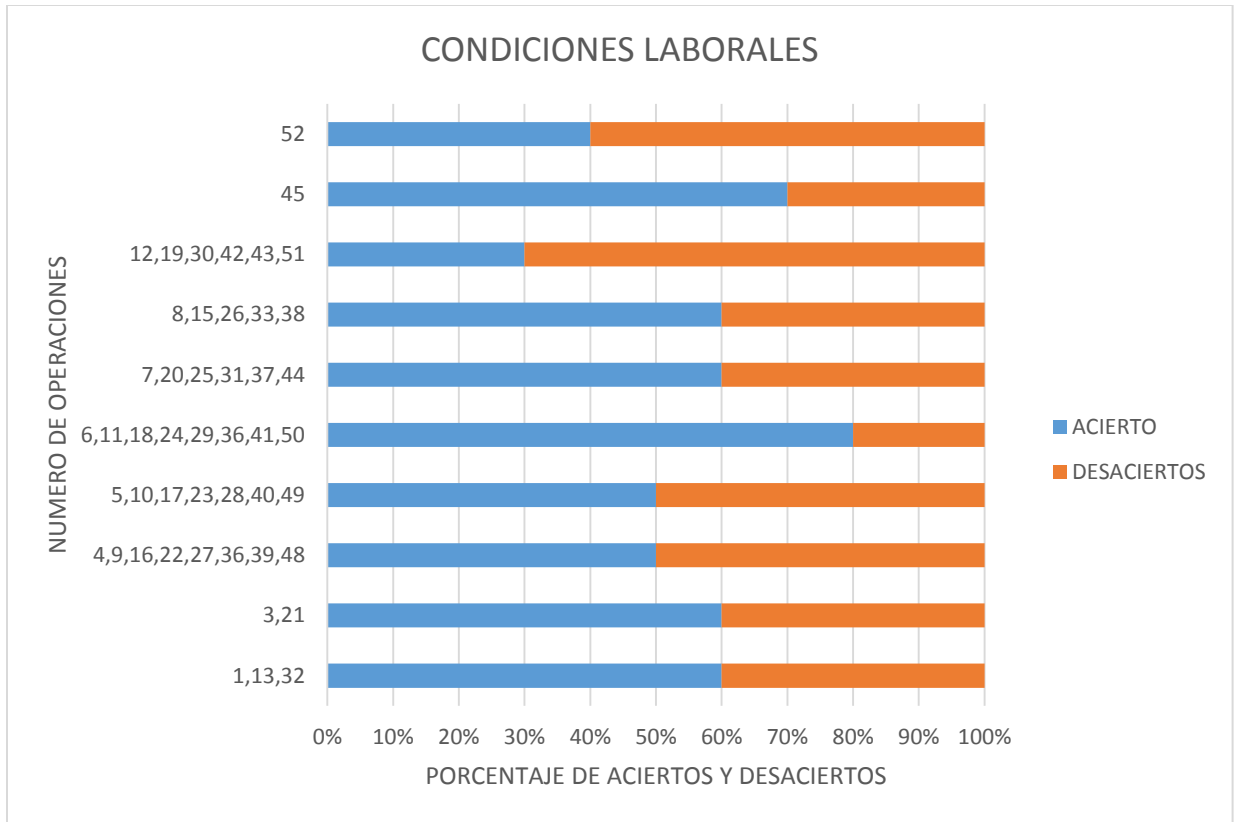


Gráfico 9, Resultados de Condiciones Laborales.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9, Consideraciones Finales.

Número de operaciones	Materiales	Manejo de materiales	Herramientas	Montaje	Operaciones	Operarios	Condiciones Laborales	Total
1,13,32						1		1
3,21						1		1
4,9,16,22,27,36,39,48	1	1				1		3
5,10,17,23,28,40,49						1		1
6,11,18,24,29,36,41,50		1	1	1	1	1	1	6
7,20,25,31,37,44						1		1
8,15,26,33,38						1		1
12,19,30,42,43,51						1		1
45						1		1
52						1		1

Fuente: Elaboración propia.

Después de haberse realizado los cuestionarios, agrupar las operaciones tomando en cuenta la similitud que estas tienen al igual que las respuestas que salieron para ellas y clasificar las respuestas podemos observar que las operaciones 6,11,18,24,29,36,41,50 son operaciones que se deben de eliminar, ya que representan solo adversidades al proceso y además interfieren en la calidad del producto dado que gracias al testimonio y la observación de campo se puede constatar que dichas operaciones rayan cada pieza necesaria para la silla. Por otro lado, las operaciones 4, 9, 16, 22, 27, 36, 39,48, deben ser mejoradas sus materiales y la capacitación del personal para poder utilizar dicha maquinaria. Y por último combinar todas aquellas operaciones que son similares pero que se aplican a las diferentes partes de la pieza final, tales como:

- 1,13,32
- 3,21
- 5,10,17,23,28,40,49
- 7,20,25,31,37,44
- 8,15,26,33,38
- 12,19,30,42,43,51
- 4,9,16,22,27,36,39,48

7.4 Estudio de Tiempos y Movimientos.

Para conocer el tiempo en que realizan la operación completa para elaborar las sillas dentro del taller, el Programa Institucional de la Madera (PIMA), brindó preliminarmente el tiempo estandarizado que ellos ya tenían para todo el proceso arrojando los siguientes datos (datos que fueron agrupados según la similitud de las operaciones):

Tabla 10, Tiempo promedio de las operaciones.

Numero de operación	Descripción de los elementos	Tiempo promedio \bar{x} (minutos)	
1	Ajustar y regular la máquina	0.33	3.33
	Sostener el renglón de madera	2.1	
	Cortar esquina de la pieza	0.5	
13	Ajustar y regular la máquina	0.33	3.33
	Sostener el renglón de madera	2.1	
	Cortar esquina de la pieza	0.5	
32	Ajustar y regular la máquina	0.33	3.33
	Sostener el renglón de madera	2.1	
	Cortar esquina de la pieza	0.5	
2	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	0.17	1.36
	Sostener pieza de madera	1.02	
	Quitar molde metálico e inspeccionar la pieza	0.17	
14	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	0.17	1.36

	Sostener pieza de madera	1.02	
	Quitar molde metálico e inspeccionar la pieza	0.17	
3	Ubicar la medida de profundidad	0.2	5.49
	Sostener la pieza de madera	5.02	
	Limpiar e inspeccionar la pieza de madera escopleada	0.27	
21	Ubicar la medida de profundidad	0.2	5.49
	Sostener la pieza de madera	5.02	
	Limpiar e inspeccionar la pieza de madera escopleada	0.27	
7	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera	0.67	
20	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera	0.67	
25	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera	0.67	
31	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera	0.67	
37	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera	0.67	

44	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera	0.67	
12	Buscar piezas en la bodega	1.38	11.28
	Extender piezas en el suelo	1.04	
	Ensamblar piezas	8.46	
19	Buscar piezas en la bodega	1.38	11.28
	Extender piezas en el suelo	1.04	
	Ensamblar piezas	8.46	
30	Buscar piezas en la bodega	1.38	11.28
	Extender piezas en el suelo	1.04	
	Ensamblar piezas	8.46	
42	Buscar piezas en la bodega	1.38	11.28
	Extender piezas en el suelo	1.04	
	Ensamblar piezas	8.46	
43	Buscar piezas en la bodega	1.38	11.28
	Extender piezas en el suelo	1.04	
	Ensamblar piezas	8.46	
51	Buscar piezas en la bodega	1.38	11.28
	Extender piezas en el suelo	1.04	
	Ensamblar piezas	8.46	
8	Espigado de pieza	0.37	0.37

15	Espigado de pieza	0.37	0.37
26	Espigado de pieza	0.37	0.37
33	Espigado de pieza	0.37	0.37
38	Espigado de pieza	0.37	0.37
4	Clavar clavos en mesa de madera	1.06	3.56
	Lijar caras de la pieza de madera	0.87	
	Lijar cantos de la pieza de madera	0.83	
9	Clavar clavos en mesa de madera	1.06	3.56
	Lijar caras de la pieza de madera	0.87	
	Lijar cantos de la pieza de madera	0.83	
16	Clavar clavos en mesa de madera	1.06	3.56
	Lijar caras de la pieza de madera	0.87	
	Lijar cantos de la pieza de madera	0.83	
22	Clavar clavos en mesa de madera	1.06	3.56
	Lijar caras de la pieza de madera	0.87	
	Lijar cantos de la pieza de madera	0.83	
27	Clavar clavos en mesa de madera	1.06	3.56
	Lijar caras de la pieza de madera	0.87	
	Lijar cantos de la pieza de madera	0.83	
34	Clavar clavos en mesa de madera	1.06	3.56
	Lijar caras de la pieza de madera	0.87	
	Lijar cantos de la pieza de madera	0.83	

39	Clavar clavos en mesa de madera	1.06	3.56
	Lijar caras de la pieza de madera	0.87	
	Lijar cantos de la pieza de madera	0.83	
48	Clavar clavos en mesa de madera	1.06	3.56
	Lijar caras de la pieza de madera	0.87	
	Lijar cantos de la pieza de madera	0.83	
5	Lijar todos los lados de la pieza	3.24	3.24
10	Lijar todos los lados de la pieza	3.24	3.24
17	Lijar todos los lados de la pieza	3.24	3.24
23	Lijar todos los lados de la pieza	3.24	3.24
28	Lijar todos los lados de la pieza	3.24	3.24
35	Lijar todos los lados de la pieza	3.24	3.24
40	Lijar todos los lados de la pieza	3.24	3.24
49	Lijar todos los lados de la pieza	3.24	3.24
6	Lijar todos los lados de la pieza	4.01	4.01
11	Lijar todos los lados de la pieza	4.01	4.01
18	Lijar todos los lados de la pieza	4.01	4.01
24	Lijar todos los lados de la pieza	4.01	4.01
29	Lijar todos los lados de la pieza	4.01	4.01
36	Lijar todos los lados de la pieza	4.01	4.01
41	Lijar todos los lados de la pieza	4.01	4.01
50	Lijar todos los lados de la pieza	4.01	4.01

45	Tomar el molde de la pieza y colocar las prensas	1.35	5.18
	Esparcir el pegamento	3.06	
	Quitar las prensas	0.37	
46	Colocar la medida de la pieza	0.43	2.48
	Tomar y despuntar	1.03	
	Inspeccionar y medir	0.62	
47	Cepillado	1.03	1.03
52	Aplicar base (sellador de pintura)	6.1	21.48
	Lijar manualmente	8.6	
	Aplicar poliuretano	6.38	

Fuente: PIMA.

Posteriormente de obtener dicha información para calcular el ritmo de trabajo se utilizó el método de Westinghouse (ver anexo 3) omitiendo aquellas operaciones donde la máquina hace la mayor parte del trabajo logrando los siguientes resultados:

Tabla 11, Valoración Westinghouse.

Operación	Descripción de los elementos	Valoración Westinghouse
2	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	1.11
	Sostener pieza de madera	1.11
	Quitar molde metálico e inspeccionar la pieza	1.14
14	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	1.11
	Sostener pieza de madera	1.11
	Quitar molde metálico e inspeccionar la pieza	1.14
3	Ubicar la medida de profundidad	1.09
	Sostener la pieza de madera	1.12
	Limpiar e inspeccionar la pieza de madera escopleada	1.16
21	Ubicar la medida de profundidad	1.09
	Sostener la pieza de madera	1.12

	Limpiar e inspeccionar la pieza de madera escopleada	1.16
12	Buscar piezas en la bodega	1.1
	Extender piezas en el suelo	1.11
	Ensamblar piezas	1.21
19	Buscar piezas en la bodega	1.1
	Extender piezas en el suelo	1.11
	Ensamblar piezas	1.21
30	Buscar piezas en la bodega	1.1
	Extender piezas en el suelo	1.11
	Ensamblar piezas	1.21
42	Buscar piezas en la bodega	1.1
	Extender piezas en el suelo	1.11
	Ensamblar piezas	1.21
43	Buscar piezas en la bodega	1.1
	Extender piezas en el suelo	1.11
	Ensamblar piezas	1.21
51	Buscar piezas en la bodega	1.1
	Extender piezas en el suelo	1.11
	Ensamblar piezas	1.21
8	Espigado de pieza	1.19
15	Espigado de pieza	1.19

26	Espigado de pieza	1.19
33	Espigado de pieza	1.19
38	Espigado de pieza	1.19
4	Clavar clavos en mesa de madera	1.08
	Lijar caras de la pieza de madera	1.18
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.14
9	Clavar clavos en mesa de madera	1.08
	Lijar caras de la pieza de madera	1.18
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.14
16	Clavar clavos en mesa de madera	1.08
	Lijar caras de la pieza de madera	1.18
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.14
22	Clavar clavos en mesa de madera	1.08
	Lijar caras de la pieza de madera	1.18
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.14
27	Clavar clavos en mesa de madera	1.08
	Lijar caras de la pieza de madera	1.18
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.14
34	Clavar clavos en mesa de madera	1.08
	Lijar caras de la pieza de madera	1.18
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.14
39	Clavar clavos en mesa de madera	1.08

	Lijar caras de la pieza de madera	1.18
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.14
48	Clavar clavos en mesa de madera	1.08
	Lijar caras de la pieza de madera	1.18
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.14
5	Lijar todos los lados de la pieza	1.16
10	Lijar todos los lados de la pieza	1.16
17	Lijar todos los lados de la pieza	1.16
23	Lijar todos los lados de la pieza	1.16
28	Lijar todos los lados de la pieza	1.16
35	Lijar todos los lados de la pieza	1.16
40	Lijar todos los lados de la pieza	1.16
49	Lijar todos los lados de la pieza	1.16
6	Lijar todos los lados de la pieza	0.95
11	Lijar todos los lados de la pieza	0.95
18	Lijar todos los lados de la pieza	0.95
24	Lijar todos los lados de la pieza	0.95
29	Lijar todos los lados de la pieza	0.95
36	Lijar todos los lados de la pieza	0.95
41	Lijar todos los lados de la pieza	0.95
50	Lijar todos los lados de la pieza	0.95
45	Tomar el molde de la pieza y colocar las prensas	1.06

	Esparcir el pegamento	1.14
	Quitar las prensas	1.11
46	Colocar la medida de la pieza	1.06
	Tomar y despuntar	1.18
	Inspeccionar y medir	1.16
52	Aplicar base (sellador de pintura)	1.24
	Lijar manualmente	1.23
	Aplicar poliuretano	1.23

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se logró tener los datos del tiempo promedio y la valoración de trabajo se pudo calcular el tiempo normal de trabajo para las operaciones, teniendo en cuenta que se tomó el tiempo promedio de las máquinas igual al tiempo normal. Como se muestra continuación:

Tabla 12, Tiempo Normal.

Operación	Descripción de los elementos	Tiempo Normal (TN)
1	Ajustar y regular la máquina	3.33
	Sostener el renglón de madera	
	Cortar esquina de la pieza	
13	Ajustar y regular la máquina	3.33
	Sostener el renglón de madera	
	Cortar esquina de la pieza	
2	Ajustar y regular la máquina	3.33
	Sostener el renglón de madera	
	Cortar esquina de la pieza	
2	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	0.19
	Sostener pieza de madera	1.13
	Quitar molde metálico e inspeccionar la pieza	0.19
14	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	0.19
	Sostener pieza de madera	1.13

	Quitar molde metálico e inspeccionar la pieza	0.19
3	Ubicar la medida de profundidad	0.22
	Sostener la pieza de madera	6.02
	Limpiar e inspeccionar la pieza de madera escopleada	0.31
21	Ubicar la medida de profundidad	0.22
	Sostener la pieza de madera	6.02
	Limpiar e inspeccionar la pieza de madera escopleada	0.31
7	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	1.24
	Sostener la pieza de madera	
20	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	1.24
	Sostener la pieza de madera	
25	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	1.24
	Sostener la pieza de madera	
31	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	1.24
	Sostener la pieza de madera	
37	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	1.24
	Sostener la pieza de madera	
44	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	1.24

	Sostener la pieza de madera	
12	Buscar piezas en la bodega	1.52
	Extender piezas en el suelo	1.15
	Ensamblar piezas	10.24
19	Buscar piezas en la bodega	1.52
	Extender piezas en el suelo	1.15
	Ensamblar piezas	10.24
30	Buscar piezas en la bodega	1.52
	Extender piezas en el suelo	1.15
	Ensamblar piezas	10.24
42	Buscar piezas en la bodega	1.52
	Extender piezas en el suelo	1.15
	Ensamblar piezas	10.24
43	Buscar piezas en la bodega	1.52
	Extender piezas en el suelo	1.15
	Ensamblar piezas	10.24
51	Buscar piezas en la bodega	1.52
	Extender piezas en el suelo	1.15
	Ensamblar piezas	10.24
8	Espigado de pieza	0.44
15	Espigado de pieza	0.44
26	Espigado de pieza	0.44

33	Espigado de pieza	0.44
38	Espigado de pieza	0.44
4	Clavar clavos en mesa de madera	1.14
	Lijar caras de la pieza de madera	1.50
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.40
9	Clavar clavos en mesa de madera	1.14
	Lijar caras de la pieza de madera	1.50
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.40
16	Clavar clavos en mesa de madera	1.14
	Lijar caras de la pieza de madera	1.50
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.40
22	Clavar clavos en mesa de madera	1.14
	Lijar caras de la pieza de madera	1.50
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.40
27	Clavar clavos en mesa de madera	1.14
	Lijar caras de la pieza de madera	1.50
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.40
34	Clavar clavos en mesa de madera	1.14
	Lijar caras de la pieza de madera	1.50
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.40
39	Clavar clavos en mesa de madera	1.14
	Lijar caras de la pieza de madera	1.50

	Lijar cantos de la pieza de madera	1.40
48	Clavar clavos en mesa de madera	1.14
	Lijar caras de la pieza de madera	1.50
	Lijar cantos de la pieza de madera	1.40
5	Lijar todos los lados de la pieza	4.16
10	Lijar todos los lados de la pieza	4.16
17	Lijar todos los lados de la pieza	4.16
23	Lijar todos los lados de la pieza	4.16
28	Lijar todos los lados de la pieza	4.16
35	Lijar todos los lados de la pieza	4.16
40	Lijar todos los lados de la pieza	4.16
49	Lijar todos los lados de la pieza	4.16
6	Lijar todos los lados de la pieza	4.21
11	Lijar todos los lados de la pieza	4.21
18	Lijar todos los lados de la pieza	4.21
24	Lijar todos los lados de la pieza	4.21
29	Lijar todos los lados de la pieza	4.21
36	Lijar todos los lados de la pieza	4.21
41	Lijar todos los lados de la pieza	4.21
50	Lijar todos los lados de la pieza	4.21
45	Tomar el molde de la pieza y colocar las prensas	1.43
	Esparcir el pegamento	3.49

	Quitar las prensas	0.41
46	Colocar la medida de la pieza	0.46
	Tomar y despuntar	1.22
	Inspeccionar y medir	1.18
47	Cepillado	1.03
52	Aplicar base (sellador de pintura)	7.56
	Lijar manualmente	11.07
	Aplicar poliuretano	8.25

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el tiempo estándar que debería de tener cada una de las operaciones tomando en cuenta todos los datos anteriores, más aquellas acciones que agregan tiempo a la operación se definió (utilizando la tabla de suplementos brindada por la OIT) (ver anexo 4) que el tiempo estándar para cada una de las operaciones donde el operario tiene mayor incidencia son los siguientes:

Tabla 13, Tiempo Estándar.

Operación	Descripción de los elementos	Suplementos	Tiempo Estándar (TE)	
1	Ajustar y regular la máquina		0.33	3.33
	Sostener el renglón de madera		2.10	
	Cortar esquina de la pieza		0.50	
13	Ajustar y regular la máquina		0.33	3.33
	Sostener el renglón de madera		2.10	
	Cortar esquina de la pieza		0.50	
32	Ajustar y regular la máquina		0.33	3.33
	Sostener el renglón de madera		2.10	
	Cortar esquina de la pieza		0.50	
2	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	9%	0.21	2.20
	Sostener pieza de madera	21%	1.37	
	Quitar molde metálico e inspeccionar la pieza	12%	0.22	
14	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina	9%	0.21	2.20

	Sostener pieza de madera	21%	1.37	
	Quitar molde metálico e inspeccionar la pieza	12%	0.22	
3	Ubicar la medida de profundidad	14%	0.25	8.28
	Sostener la pieza de madera	21%	6.80	
	Limpiar e inspeccionar la pieza de madera escopleada	12%	0.35	
21	Ubicar la medida de profundidad	14%	0.25	8.28
	Sostener la pieza de madera	21%	6.80	
	Limpiar e inspeccionar la pieza de madera escopleada	12%	0.35	
7	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina		0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera		0.67	
20	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina		0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera		0.67	
25	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina		0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera		0.67	
31	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina		0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera		0.67	
37	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina		0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera		0.67	

44	Digitar en computadora las medidas necesarias y regular la máquina			0.17	1.24
	Sostener la pieza de madera			0.67	
12	Buscar piezas en la bodega	13%	1.72	15.56	
	Extender piezas en el suelo	18%	1.36		
	Ensamblar piezas	18%	12.08		
19	Buscar piezas en la bodega	13%	1.72	15.56	
	Extender piezas en el suelo	18%	1.36		
	Ensamblar piezas	18%	12.08		
30	Buscar piezas en la bodega	13%	1.72	15.56	
	Extender piezas en el suelo	18%	1.36		
	Ensamblar piezas	18%	12.08		
42	Buscar piezas en la bodega	13%	1.72	15.56	
	Extender piezas en el suelo	18%	1.36		
	Ensamblar piezas	18%	12.08		
43	Buscar piezas en la bodega	13%	1.72	15.56	
	Extender piezas en el suelo	18%	1.36		
	Ensamblar piezas	18%	12.08		
51	Buscar piezas en la bodega	13%	1.72	15.56	
	Extender piezas en el suelo	18%	1.36		
	Ensamblar piezas	18%	12.08		
8	Espigado de pieza	18%	0.52	0.52	
15	Espigado de pieza	18%	0.52	0.52	

26	Espigado de pieza	18%	0.52	0.52
33	Espigado de pieza	18%	0.52	0.52
38	Espigado de pieza	18%	0.52	0.52
4	Clavar clavos en mesa de madera	16%	1.33	5.50
	Lijar caras de la pieza de madera	16%	1.19	
	Lijar cantos de la pieza de madera	16%	1.10	
9	Clavar clavos en mesa de madera	16%	1.33	5.50
	Lijar caras de la pieza de madera	16%	1.19	
	Lijar cantos de la pieza de madera	16%	1.10	
16	Clavar clavos en mesa de madera	16%	1.33	5.50
	Lijar caras de la pieza de madera	16%	1.19	
	Lijar cantos de la pieza de madera	16%	1.10	
22	Clavar clavos en mesa de madera	16%	1.33	5.50
	Lijar caras de la pieza de madera	16%	1.19	
	Lijar cantos de la pieza de madera	16%	1.10	
27	Clavar clavos en mesa de madera	16%	1.33	5.50
	Lijar caras de la pieza de madera	16%	1.19	
	Lijar cantos de la pieza de madera	16%	1.10	
34	Clavar clavos en mesa de madera	16%	1.33	5.50
	Lijar caras de la pieza de madera	16%	1.19	
	Lijar cantos de la pieza de madera	16%	1.10	
39	Clavar clavos en mesa de madera	16%	1.33	5.50

	Lijar caras de la pieza de madera	16%	1.19	
	Lijar cantos de la pieza de madera	16%	1.10	
48	Clavar clavos en mesa de madera	16%	1.33	5.50
	Lijar caras de la pieza de madera	16%	1.19	
	Lijar cantos de la pieza de madera	16%	1.10	
5	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.36	5.23
10	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.36	5.23
17	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.36	5.23
23	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.36	5.23
28	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.36	5.23
35	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.36	5.23
40	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.36	5.23
49	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.36	5.23
6	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.42	5.28
11	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.42	5.28
18	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.42	5.28
24	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.42	5.28
29	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.42	5.28
36	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.42	5.28
41	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.42	5.28
50	Lijar todos los lados de la pieza	16%	4.42	5.28
45	Tomar el molde de la pieza y colocar las prensas	19%	1.70	7.26

	Esparcir el pegamento	20%	4.19	
	Quitar las prensas	16%	0.48	
46	Colocar la medida de la pieza	18%	0.54	3.38
	Tomar y despuntar	18%	1.43	
	Inspeccionar y medir	19%	0.86	
47	Cepillado		1.03	1.03
52	Aplicar base (sellador de pintura)	19%	9.00	33.18
	Lijar manualmente	21%	12.80	
	Aplicar poliuretano	21%	9.50	

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se puede decir que, ya tomando en cuenta los suplementos y los valores de Westinghouse el tiempo estándar de las 52 operaciones en total es de: **307.27 minutos.**

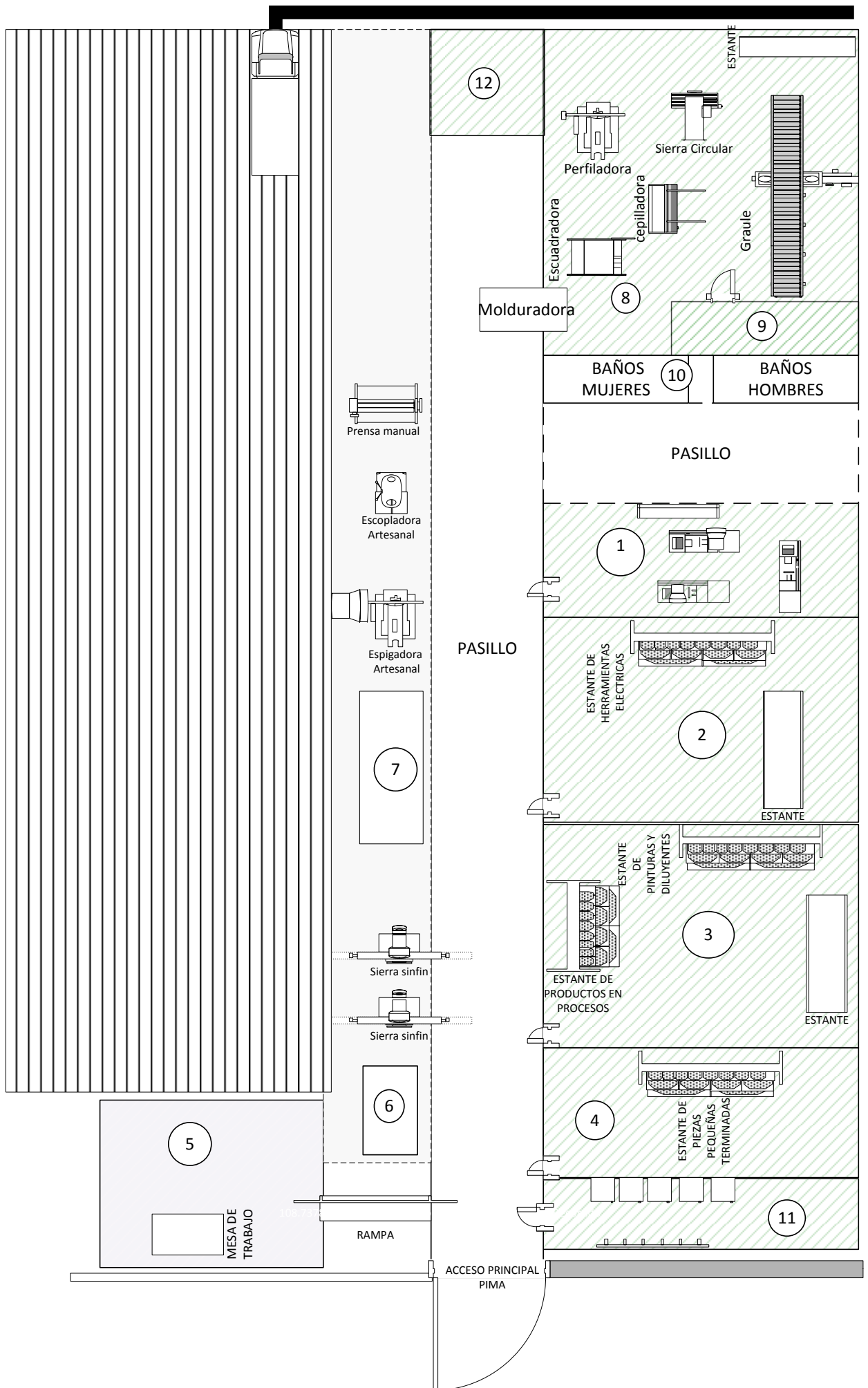
7.5 Distribución de Planta

Para realizar el diagrama de distribución de planta del taller del Programa Institucional de la Madera (PIMA), se realizaron varias visitas donde se definió como está dividido el taller según sus áreas de trabajo. A continuación, se muestra dicha división:

Tabla 14, Áreas de trabajo PIMA

Dirección PIMA (1)	Área De Ensamble(7)
Bodega De Herramientas (2) (ver anexo 29)	Baños (8) (ver anexo 34)
Bodega De Producto En Proceso Y Materiales (3) (ver anexo 30)	Bodega De Piezas Erróneas (9) (ver anexo 7)
Bodega De Producto Terminado (4) (ver anexo 37-39)	Área De Producción (10)
Área De Pintura Y Acabo Final (5) (ver anexo 14)	Vestidores (11) (ver anexo 26)
Área De Lijado (6)	Zona De Descarga de Materia Prima (12) (ver anexo 12, 25)

Fuente: Elaboración propia.








Plano 1, Distribución de Planta actual.

Fuente: Elaboración propia.

7.5.1 Diagrama SLP.

Como parte de una estrategia para poder realizar una propuesta efectiva de distribución de planta, el diagrama SLP, fue lo más acertado para establecer los valores de proximidad de cada una de las áreas, teniendo en cuenta el majeo del material, operarios y producto como tal. Dichos valores de proximidad se describen a continuación:

Tabla 15, Cuantificación de proximidad de las actividades.

Valor	Proximidad	Color
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria	
U	Sin importancia	
X	No deseable	
XX	Altamente indeseable	

Fuente: Manual de Distribución en planta, pág. 25, (CEEI CV).

Además, se definieron los motivos por los cuales las áreas deberían estar cerca y estos son los que se representan en la siguiente tabla:

Tabla 16, Cuantificación de motivos de proximidad de actividades.

Código Numérico	Descripción de motivo
1	Utilizan la misma información
2	Comparten mismo personal
3	Comparten el mismo espacio
4	Necesidad de comunicación personal
5	Necesidad de comunicación a través de documentos
6	Secuencia del flujo de trabajo
7	Realizan un trabajo similar
8	Molestias y/o peligros
9	Necesidad básica

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17, Diagrama SLP.

DESTINO ORIGEN	Dirección PIMA	Bodega de herramientas	Bodega de producto en proceso	Bodegas de piezas erróneas y en	Bodega de producto terminado	Área de pintura y acabado	Área de lijado	Área de ensamble	Área de producción	Zona de descarga de materia	Baños	Vestidores
Dirección PIMA	-	0	0	0	0	U	U	U	0	X	0	U
Bodega de herramientas		-	5	5	4,5	-	-	-	4,5	8	9	-
Bodega de producto en proceso			0	U	U	I	I	U	I	U	U	U
Bodegas de piezas erróneas y en			2	-	-	2,4	2,4	-	4	-	-	-
Bodega de producto terminado				I	0	0	0	0	I	U	U	U
Área de pintura y acabado					1,2,7	2,7	4	2	1,2,4,5	-	-	-
Área de lijado						U	U	U	U	U	U	U
Área de ensamble									3	-	-	-
Área de producción						0	U	U	U	U	U	U
Zona de descarga de materia prima						6	-	-	4	-	-	-
Baños							X	0	U	U	U	0
Vestidores								2,6	-	-	9	-
									I	U	U	U
									2,4,6	2,4,6	9	-
										I	U	U
										2,4,6	9	-
											I	U
											1,2,3,4,6	9
												U
												-
												U
												-

Fuente: Elaboración propia.

7.5.2 Diagrama relacional de actividades

Por otra parte, continuando con la metodología del diagrama SLP, se realizó una representación gráfica de las áreas y su respectiva proximidad para así tener una idea más clara de cómo, a raíz de la clasificación que se hizo anteriormente, poder determinar cuál es el área elemental para que todas las demás fluyan en orden y cuales no deberían de estar cerca para así evitar imprevistos. Es por eso que retomando del cuadro de proximidad (tabla 15) la colorimetría de las líneas según su valor de proximidad y además representando las áreas con las simbologías del diagrama sinóptico; en el cual las áreas se distinguen por las actividades que se realizan en ellas, se logra finalmente el diagrama relacional de actividades que se muestra a continuación:

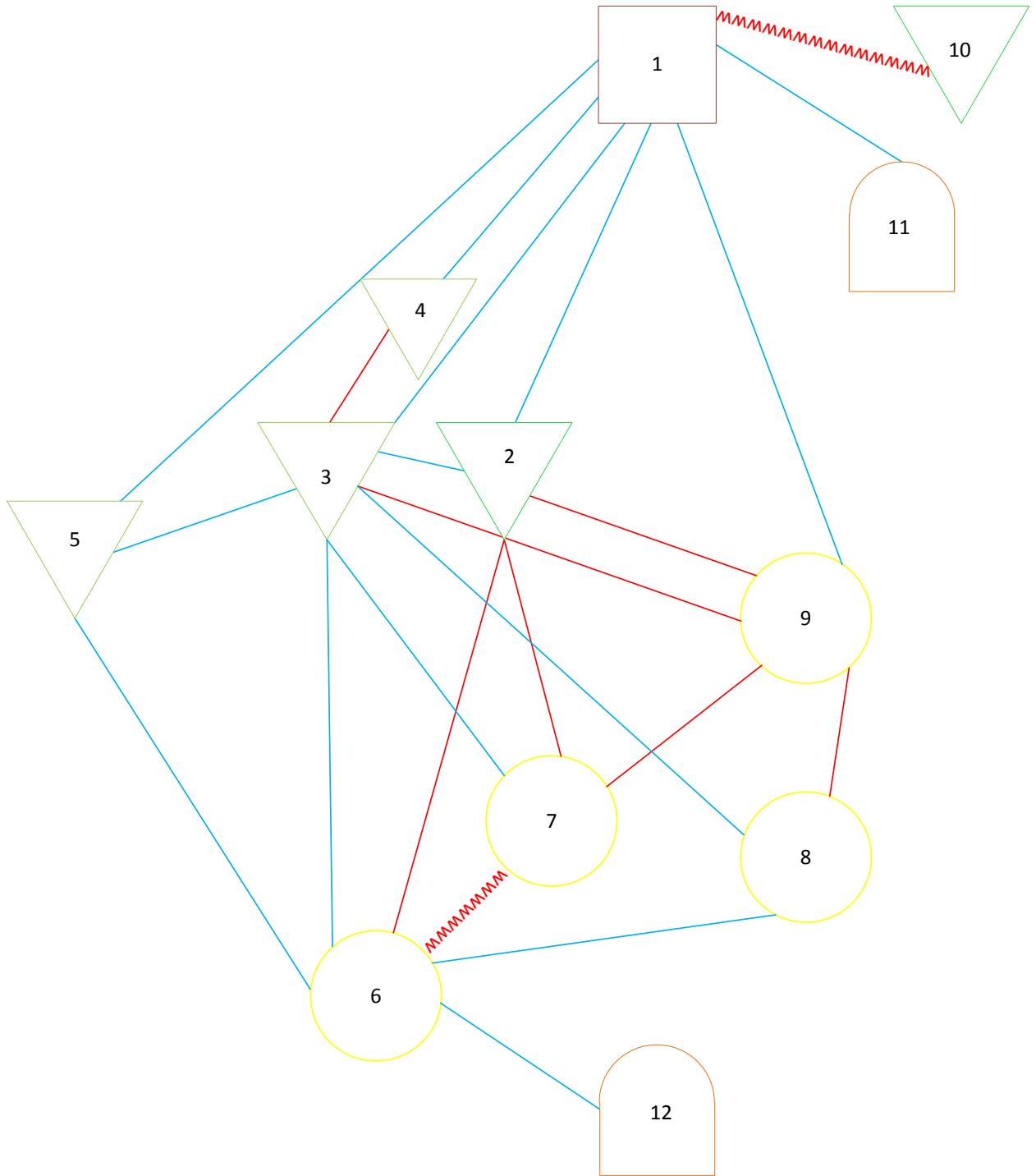


Gráfico 10, Diagrama relacional de actividades.
 Fuente: Elaboración propia.

7.6 Valué Stream Map

El Value Stream Map (Mapa de la cadena de Valor) como la última herramienta de la metodología Lean, que utilizada en el diagnóstico, mostró de qué forma va fluyendo el proceso desde que el PIMA toma el pedido del cliente hasta que se entrega al mismo, además permitió visualizar como está distribuido el proceso, cuanto del tiempo de trabajo total realmente añade valor en la transformación de la pieza del producto final y calcular el nivel de eficiencia del ciclo como medida cuantitativa comparativa del proceso como tal, y es por ello que se tuvo que:

- Calcular el tiempo de desarrollo de cada una de las 52 operaciones que se realizan en el proceso obteniendo un total de: 217.31 minutos preliminarmente, (dichos valores fueron obtenidos del estudio de tiempo).
- Además, se notó que no se trabaja con una demanda diaria de producto, sino que el taller generalmente trabaja con lotes de 20 unidades que se van entregando hasta cumplir la cantidad pactada con el cliente. (Otros aspectos de entrega no fueron detallados debido a que no puede ser pública dicha información).
- El tiempo ciclo de cada una de las operaciones se estableció en segundos, como indica la literatura (dichos valores se muestran en el diagrama).
- La tasa de producción es de 0.18 unidades/hora de cada silla tipo UNAN.

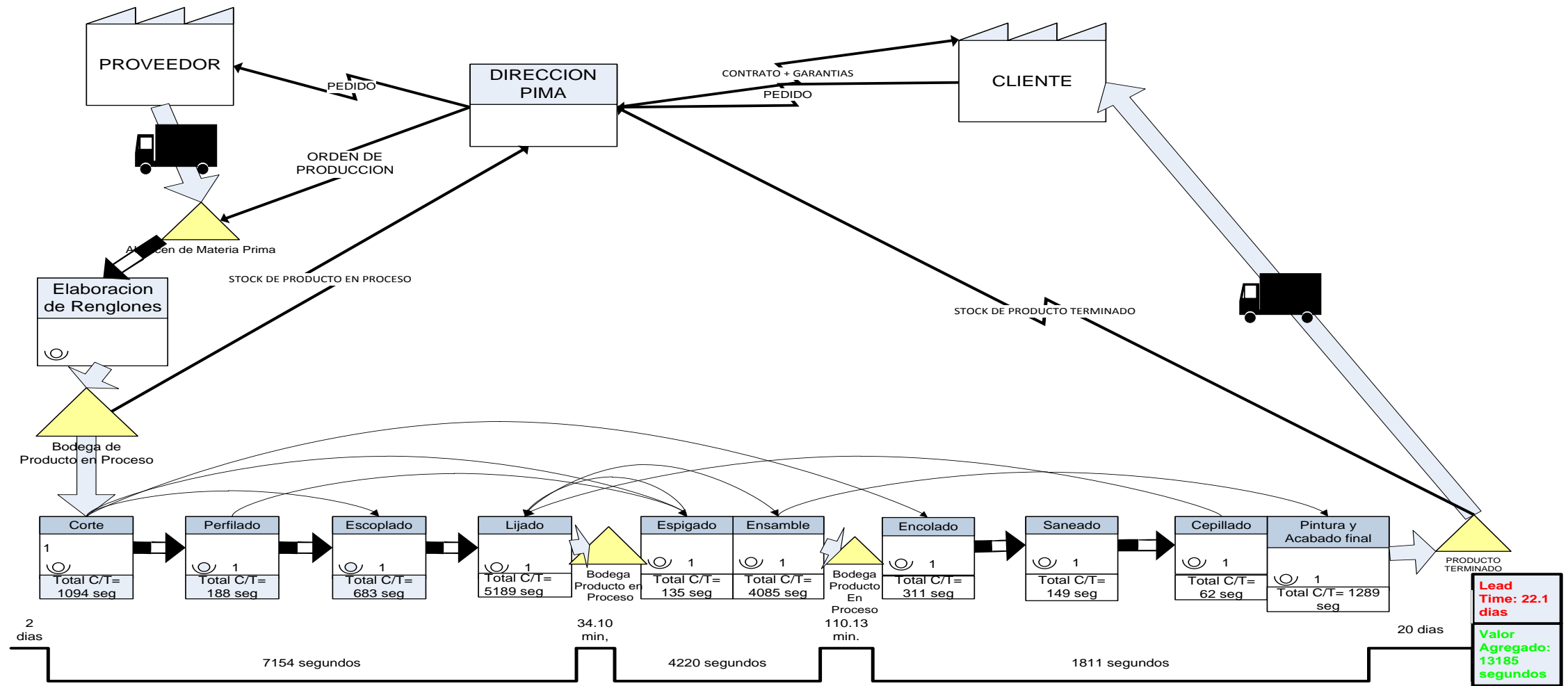
Por otro lado, mediante el diagrama se puede observar que por el desorden de las actividades se crean demasiadas líneas de salto de actividades creando confusión en la comprensión del diagrama.

Obteniendo una eficiencia del ciclo del proceso de:

Tabla 18, Eficiencia del Ciclo del Proceso (Actual).

Horas disponibles por Turno:	8.00
Minutos disponibles por Turno:	480.00
Segundos disponibles por Turno:	28,800.00
Minutos de descanso por Turno:	60.00
Segundos de descanso por Turno:	3,600.00
Minutos Netos disponibles por Turno:	420.00
Segundos Netos disponibles por Turno:	25,200.00
Tiempo de Espera de Producción (días):	22.10
Tiempo de Espera de Producción (minutos):	9,282.00
Tiempo de Espera de Producción (segundos):	556,920.00
Tiempo de Valor Agregado (segundos):	13,185.00
Eficiencia del Ciclo del Proceso (PCE)	2.37%

Fuente: Elaboración propia.



Plano 2, Value Stream Map Actual.

Fuente: Elaboración propia.

8 Capítulo II: Plan de Acción.

8.1 Diagrama Sinóptico Propuesto.

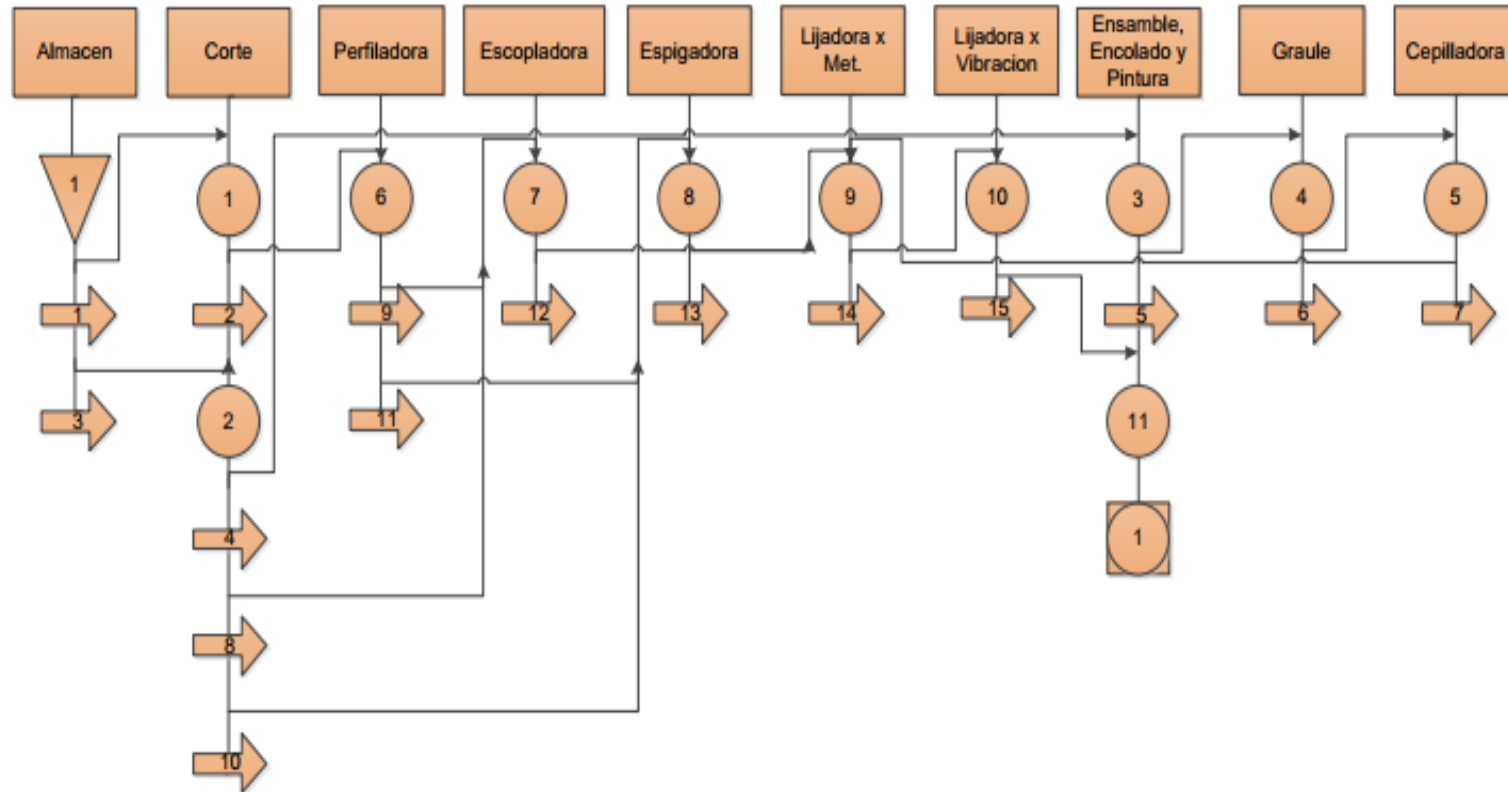


Gráfico 11, Diagrama Sinóptico propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

8.1.1 Descripción del diagrama sinóptico propuesto.



Operación

1. Corte con sierra sin fin de **PATA TRASERA y RESPALDO**.
2. Corte dimensionado de **SOPORTE LATERAL, SOPORTE TRASERO, PATA DELANTERA, SOPORTE DELANTERO, REFUERZO y ASIENTO**.
3. Encolado de **ASIENTO**.
4. Saneado (despunte) de **ASIENTO**.
5. Cepillado de **ASIENTO** en máquina T54.
6. Perfilado de **PATA TRASERA y RESPALDO** en máquina T27.
7. Escopleado de los 2 lados de las **PATAS TRASERAS y PATAS DELANTERAS**. (ver anexo 24)
8. Espigado de **SOPORTE LATERAL, SOPORTE TRASERO, RESPALDO, SOPORTE DELANTERO, REFUERZO**.(ver anexo 17)
9. Lijado en las superficies de todas las partes con metabo.
10. Lijado en las superficies de todas las partes por vibración.
11. Ensamblado de todas las partes. (ver anexo 23)



Transporte

1. Transporte de **PATAS TRASERAS, RESPALDO** a corte.
2. Transporte de **PATAS TRASERAS, RESPALDO** a T27.
3. Transporte de **SOPORTE LATERAL, SOPORTE TRASERO, PATA DELANTERA, SOPORTE DELANTERO, REFUERZO y ASIENTO** para corte dimensionado.
4. Transporte de **ASIENTO** para encolado.
5. Transporte de **ASIENTO** a máquina GRAULE.
6. Transporte de **ASIENTO** a Cepilladora.
7. Transporte de **ASIENTO** a lijadora con metabo.
8. Transporte de **PATA DELANTERA** a escopladora.
9. Transporte de **PATA TRASERA** a escopladora.

10. Transporte de **SOPORTE LATERAL, SOPORTE TRASERO, SOPORTE DELANTERO, REFUERZO** a espigadora.
11. Transporte de **RESPALDO** a espigadora.
12. Transporte de **SOPORTE LATERAL, SOPORTE TRASERO, SOPORTE DELANTERO, REFUERZO** a lijadora con metabo.
13. Transporte de **PATAS DELANTERAS, PATAS TRASERAS** a lijadora con metabo.
14. Transporte de todas las partes a lijadora por vibración.
15. Transporte de todas las partes a ensamble.



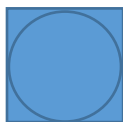
Almacén

1. Almacén de los renglones de **SOPORTE LATERAL, SOPORTE TRASERO, SOPORTE DELANTERO, REFUERZO, PATAS DELANTERAS, PATAS TRASERAS.**



Inspección

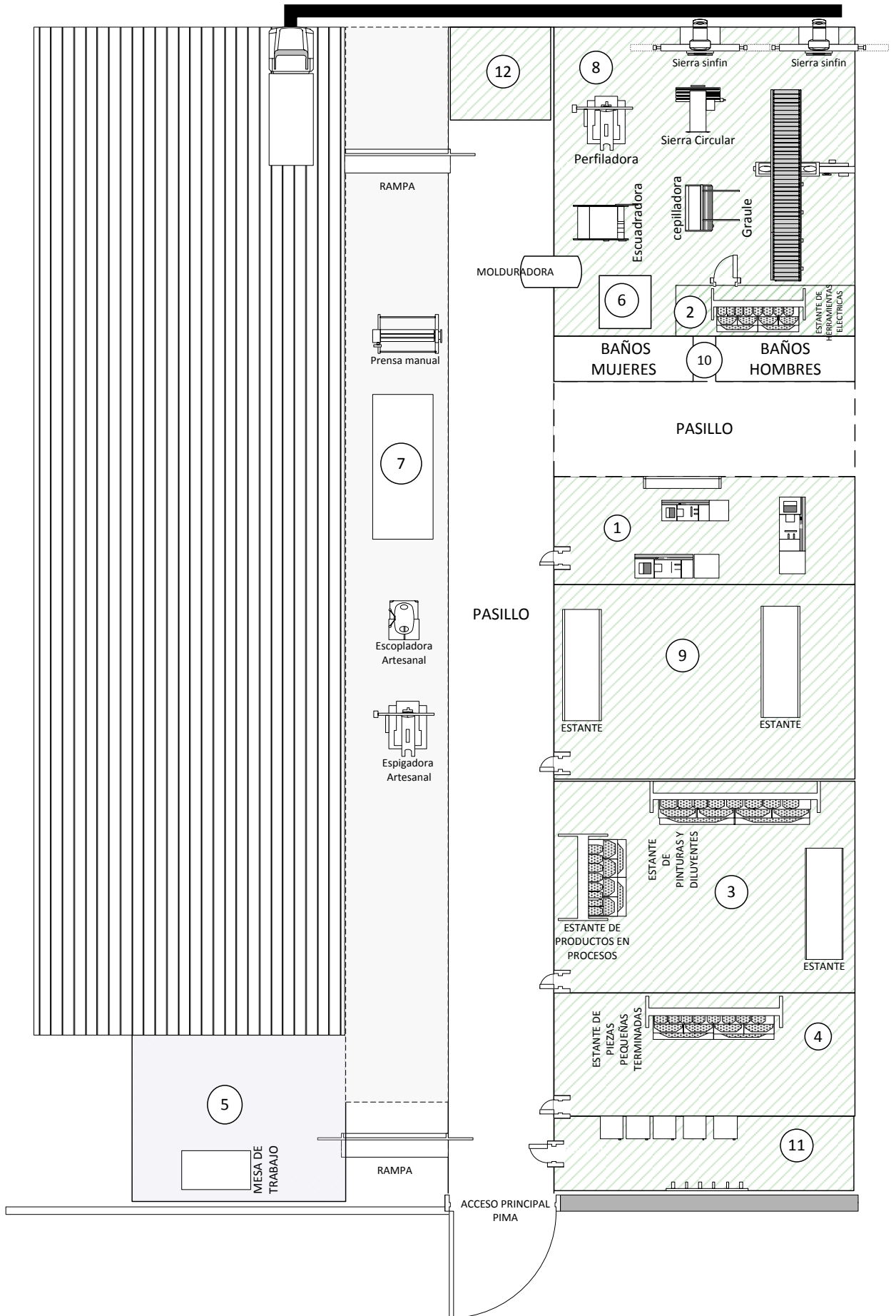
1. Inspección de lijado con metabo de todas las partes.
2. Inspección de lijado por vibración de todas las partes.



Operación Combinada

1. Acabado, pintura e inspección final de la silla. (ver anexo 14)

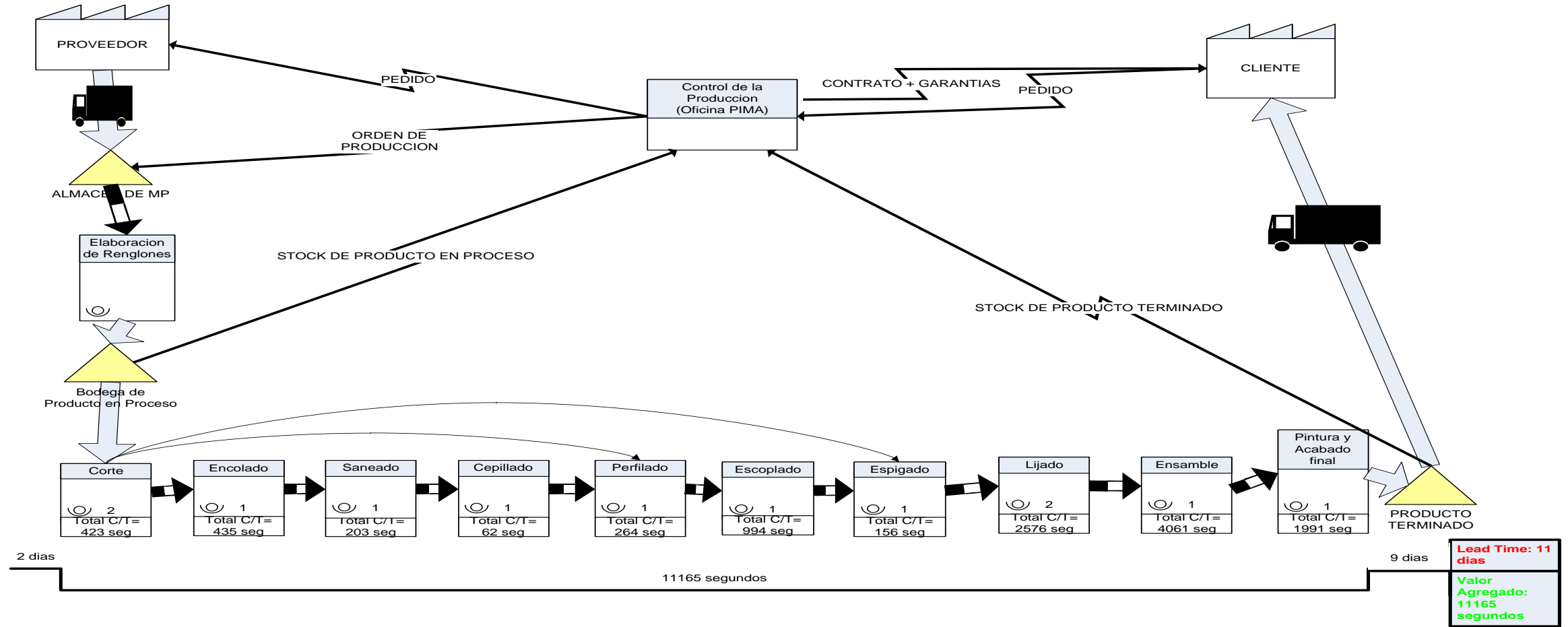
8.2 Distribución de Planta Propuesta.



Plano 3, Distribución de Planta propuesta

Fuente: Elaboración propia

8.3 Value Stream Map Propuesto



Plano 4, Value Stream Map Propuesto

Fuente: Elaboración propia.

8.3.1 Comparación de la eficiencia del ciclo del proceso

Una vez determinado el VSM futuro debemos comparar el actual con este para averiguar qué tan eficiente será nuestra propuesta, es por ello que procedemos a calcular nuevamente nuestro ECP.

Tabla 19, Eficiencia del Ciclo del Proceso (Propuesto)

Horas disponibles por Turno:	8.00
Minutos disponibles por Turno:	480.00
Segundos disponibles por Turno:	28,800.00
Minutos de descanso por Turno:	60.00
Segundos de descanso por Turno:	3,600.00
Minutos Netos disponibles por Turno:	420.00
Segundos Netos disponibles por Turno:	25,200.00
Tiempo de Espera de Producción (días):	11.00
Tiempo de Espera de Producción (minutos):	4,620.00
Tiempo de Espera de Producción (segundos):	277,200.00
Tiempo de Valor Agregado (segundos):	11,165.00
Eficiencia del Ciclo del Proceso (PCE)	4.03%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20, Comparación de ECP Actual vs Propuesto.

	ACTUAL	Propuesto
Tiempo de Espera de Producción (días):	22.10	11.00
Tiempo de Espera de Producción (minutos):	9,282.00	4,620.00
Tiempo de Espera de Producción (segundos):	556,920.00	277,200.00
Tiempo de Valor Agregado (segundos):	13,185.00	11,165.00
Eficiencia del Ciclo del Proceso (PCE)	2.37%	4.03%

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar existe un aumento del 1.66 por ciento entre el VSM actual y el VSM propuesto, dicho aumento no es notorio al principio, pero como las herramientas de la metodología Lean y las demás usadas pueden ser trazadas a mediano plazo, podremos tener un aumento en la eficiencia paulatinamente, dicho incremento es el principal objetivo de la mejora continua que es lo medular de esta propuesta de mejora. Además de gráficamente se logró eliminar las líneas que creaban desorden dentro del mapa.

8.4 Plan de Acción

Tabla 21, Plan de acciones propuestas

Plan de Acciones				
Acciones	Objetivos	Recursos	Ejecutor	Fecha
1. Reordenar el área de producción	Lograr un mejor posicionamiento para lograr un flujo de trabajo más continuo	Recursos Humano Tiempo	Operarios	A disposición del subdirector del PIMA
2. Reubicar aquellos residuos (trozos de madera) que serán destinado para las prácticas de los estudiantes	Ahorrar espacio dentro del área de producción	Recursos Humano Tiempo	Operarios	A disposición del subdirector del PIMA
3. Capacitar a los operarios para que sepan cómo darles mantenimiento preventivo a las máquinas	Reducir el tiempo de espera en que las máquinas sean reparadas	Recurso Humano Tiempo Recursos monetario	Sub director PIMA	A disposición del subdirector del PIMA

4. Activar la zona de descarga de materia prima	Controlar el flujo de descarga de la zona de materia prima	Recursos Humano Tiempo	Operarios	A disposición del subdirector del PIMA
5. Aplicar la filosofía Lean en el proceso productivo	Lograr un flujo de trabajo más esbelto y rápido, con costos más bajos	Recurso Humano Tiempo Recursos monetario	Sub director PIMA	A disposición del subdirector del PIMA
6. Eliminar las operaciones con lijado por orbital	mejorar acabado de la pieza final y disminuir los tiempos de operación	Recursos Humano Tiempo	Responsable de taller	A disposición del subdirector del PIMA

Elaboración: Fuente propia.

Tabla 22, Continuación.

Plan de acciones				
Acciones	Objetivos	Recursos	Ejecutor	Fecha
7. Ubicar las áreas de lijado y ensamble dentro del área de producción	disminuir la distancia recorrida por los operarios	Recursos Humano Tiempo	Responsable de taller	A disposición del subdirector del PIMA
8. Producir solo lo que sea requerido	Aplicar la metodología producir hasta el último momento responsable	Recursos Humano	Operarios	A disposición del subdirector del PIMA
9. Comprar máquinas escopladora y espigadora industriales.	Disminuir el tiempo de las operaciones y los errores de imprecisión de los operarios	Recurso Humano Tiempo Recursos monetario (USD 2,732.74, (ver anexo 41, 42)).	Sub director PIMA	A disposición del subdirector del PIMA
10. Reubicar las bodegas de producto en proceso	Disminuir el recorrido de la pieza en proceso	Recursos Humano Tiempo	Responsable de taller	A disposición del subdirector del PIMA

11. Visualizar acciones que no agregan valor a las operaciones mediante un VSM.	Eliminar acciones que sean los generadores de tiempo perdido en el proceso.	Recurso Humano	Sub Director PIMA	A disposición del sub director del PIMA
---	---	----------------	-------------------	---

Fuente: Elaboración propia.

9 Conclusiones

Para culminar con el análisis y estudio del proceso de elaboración de sillas tipo UNAN, del Programa de la Madera de la Universidad Nacional de Ingeniera podemos indicar que:

- Según el diagnóstico realizado al PIMA, por medio de la metodología de los 7 desperdicios, los mayores problemas que existen en el taller son de **Sobre inventario, sobreproducción y procesos que no generan valor.**
- Asimismo, para establecer el método de producción se utilizó la metodología de las **9M** destacando que:
 - El método de trabajo consta de 52 operaciones, 50 transportes, 1 inspección, 9 almacenamientos y 1 demora.
 - El personal del área de producción conoce el proceso productivo, pero realiza muchas actividades que detienen el proceso de producción en repetidas ocasiones.
 - Existe una mala distribución de las maquinarias que ayudan a que los operarios tarden más en llevar las piezas para continuar la producción.
 - El proceso no está correctamente estandarizado.
 - Las maquinarias no trabajan con eficiencia debido al mal mantenimiento de las mismas.
 - No se implementan o gestionan herramientas de mejora continua que beneficie el proceso productivo.
- Del mismo modo posteriormente se estandarizo el tiempo de trabajo y se eliminaron operaciones innecesarias para el método de trabajo.
- Al aplicar el VSM para determinar los puntos clave del proceso se pudo realizar una mejora de la eficiencia del ciclo de un 2.37% a un 4.03 %
- Con el plan de acción propuesto se espera que el PIMA realice las acciones correspondientes para la mejora paulatina del proceso productivo.

10 Recomendaciones

Luego de haber finalizado el diagnóstico y analizado con distintas herramientas la situación de producción en el PIMA, es recomendable que:

- Se realice una reubicación de algunas de las áreas de trabajo de las instalaciones.
- Volver a capacitar a los colaboradores sobre las medidas de Higiene y Seguridad, además de señalar nuevamente las áreas.
- Se revise la maquinaria y se oriente a los operarios sobre su mantenimiento.
- Se definan bien cada estación del proceso.
- Mantener el orden y la limpieza de la totalidad de los elementos que tenga que utilizar para evitar atrasos en el proceso.
- Se realice una capacitación a los trabajadores de cómo funciona la metodología Lean como herramienta de mejora continua.
- Se capacite a los niveles medios para registrar correctamente el proceso de producción, por medio de la metodología Lean.
- Eliminar las operaciones que no añaden valor al producto desde el punto de vista operativo y del cliente.
- Reducir los altos niveles de producción que no tienen un propósito.
- Activar las zonas de descarga para evitar acumulación de la materia prima en pasillos y lugares que no son convenientes.
- Encontrar un espacio para destinar los desechos que serán reutilizados con fines educativos o según el giro que el taller le dé.

11 Bibliografía.

- Chiarini, A. (2013). *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office*. Bologna: Springer.
- Criollo, R. G. (1996). *Estudio del Trabajo*. México D.F: Mc Graw Hill.
- Delgado, M. (25 de Octubre de 2019). *Concepto definicion*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/metodologia/>.
- ISO. (Martes de Octubre de 2019). *ISO TOOLS*. Obtenido de <https://www.isotools.org/normas/sistemas-integrados/>
- Kanawaty. (1996). *Introduccion al estudio del trabajo*. Ginebra: Publicaciones de la OIT.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Suiza: Pearson .
- Lean Manufacturing 10. (25 de Octubre de 2019). *Lean Manufacturing 10*. Obtenido de <https://leanmanufacturing10.com/smed>
- López. (6 de Junio de 2017). *Ingenieria Industrial Online*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/t%C3%A9cnicas-de-registro-de-la-informaci%C3%B3n/>
- Niebel, B. (s.f.). *Ingenieria Industrial*. Mexico: McGrawHill.
- Plunket, W. E., Allen, G. S., & Attner, R. F. (2013). *Managment: Meeting and Exceeding Customer Expectations*. Mason, OH: Nelson Education, Ltd.
- Porto, J. P. (25 de Octubre de 2019). *Definicion de*. Obtenido de (<https://definicion.de/plan-de-accion/>)
- Pulido, H. G. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México D.F: McGraw-Hill.
- Socconini, L. (2019). *Lean Company. Mas alla de la manufactura*. Martorell, Barcelona: Marge Books.
- Taghizadegan, S. (2006). *Essentials of Lean Six Sigma*. Burlington: Elsevier Inc.

12 Anexos

Análisis del método de trabajo

Proceso: Elaboración de sillas tipo UNAN.

Cuestionario:

1. ¿Por qué se hace?
2. ¿Es necesario hacerlo?
3. ¿Cuál es la finalidad?
4. ¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?
5. ¿Por qué se hace ahí?
6. ¿Se conseguirían ventajas haciéndolo en otro lado?
7. ¿Podría combinarse con otro elemento?
8. ¿Dónde podría hacerse mejor?
9. ¿Por qué se hace en ese momento?
10. ¿Sería mejor realizarlo en otro momento?
11. ¿El orden de las acciones es el apropiado?
12. ¿Se conseguirían ventajas cambiando el orden?
13. ¿Tiene las calificaciones apropiadas?
14. ¿Quién podría hacerlo mejor?
15. ¿Por qué se hace así?
16. ¿Es preciso hacerlo así?
17. ¿Cómo podríamos hacerlo mejor?

Anexo 1. Cuestionario de análisis de trabajo OIT.

Lista de comprobación para el análisis de las operaciones

Operación #: 1

Área: Corte

Analizado por: Fernanda Palma.

Preguntas

1. Materiales

a. ¿Podrían sustituirse por otros más baratos?

Si

No

b. ¿Se recibe el material con características uniforme y está en buenas condiciones al llegar al operador?

Si

No

c. ¿Tiene las dimensiones, peso y acabado más adecuado y económico para su mejor utilización?

Si

No

d. ¿Se utilizan completamente los materiales?

Si

No

e. ¿Se podría encontrar alguna utilización para los residuos y desperdicios?

Si

No

f. ¿Podría reducirse el número de almacenamientos de material o alguna de las partes del proceso?

Si

No

2. Manejo de materiales

a. ¿podría reducirse el número de manipulaciones a que están sometidos los materiales?

Si

No

b. ¿Podría acortarse las distancias por recorrer?

Si

No

c. ¿Se reciben, mueven y almacenan los materiales en depósitos adecuados y limpios?

Si

No

d. ¿Hay retraso en la entrega de materiales a los obreros?

Si

No

e. ¿Podría relevarse a los obreros del transporte de materiales usando transportadores?

Si

No

- f. ¿podrían reducirse o eliminarse los retrasos que experimentan el material durante su transporte en la fábrica?

Si

No. El material está a la mano del obrero.

- g. ¿Sería posible evitar el transporte de los materiales mediante el reajuste de ciertas operaciones?

Si

No

3. Herramientas y otros accesorios

- a. Las herramientas que se emplean, ¿son las más adecuadas para el trabajo que se realiza?

Si

No

- b. ¿Están todas las herramientas en buenas condiciones de utilización?

Si

No

- c. ¿Están bien afiladas las herramientas que utilizan para cortar?

Si

No

- d. ¿Se podrían cambiar por otras herramientas y otros accesorios para disminuir el esfuerzo?

Si

No. Debido a que la carga de esfuerzo aumentaría.

- e. ¿Se utilizan ambas manos en trabajo realmente productivo con el empleo de las herramientas disponibles?

Si

No

- f. ¿Se emplea toda clase de accesorios convenientes, tales como, transportadores, plano inclinado, soportes apropiados, etc.?

Si

No

- g. ¿Podría hacerse algún cambio técnico importante para simplificar la forma proyectada para la ejecución del trabajo?

Si

No

4. Maquinaria

Montaje

- a. ¿Podría cada operador montar su propia maquinaria?

Si

No

- b. ¿podría reducirse el número de montajes adecuando a los lotes de producción?

Si

No

c. ¿Se obtienen oportunamente los dibujos, herramientas, y aparatos de medición?

Si

No

d. ¿Se producen retrasos en la comprobación de las primeras piezas producidas?

Si

No

Operaciones o trabajos

a. ¿Puede eliminarse alguna operación?

Si

No

b. ¿Podría aumentar la producción?

Si

No

c. ¿Puede aumentar la alimentación o velocidad de la máquina?

Si

No

d. ¿podría utilizarse un alimentador automático?

Si

No

e. ¿podría subdividirse la operación en otras dos o más de menor duración?

Si

No

f. ¿podrían combinarse do o más operaciones en una sola?

Si

No

g. ¿podría disminuirse la cantidad de trabajo inútil o mal aprovechado?

Si

No

h. ¿podría adelantarse alguna parte de la operación siguiente?

Si

No

i. ¿podrían eliminarse o reducirse las interrupciones?

Si

No. No se presentan interrupciones en la operación

j. ¿podría combinarse la inspección con otra operación?

Si

No

5. Operadores

a. ¿está el obrero calificado favorablemente tanto mental como físicamente para realizar su trabajo?

Si

No

b. ¿Se podría eliminar la fatiga innecesaria mediante condiciones o disposiciones del trabajo?

Si

No

c. Los salarios base ¿son los adecuados para esta clase de trabajo?

Si

No

d. ¿Es satisfactoria la inspección?

Si

No

e. ¿Podría mejorar el trabajo el operador instruyéndolo convenientemente?

SI

6. Condiciones de trabajo

a. ¿son adecuadas para el trabajo la iluminación, la calefacción y la ventilación?

Si

No

b. ¿Son apropiados los cuartos de aseo, armarios, cortinas y ventanas?

Si

No

c. ¿Hay algún riesgo innecesario en el trabajo?

Si

No

d. ¿Se ha previsto lo conveniente para que el obrero pueda trabajar indistintamente de pie o sentado?

Si

No

e. ¿La jornada de trabajo y los periodos de descanso son los más económicos?

Si

No

f. ¿Las máquinas están pintadas adecuadamente?

Si

No

g. ¿Existe confort en el área de trabajo?

Si

No

h. ¿Son apropiados los estantes para guardar las herramientas?

Si

No

i. ¿Existe limpieza en el área de trabajo?

Si

No

j. ¿Existe seguridad para que el obrero realice su trabajo adecuadamente?

Si

No

Anexo 2. Cuestionario (check list) de OIT.

HABILIDAD			ESFUERZO			
A	Habilísimo	+0.15	A	Excesivo	+0.15	<i>Habilidad.</i> Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador.
B	Excelente	+0.10	B	Excelente	+0.10	
C	Bueno	+0.05	C	Bueno	+0.05	
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00	<i>Esfuerzo.</i> Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05	
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10	
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15	<i>Condiciones.</i> Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan la operación.
CONDICIONES			CONSISTENCIA			
A	Buena	+0.05	A	Buena	+0.05	
B	Media	0.00	B	Media	0.00	<i>Consistencia.</i> Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05	

Anexo 3. Clasificación de la actuación, método Westinghouse, pág. 210, capítulo 11 García criollo

1. Suplementos constantes			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de – Suplemento		
	Hombres	Mujeres			
Suplementos por necesidades personales	5	7	Kata (milicalorías/cm ² /segundo)		
Suplementos base por fatiga	4	4	16	0	
2. Suplementos variables			14	0	
	Hombres	Mujeres	12	0	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	10	3	
B. Suplemento por postura anormal			8	10	
Ligeramente incómoda	0	1	6	21	
Incómoda (inclinado)	2	3	5	31	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	4	45	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			3	64	
Peso levantado por kilogramo			2	100	
2.5	0	1	F. Concentración intensa		
5	1	2	Trabajos de cierta precisión	0	0
7.5	2	3	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
10	3	4	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
12.5	4	6	G. Ruido.		
15	5	8	Continuo	0	0
17.5	7	10	Intermitente y fuerte	2	2
20	9	13	Intermitente y muy fuerte	5	5
22.5	11	16	Estridente y fuerte		
25	13	20 (máx)	H. Tensión mental		
30	17	–	Proceso bastante complejo	1	1
33.5	22	–	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
D. Mala iluminación			Muy complejo	8	8
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	I. Monotonía		
Bastante por debajo	2	2	Trabajo algo monótono	0	0
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Anexo 4. Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales, pág. 228, cap. 11 García criollo



Anexo 5. Máquina Graule pegada a la ventana, máquina, Cepilladora en el centro máquina encuadradora en el frente.



Anexo 6. Máquina perfiladora T27.



Anexo 7. Al fondo área de piezas defectuosas, máquina a la derecha, reguesadora, máquina en el centro Cepilladora.



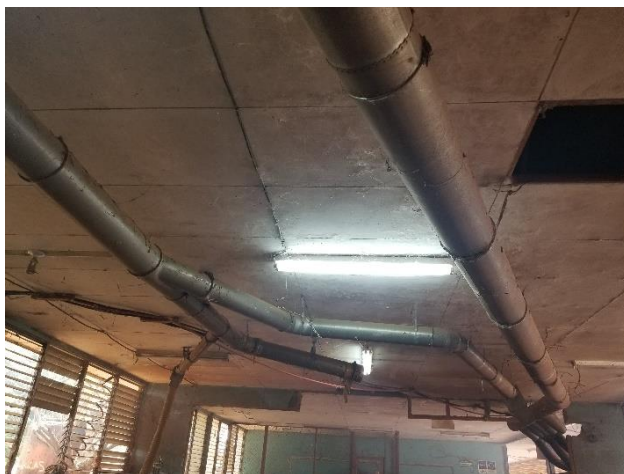
Anexo 8. Máquina sierra circular



Anexo 9. Residuos obtenidos de diferentes procesos en el fondo del Área de producción



Anexo 10. Banda de máquina Graule



Anexo 11. Tubería para paso de aserrín proveniente de las máquinas.



Anexo 12. Puerta de entrada de materia prima.



Anexo 13. Silla tipo UNAN, terminada con defecto de asiento con color desigual.



Anexo 14. Silla tipo UNAN finalizada en área de pintura.



Anexo 15. Silla tipo UNAN finalizada, perspectiva de fotografía, resaltando a parte inferior.



Anexo 16. Silla tipo UNAN finalizada, perspectiva de Fotografía resaltando parte superior.



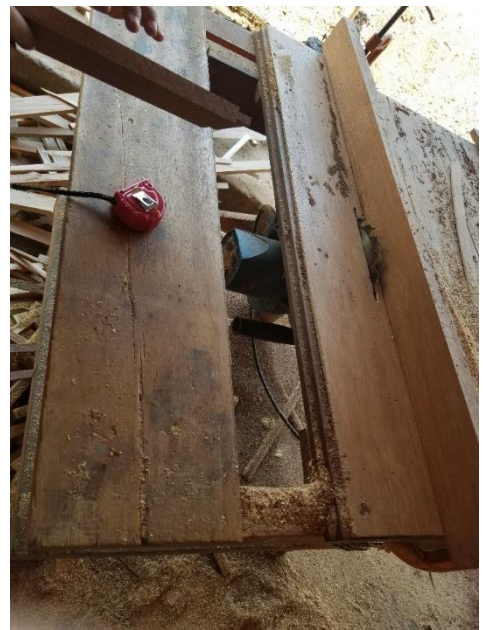
Anexo 17. Soportes para sillas tipo UNAN



Anexo 18. Soportes para sillas tipo UNAN espigados.



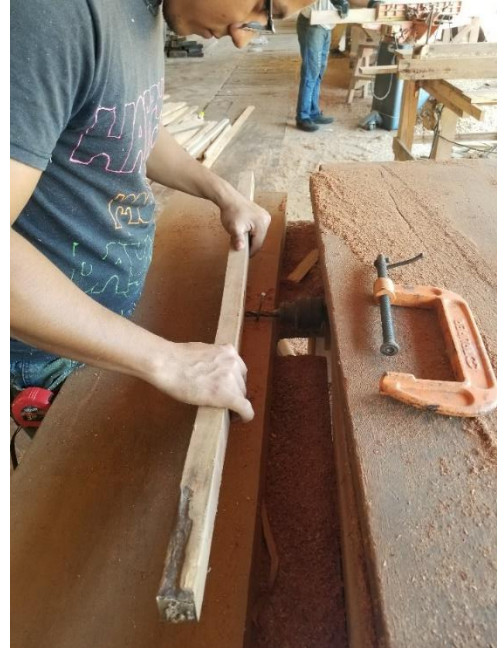
Anexo 19. Perspectiva de profundidad del espigados en soporte para sillas tipo UNAN.



Anexo 20. Espigadora artesanal.



Anexo 21. Escopladora artesanal.



Anexo 22. Escoplado artesanal.



Anexo 23. Pre-armado de respaldar de silla tipo UNAN.



Anexo 24. Pata trasera para silla tipo UNAN escopleada.



Anexo 25. Pasillo de acceso a descarga de materia de prima.



Anexo 26. Vestidores de colaboradores de Área producción



Anexo 27. Rampa de acceso área de pintura.



Anexo 28. Estante de producto en proceso, en bodega de Producto en proceso.



Anexo 29. Bodega de máquinas herramientas.



Anexo 30. Bodega de producto en proceso.



Anexo 31. Estante de pinturas y adherentes, en bodega de máquinas.



Anexo 32. Estante de lijadoras, pulidoras, sierras en bodega de máquinas y herramientas.



Anexo 33. Pasillo cubierto de renglones de madera.



Anexo 34. Pasillo para sanitarios cubierto con renglones de madera



Anexo 35. Área de piezas defectuosas.



Anexo 37. Mueble terminado en bodega de producto terminado



Anexo 38. Muebles terminados en bodega de producto terminado



Anexo 39. Sillas tipo UNAN terminadas y muebles terminados en bodega de producto terminado.



Anexo 40. Bodega de producto en proceso.



Nuevo - 2 vendidos

Escopleador Madera 1/2
Espigadora Industrial -
Knova

USD \$ 1185.69
IVA INCLUIDO

Anexo 41. Escopladora industrial marca Knova, de mercadolibre.com



Espigadoras para madera

Marca: Colombo

Modelo: At 180

Descripción: Espigadoras para
madera Colombo At 180 Nuevas
- LAMA GRUPP con desplazamiento
horizontal manual con visualización
decimal

Diámetros de las cuchillas 30 y 400
mm

Velocidad de rotación de la cuchilla
3000 g / min

TENNING TREE movimiento vertical
manual de 90 mmm con pantalla
decimal

Anexo 42. Espigadora para madera, marca Colombo

AT 180, de Macchine-legno.com

Diámetro del eje 40 mm

Longitud útil del eje 170 mm

Velocidad de rotación del eje 3200 g /
min

USD \$ 1547.05
IVA INCLUIDO