

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería
Industrial**

**Propuesta de redistribución de planta para la disminución de
desperdicios y tiempos de producción en el taller de
Ebanistería Tuca**

AUTOR

Adriana María Araya Valverde

TUTOR

Ing. Alejandro Leiva González MBA

LECTOR

Ing. Andrey Rodríguez Méndez

SAN JOSÉ, AGOSTO, 2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre Zeidy Valverde Fallas quien hace cinco años partió a cielo, a ella por el apoyo, compañía, sacrificio y amor incondicional que me dio desde el día uno de mi vida y, que a pesar de tener que partir de este mundo, sé que me acompaña siempre y me lleva de su mano. También a mi padre German Araya Ureña por ser un pilar muy importante durante toda mi vida, por brindarme su mano siempre que ha podido, chinearne y nunca dejarme sola. A ellos dos les debo quien soy hoy en día.

Igualmente dedico este proyecto a mi familia en general, mis hermanos, Pablo y Ronald, y a mi novio Alex porque sé que siempre me han deseado lo mejor y han creído en mí.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios porque sin él nada hubiese sido posible, por la sabiduría y capacidad que me dio para hoy estar terminando este proceso importante de mi vida.

Agradezco a mi hermano Ronald por brindarme la oportunidad de hacer este proyecto en su empresa, por siempre atenderme para evacuar mis dudas y darme toda la colaboración posible, deseo que la vida le devuelva mucha prosperidad y crecimiento para su negocio.

También agradezco en especial a mi novio y futuro colega Alex por ser mi segunda mano en este proceso académico no solo de tesis sino durante la carrera tanto de bachillerato como de licenciatura, permitiéndome solventar muchos obstáculos que se me presentaron en el camino, al igual que a su madre Patricia por brindarme siempre su apoyo cuando lo necesité.

Asimismo, agradezco a mi familia en general y amigos que siempre han estado ahí en los momentos más difíciles para así lograr salir adelante, al igual que a mis compañeros de trabajo por la comprensión y refuerzo laboralmente para poder cumplir con las obligaciones de la universidad.

Finalmente, agradezco a la Universidad Internacional de las Américas, así como a cada profesor que conformó mi proceso académico, en especial a mi tutor Alejandro Leiva González y director de la carrera Freddy Hernández Barahona por el conocimiento profesional compartido y, para finalizar, agradezco a muchos compañeros que fueron parte importante siempre, no solo para el tema universitario sino por la amistad que me brindaron, entre ellos Sharon Cruz, Jimmy Montenegro, Andrea Quiroz y Daniela Brenes.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se lleva a cabo en el Taller de Ebanistería Tuca, ubicado en San Juan Sur, Corralillo de Cartago, el cual constituye una pequeña empresa que se dedica a la confección de muebles a gran escala y productos artesanales a gusto y necesidad del cliente.

Este proyecto de investigación tiene como base la redistribución de planta del taller que, esencialmente, trabaja por proyectos y no por producciones en masa. Se estudia y analiza la situación actual bajo una serie de herramientas siendo la principal el *Systematic Layout Planning* (SLP) con el fin de examinar la estructura que se tiene, los recorridos que se hacen para llevar a cabo el proceso y el funcionamiento de la toda planta. Se consideran los criterios de acuerdo con las relaciones de proximidad entre las diferentes actividades que conforman el proceso productivo y también, por medio del Gráfico P-Q para poder determinar el tipo de distribución que corresponde para la empresa. Con esta información se generaron tres propuestas de redistribución junto con los costos de implementación de cada una, analizándolas en aspectos de ventajas, desventajas y costo de implementación.

El propósito de este proyecto es brindarle al taller una propuesta que venga a solventar muchas necesidades que tiene actualmente, como lo son los desperdicios, ya que, por estos, se está dejando de percibir alrededor de ₡30 000,00 mensuales, dato significativo para el tamaño de la empresa.

Por su parte, en el desarrollo del estudio de tiempos, se estudiaron datos relevantes como el tiempo total estándar, la razón de producción y la desviación estándar; asimismo, se analizaron los desplazamientos, pues conforman el tiempo total de producción y de este modo conocer cuál es el que mayor impacto está dejando en la duración del proceso productivo.

Una vez analizadas las propuestas se concreta cuál es la que más beneficios trae al taller, definiendo el costo de implementación que sería aproximadamente ₡7 540 685,21 con una duración de 21 días hábiles.

Por su parte, en el aspecto económico se llega a la conclusión que el proyecto es rentable, dato que se determinó por medio del análisis del TIR (tasa interna de retorno) con el fin de ver la rentabilidad de la inversión y el VAN (valor actual neto) como un indicador de viabilidad del proyecto.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS	2
CARTA AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	3
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA	4
CARTA INCORPORACIÓN DE LAS MODIFICACIONES AL TFG	5
DECLARACIÓN JURADA	6
SOLICITUD DE DEFENSA	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CONTENIDO.....	9
TABLAS	14
FIGURAS.....	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	18
Generalidades de la Empresa	19
Misión.....	19
Visión	19
Valores	20
Planteamiento del Problema.....	20
Objetivos	21
Objetivo general	21
Objetivos específicos.....	21
Justificación.....	21

	10
Antecedentes	22
Proyecciones.....	25
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	26
Distribución de Instalaciones	26
Diagrama SIPOC.....	27
Factores de distribución de planta.....	28
Diagrama causa-efecto	35
Diagrama de flujo.....	37
Hoja de verificación	37
Diagrama de procesos	39
Diagrama de flujo del proceso.	40
Estudio de tiempos	40
Planeación Sistemática de la Distribución SLP	41
Diagrama de relación de actividades.....	42
Regla del dedo.....	46
Análisis producto-cantidad.....	46
Diagrama de Gantt	49
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	51
Enfoque	51
Enfoque cuantitativo	51
Enfoque cualitativo	51
Enfoque mixto.....	52
Enfoque de la investigación	52
Alcance.....	52

Alcance exploratorio	52
Alcance descriptivo	52
Alcance correlacional	53
Alcance explicativo	53
Alcance de la investigación.....	53
Diseño.....	53
Diseño de la investigación.....	54
Muestra de Investigación	54
Tamaño de la muestra	55
Variables o Unidades de Análisis.....	56
Instrumentos	58
Proceso para recolección de datos.....	60
Método de análisis.....	61
Cronograma.....	61
Estructura desagregada de trabajos (EDT).....	62
Diagrama de Gantt	63
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	65
Descripción del Problema.	65
Diagrama SIPOC.....	65
Diagrama de procesos.	67
Diagrama de flujo del proceso de confección de muebles.....	69
Systematic Layout Planning.....	73
Análisis Producto – Cantidad Taller de Ebanistería Tuca.....	76
Diagrama de relaciones.	78

Diagrama relacional de actividades.....	83
Medición de las consecuencias.	85
Diagrama analítico	86
Hoja de verificación.	88
Estudio de tiempos.	89
Tiempo de desplazamientos.	95
Cálculo del desperdicio.	96
Análisis de las causas.	99
Diagrama de Ishikawa de las causas del problema.	99
Factores de distribución de planta.	102
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
Conclusiones	105
Recomendaciones.....	106
CAPÍTULO VI PROPUESTA	108
Propuesta.	108
Diagrama de relaciones de las propuestas.....	108
<i>Layout</i> propuestos.	112
Propuesta 1.	116
Diagrama relacional propuesta 1.....	119
Costo de implementación.....	120
Ventajas y desventajas.	122
Propuesta 2.	123
Diagrama relacional propuesta 2.....	125
Costo de implementación.....	126

Ventajas y desventajas.	128
Propuesta 3.	128
Diagrama relacional propuesta 3.	131
Costo de implementación.	132
Ventajas y desventajas.	134
Propuesta elegida.	134
Plan de implementación.	138
Análisis económico.	141
VAN y TIR con financiamiento.	143
VAN y TIR sin financiamiento.	144
APÉNDICES.	149
Apéndice 1 Tabla T-Student.	149
Apéndice 2 Tabla de suplementos personales.	151
Apéndice 3 Cotización en línea EPA materiales.	152
Apéndice 4 Cotización EPA extintores.	153
Apéndice 5 Proforma propuesta 1 Ferremax Hnos Araya.	154
Apéndice 6 Proforma propuesta 2 Ferremax Hnos Araya.	156
Apéndice 7 Proforma propuesta 3 Ferremax Hnos Araya.	158
Apéndice 8 Cotización contratista propuesta elegida.	160
Apéndice 9 Calculadora en línea crédito PYMES Banco Nacional.	161
Apéndice 10 Tabla de amortización.	162
Apéndice 11 Proceso de secado de la madera.	163
Apéndice 12 Máquina sierra mesa.	163
Apéndice 13 Máquina sierra cinta.	164

Apéndice 14 Máquina canteadora	164
Apéndice 15 Máquina trompo.....	165
Apéndice 16 Máquina torno	165
Apéndice 17 Máquina cepilladora.....	166
Apéndice 18 Parte del almacenamiento de materia prima	166
Apéndice 19 Ejemplo de desperdicio de trozos de madera para leña	167
Apéndice 20 Burucha	167
REFERENCIAS	146

TABLAS

Tabla 1 Variables de la investigación	56
Tabla 2 Instrumentos para la recolección de datos.	58
Tabla 3 Datos de la demanda	76
Tabla 4 Clasificación por familia	77
Tabla 5 Regla del dedo.....	79
Tabla 6 Motivos de proximidad.	79
Tabla 7 Datos para el cálculo de la muestra.....	89
Tabla 8 Cálculo de la muestra	90
Tabla 9 Cálculo de tolerancias.	92
Tabla 10 Estudio de tiempos.	93
Tabla 11 Desplazamientos durante los procesos.....	95
Tabla 12 Cálculo del desperdicio de burucha	96
Tabla 13 Desperdicios de madera por sacos	97
Tabla 14 Desglose de costos de empaque	98

Tabla 15 Factores de distribución de planta Taller de Ebanistería Tuca.	102
Tabla 16 Regla del dedo propuesta.	109
Tabla 17 Motivos de proximidad de las propuestas.	109
Tabla 18 Características de máquinas estacionarias.	112
Tabla 19 Cotización de materiales propuesta 1.	121
Tabla 20 Costo total de la propuesta 1.	122
Tabla 21 Cotización de materiales propuesta 2.	126
Tabla 22 Costo total de la propuesta 2.	128
Tabla 23 Cotización de materiales propuesta 3.	132
Tabla 24 Costo total de la propuesta 3.	134
Tabla 25 Matriz de priorización de la propuesta.	135
Tabla 26 Flujo neto de efectivo.	141
Tabla 27 Cálculo del VAN y el TIR con financiamiento.	143
Tabla 28 Cálculo del VAN y el TIR sin financiamiento.	144

FIGURAS

Figura 1 Diagrama SIPOC	27
Figura 2 Diagrama Causa-Efecto	36
Figura 3 Hoja verificación de datos	38
Figura 4 Simbología para diagramas de procesos	39
Figura 5 Diagrama relacional de actividades	43
Figura 6 Diagrama relacional de actividades	44
Figura 7 Identificación de actividades	45
Figura 8 Código de las proximidades.	45
Figura 9 Gráfica de análisis producto-cantidad.	47

Figura 10 Gráfica de análisis producto-cantidad con respecto a la curva pronunciada	48
Figura 11 Gráfica de análisis producto-cantidad con respecto a la curva poco pronunciada	48
Figura 12 Diagrama de Gantt	49
Figura 13 Fórmula del tamaño de la muestra	54
Figura 14 Número de lecturas	55
Figura 15 Estructura desagregada de trabajos (EDT)	62
Figura 16 Diagrama de Gantt del proyecto	63
Figura 17 Diagrama SIPOC del Taller de Ebanistería Tuca.	65
Figura 18 Diagrama de procesos Ebanistería Tuca.	68
Figura 19 Diagrama de flujo del proceso de confección de muebles.....	70
Figura 20 Distribución de planta actual.	74
Figura 21 Gráfico P-Q.....	78
Figura 22 Diagrama de relaciones Taller de Ebanistería Tuca	80
Figura 23 Diagrama relacional de actividades Taller de Ebanistería Tuca.....	84
Figura 24 Diagrama analítico del proceso de confección cama matrimonial.	86
Figura 25 Hoja de verificación para toma de tiempos 1.	88
Figura 26 Tamaño de la muestra	89
Figura 27 Hoja de verificación para toma de tiempos 2.	91
Figura 28 Fórmula tiempo normal	94
Figura 29 Fórmula tiempo estándar	94
Figura 30 Diagrama de Ishikawa de las causas del problema.....	100
Figura 31 Diagrama de relaciones de las propuestas.	110
Figura 32 Cuarto de pintura y lijado.	114
Figura 33 <i>Layout</i> propuesta 1.....	117

Figura 34 Diagrama relacional de espacios propuesta 1	119
Figura 35 <i>Layout</i> propuesta 2.....	124
Figura 36 Diagrama relacional de espacios propuesta 1	125
Figura 37 <i>Layout</i> propuesta 3.....	130
Figura 38 Diagrama relacional propuesta 3.	131
Figura 39 Hoja <i>check list</i> para instalaciones	137
Figura 40 Diagrama de Gantt plan de implementación.....	138
Figura 41 Ficha de actividad	140
Figura 42 Fórmula del VAN	142
Figura 43 Fórmula del TIR.....	142
Figura 44 Fórmula tasa de crecimiento anual	142
Figura 45 Cálculo de la tasa de crecimiento anual.....	143
Figura 46 División anual de la tasa de crecimiento	143

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Este proyecto es desarrollado en el Taller de Ebanistería Tuca, el cual es una pequeña empresa que se dedica a la confección de muebles de madera, así como artesanías a gusto y medida del cliente para lograr un servicio y trato de calidad, por lo tanto, se puede decir que esta empresa trabaja por proyectos y desea buscar mejoras en sus procesos productivos mediante una redistribución de planta.

Como punto de línea de investigación, se enfoca en el diseño, desarrollo y mejoramiento de sus procesos, ya que, se busca analizar el diseño que tiene actualmente el taller y con esto elaborar un rediseño que permita una adecuada distribución de las diferentes estaciones de trabajo y así disminuir tiempos de traslado, reducción de desperdicios y reprocesos, los cuales influyen directamente en costos adicionales de producción.

Dentro de este primer capítulo, la introducción, se encontrarán todas las generalidades de la empresa, como su reseña histórica, misión, visión, valores, ubicación, planteamiento del problema, objetivos, general y específicos, justificación, antecedentes y proyecciones.

En el segundo capítulo del proyecto se encuentra el marco teórico, el cual consiste en la definición de cada una de las herramientas ingenieriles sobre localización y distribución de planta, así como aquellas que ayudan a encontrar la raíz de los problemas y su causa-efecto, también herramientas de mejora continua que van a ser utilizadas en el trabajo de manera clara y concisa.

Seguidamente, se tiene el tercer capítulo llamado marco metodológico, que es descrito por el enfoque que se ha seleccionado para el trabajo, así como el alcance, diseño, la muestra de investigación, las variables o unidades de análisis, los instrumentos, el proceso por medio del cual se recolectaron los datos, el método para el análisis y el cronograma con el que se llevan a cabo todos los avances y estudios del proyecto.

El cuarto capítulo contiene el análisis de la situación actual de la empresa, es decir, en ese capítulo es donde se pone en desarrollo todas las herramientas descritas en el marco teórico, las cuales ayudarán a realizar una investigación más a fondo del taller, saber cuáles son los puntos que debe mejorar con el fin de buscar una solución a los mismos.

Consecutivamente, el quinto capítulo contiene las conclusiones del trabajo, todo lo que se pudo observar de la investigación y adicional las recomendaciones que se brindan a la empresa sobre la problemática encontrada.

Finalmente, en el sexto y último capítulo se desarrolla la propuesta del rediseño de planta con el fin de evitar reprocesos, establecer orden en el taller y buenas prácticas que ayudan a disminuir tiempos de recorridos y desperdicios que traen costos implícitos; además, el plan de implementación y el análisis económico para la propuesta elegida.

A continuación, se presentan las generalidades de la empresa y aspectos específicos del proyecto.

Generalidades de la Empresa

El taller de Ebanistería Tuca inició como un pasatiempo en el año 2016, sin embargo, para diciembre de ese mismo año se toma la decisión de renunciar a su trabajo formal para dar inicio al desarrollo del taller en enero del 2017. El taller inició sus funciones solamente con una persona, quien es el propietario; transcurridos cuatro años, actualmente, tiene dos personas fijas y una persona medio tiempo.

En este taller se fabrican desde pequeñas piezas de artesanías y manualidades hasta muebles elaborados a gran escala, como lo son muebles de cocina, camas, closets, entre otros artículos.

Misión

El Taller de Ebanistería Tuca brinda un servicio personalizado de asesoría en temas relacionados con madera, además de llevar a cabo proyectos de fabricación de muebles para el hogar, oficina y apartamentos, los cuales son hechos a la medida y necesidad de cada cliente.

Visión

El Taller de Ebanistería Tuca proyecta ser un lugar reconocido en la fabricación de muebles con base de madera, donde el cliente acuda con confianza ante la necesidad de un producto único y de calidad.

Valores

- Innovación
- Servicio
- Calidad
- Orientación al cliente
- Honestidad

Planteamiento del Problema

Con el propósito, no solo de mejorar a nivel de empresa, sino también de darle al cliente una mejor calidad en cuanto a producto y servicio en el trato que se le brinda, consolidarse en el mercado y llegar a ser una empresa competitiva, es que el Taller de Ebanistería Tuca considera como una opción viable la implementación de un nuevo diseño que le ayude a solventar problemas que actualmente se están presentando en el área de producción.

Una redistribución de planta no solo ayudará a crear el orden lógico y consecutivo de los procesos por los cuales pasa la madera, sino también ayudará a establecer las relaciones que tiene una área con la otra, esto con el objetivo de determinar cuáles áreas deben de estar lejanas una de la otra y cuáles deben de estar cercanas, sea por temas de distancia recorrida, ruido, polvo, seguridad, dependencia o atención y orden, por medio de esto se traen beneficios a la empresa, como una mayor eficiencia, mejor gestión de los procesos productos, reducción de costos, reprocesos y mayor satisfacción de los clientes.

Todos estos aspectos mencionados anteriormente, el taller no los consideró en el momento de la instalación, cuando estaban iniciando sus trabajos; asimismo, existen otros que pueden ser controlados por medio de herramientas o metodologías de control e inspección.

Por todos los puntos que se mencionaron es que se deriva la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo lograr una redistribución de planta para la disminución de desperdicios y tiempos de producción en Taller de Ebanistería Tuca?

Objetivos

A continuación, se desglosan los objetivos del trabajo de investigación, con el fin de determinar lo que se quiere lograr y los pasos que se van a seguir para el cumplimiento de estos.

Objetivo general

Proponer una redistribución de planta para la disminución de desperdicios y tiempos de producción en Taller de Ebanistería Tuca.

Objetivos específicos

- Describir la distribución de planta actual con la que cuenta el Taller de Ebanistería Tuca.
- Medir el nivel de desperdicios y tiempos de producción en los que está incurriendo el taller actualmente.
- Analizar las posibles causas que están generando actualmente los desperdicios y tiempos ociosos en la producción del taller.
- Definir una propuesta de redistribución de planta que se ajuste a las condiciones y disposiciones del taller.
- Diseñar un método de seguimiento para la propuesta planteada.

Justificación

El mundo está en constante cambio, donde las empresas que surgen son aquellas que se actualizan, innovan e implementan mejoras que beneficien el negocio, esto con el propósito no solo buscar buenas utilidades provenientes de nuevas oportunidades de negocio o por reducción de costos, sino también con el fin de dar un trato más personalizado al cliente, creando fidelidad entre el cliente y la empresa; ya que, es el cliente el factor más importante de un negocio y más en el caso del taller de ebanistería, donde se elaboran piezas que se ajustan al gusto, medida y preferencia de cada cliente.

Adicional, con este proyecto se busca un mayor orden a nivel general en el taller, que ayude a una mejor comunicación entre las diferentes áreas, crear mayor seguridad laboral y un buen

ambiente de trabajo para los operarios, puesto que estos son la cara de la empresa. Por lo tanto, el orden y el buen ambiente es lo que el cliente percibe del taller cuando entra al negocio.

Por estos motivos, es que la implementación de una redistribución de planta va a traer diversos beneficios al taller, como lo es diferenciación de la competencia, reducción de costos por tratamiento de reprocesos o problemas detectados, reducción de tiempos de producción, mejor comunicación, mayor seguridad laboral, mayor orden no solo en la parte de producción sino también en la parte administrativa.

Antecedentes

En un artículo científico realizado por Barojas *et al.* (2019) sobre lo que es el desarrollo de técnicas para la distribución en planta, hace alusión a la metodología *Systematic Layout Planning* (SLP) y sus fases, iniciando con la observación de productos-cantidades para llevar a cabo un análisis ABC con el fin de establecer las prioridades. Seguidamente, un diagrama de recorrido sobre el proceso de producción de la empresa con el propósito de definir las etapas que se consideran como necesarias y, por último, un diagrama relacional de recorridos y actividades, junto con otro diagrama relacional de espacios, logrando una distribución lógica de la planta de acuerdo con la secuencia en las actividades relacionadas, eliminando retrasos y movimientos o estaciones de trabajo innecesarias (pp. 1-19).

Por otra parte, Argüelles *et al.* (2019), en un estudio sobre localización y distribución de planta para una empresa de textiles, propone una metodología que es llevada en dos fases. La primera fase de localización, donde se realiza el diagnóstico junto con la aplicación del método de Brown y Gibson, el cual se basa en la combinación de los factores críticos, objetivos y subjetivos; y la segunda fase de distribución, en la que se hace el análisis del flujo de producción, de relaciones de las actividades, análisis de espacios y la evaluación de alternativas. Con lo desarrollado se obtiene una disminución de trayectos debido al ordenamiento de las áreas de acuerdo con la distribución anterior, por lo que se confirma que la aplicación de este tipo de metodologías es necesaria en las empresas con el fin de planear y organizar el diseño de las instalaciones (pp. 2-7).

Mejía *et al.* (2017), por medio de un estudio realizado sobre una redistribución de espacios, *layout*, aporta el uso de la metodología Delphi, la espina de pescado y la teoría de flujos, que

consiste en realizar una serie de encuestas a las personas expertas en la operativa del almacén, siendo estas personas quienes van a definir las modificaciones que se deben de realizar para mejorar el uso del espacio, así como la reducción de tiempos y costos. Esta técnica consiste en una serie de métodos donde toman en cuenta la opinión de la persona experta en el campo, es decir, el operario, quien conoce y está más al tanto de las necesidades que tienen los clientes (pp. 1-8).

El modelo p-mediana modificado y el uso de *Quadratic Assignment Problem* (QAP) y selección multicriterio es otro de los métodos utilizados para el tema en estudio, el cual propone una agrupación por producto, es decir, por familia con criterios geométricos similares que dé como resultado el máximo aprovechamiento posible de los recursos de una planta, aumentando productividad y disminuyendo costos y tiempos a la hora de producir; es decir, es una combinación de tres mecanismos para la elección óptima de la distribución de planta, en donde se inicia con el modelo p-mediana modificado para el agrupamiento de las máquinas, seguidamente el QAP y la selección multicriterio (Pantoja *et al.*, 2017, pp. 132-140).

El SLP, CRAFT y QAP son unas de las metodologías más utilizadas, tal como lo expone Paredes (2016), en un artículo desarrollado para el rediseño de una planta productora de lácteos, donde explica que estas herramientas permiten a las empresas ser más flexibles para enfrentar un entorno cambiante por medio de la localización segura y eficiente de la planta, tomando en cuenta las máquinas, departamentos las estaciones de trabajo, lugares de almacenamiento, pasillos, espacios comunes, entre otros, con el fin de mejorar el flujo de información, personas y materiales y de esta manera evidenciando la utilización de métodos cualitativos, así como cuantitativos, con el fin de optimizar la distribución de la planta en la empresa productora de lácteos (pp. 318-327).

Por otro lado, en un proyecto de graduación, elaborado por Calderón (2018), realiza una distribución en planta tomando en cuenta sus consideraciones, así como los principios de integración de conjunto, mínima distancia recorrida, flujo de materiales, espacio cúbico, satisfacción y seguridad, flexibilidad y orden, estudiando el flujo correcto y que más se adecue a la producción de la empresa. Adicional, realiza un análisis de los tres tipos de distribución en planta que existen y el estudio para determinar cuál se acopla más al proyecto.

Continuando con el autor anterior, y de acuerdo con las herramientas utilizadas, se analizan diferentes teorías, permitiendo conocer la distribución existente y planteo de una propuesta de mejora, optimizando el espacio utilizado con un mayor control sobre cada proceso productivo (pp. 5-23).

Uriarte (2018), establece que, con el fin de obtener un modo más eficiente de producción en una empresa, se debe trabajar una distribución *layout* por medio de un buen flujo de materiales y buena localización de los espacios de trabajo, lo cual lo consigue por medio de cuatro objetivos de la logística:

1. “Rotación adecuada de inventario.
2. Buena circulación de materiales y recursos humanos.
3. Dimensión adecuada.
4. Disminución de la merma” (p. 19).

Por otra parte, Otavalo (2017), propone que, para el estudio de una distribución en planta, primero se deben de analizar los tipos de distribución de planta que existen y el diseño actual de la misma, así como la causa raíz de los problemas por medio de un diagrama de Ishikawa, toma de tiempos de producción, mapeo de riesgos, estudio del factor espacio y diagrama de flujo de procesos. Esto se logra con las técnicas de investigación como la observación, encuestas y cuestionarios, ya que, se establece que con estas herramientas se logra determinar las características de la maquinaria, los procesos que estas realizan, con el fin de buscar el máximo aprovechamiento de espacios y recursos de la empresa (pp. 26-29).

Otras de las herramientas planteadas para llevar a cabo el trabajo para una planeación sistemática en la distribución de la planta se encuentran: diagrama de flujo de procesos, diagrama de operaciones (DOP), Diagrama de análisis de procesos (DAP), tabla relacional, diagrama relacional de recorridos o actividades y diagrama relacional de espacios, método SLP y Guerchet. Todas estas herramientas mencionadas logran un aumento en la productividad por medio de una distribución adecuada de los puestos y estaciones de trabajo, ya que, con esto se reducen tiempos en los recorridos, así como los tiempos de fabricación de la empresa productora (Sánchez, 2017, pp. 26-29).

Finalmente, Ospina (2016), con el objetivo de aumentar la productividad, propone la técnica de balance de línea, por medio de un diagrama de precedencia, calculando también el *tack time*, así como el agrupamiento en el mínimo número de estaciones y la medición de los tiempos de ciclo.

Además, el autor anterior reconoce el método de las 5's como una herramienta esencial para establecer orden, mejorar la productividad, competitividad y seguridad de las empresas, obteniendo un rendimiento y resolución de problemas, no solo relacionados a la productividad sino también a la seguridad de la empresa y sus colaboradores (pp. 27-32).

Proyecciones

- Determinar la situación actual de la empresa en cuanto a localización y distribución del taller.
- Comprobar los problemas que se están presentando actualmente como consecuencia de la localización del taller.
- Diseñar una nueva redistribución de planta basada en las relaciones y el grado de importancia entre cada estación de trabajo.
- Reducir los tiempos de traslado durante el proceso de producción de cada proyecto.
- Disminuir los costos implícitos que son generados por reprocesos.
- Establecer lineamientos que permitan un mejor control en las actividades.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los conceptos teóricos de las herramientas que serán utilizadas en el desarrollo del trabajo de investigación, para crear una base clara y sostenible de todo lo que conformará el trabajo en el análisis de la situación actual y propuesta recomendada al taller de ebanistería, con el propósito de lograr los objetivos que se plantearon para el proyecto.

Distribución de Instalaciones

De la Fuente y Fernández (2005), citado por Requejo (2021), define que la distribución de instalaciones se refiere a “la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos de departamentos”. (p. 26)

De acuerdo con Baca *et al.* (2014) existen cuatro tipos básicos de distribución:

Distribución por producto estático: se utiliza cuando resulta imposible, muy difícil o inconveniente mover el producto que está siendo procesado, debido, generalmente a su tamaño.

Distribución por producto: son adecuadas cuando se tiene una variedad muy pequeña de productos altamente estandarizados, los cuales son producidos en altos volúmenes.

Distribución por proceso: está pensado para instalaciones en las que se genera una alta variedad de productos no estandarizados en volúmenes bajos de producción. A este tipo de producción también se le conoce como talleres de trabajo, y no se justifica, en este caso, destinar un equipo para procesar un solo producto, ya que la mezcla de productos cambia constantemente.

Distribución celular: se puede analizar la posibilidad de agrupar los productos en familias cuyos procesos sean semejantes, tanto en los procesos que se requieren como en la secuencia de los mismos. (pp. 228-230)

Para lograr el desarrollo de la situación actual del taller se definirán las herramientas que serán expuestas a continuación.

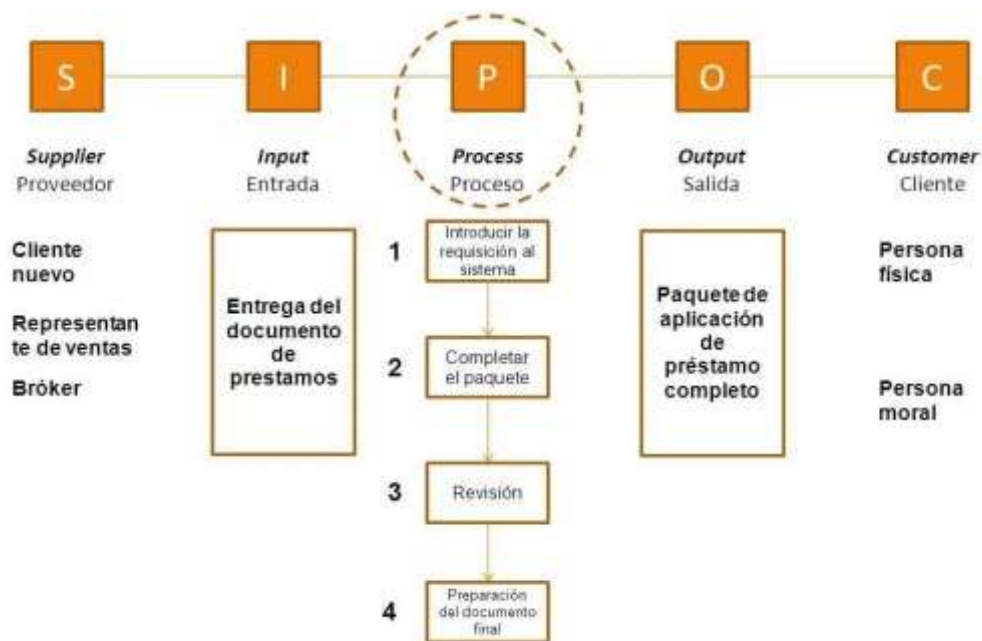
Diagrama SIPOC

Según lo establece la Asociación Española para la Calidad (2019) citada por Sandí (2020), el diagrama SIPOC es:

Herramienta que permite hacer una diagramación de los principales componentes que interactúan en la cadena de suministros desde los proveedores hasta el cliente final, para ello es necesario definir y establecer los elementos que participan en el proceso como los procesos, proveedores, entradas y salidas y los clientes (p. 68)

Para un mejor entendimiento sobre lo que muestra el diagrama SIPOC se presenta la Figura 1:

Figura 1 Diagrama SIPOC



Nota: Google imágenes.

Este diagrama presentará una descripción a nivel general de lo que es el proceso desde su abatecimiento, el proceso de confección y finalmente quienes son los clientes por cuales se emite el proceso.

Factores de Distribución de Planta.

Los factores de distribución de planta hacen referencia al análisis de todo aquello que es involucrado en la planta, tal como lo explica González (2015), citado por Solano (2020), donde explica que “se hace necesario conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las interrelaciones existentes entre los mismos. La influencia e importancia relativa de estos factores puede variar de acuerdo con cada organización y situación concreta.” (p. 44).

De acuerdo con los autores anteriores, este análisis está conformado por ocho grupos de factores, los cuales se encargan de definir la planta y los puntos críticos que esta tenga con respecto a cada uno, estos son descritos a continuación.

Factor Maquinaria

La información sobre la maquinaria (incluyendo las herramientas y equipo) es fundamental para una ordenación apropiada de la misma. Los elementos de la maquinaria incluyen los siguientes elementos:

- Máquinas de producción.
- Equipo de proceso o tratamiento.
- Dispositivos especiales.
- Herramientas, Moldes, patrones, plantillas, montajes.
- Aparatos y galgas de medición y de comprobación, unidades de prueba.
- Herramientas manuales y eléctricas manejadas por el operario.
- Controles o cuadros de control.
- Maquinaria de repuesto o inactiva.
- Maquinaria para mantenimiento.
- Taller de utillaje u otros servicios.

Utillaje y Equipo: Se debe procurar obtener el mismo tipo de información que para la maquinaria en proceso. El tipo de utillaje y equipo necesarios: El ingeniero de distribución deberá averiguar si el utillaje y equipo escogido por el ingeniero de proceso le forzarán de algún modo a realizar una distribución menos favorable, que podría evitarse.

Un equipo estándar puede facilitar el trabajo de la distribución. Unas dimensiones estándar también simplifican la tarea de proyectar una distribución. El tiempo requerido para medir cada unidad de un modo individual, y para realizar modelos a escala, se reduce en gran manera. El tamaño y forma óptima de las unidades estándar variará para cada industria.

Factor Hombre

Como factor de producción, el hombre es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria. Se le puede trasladar, se puede dividir o repartir su trabajo, entrenarle para nuevas operaciones y, generalmente, encajarle en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas.

El trabajador debe ser tenido tan en consideración, como la fría economía de la reducción de costos.

Elementos y Particularidades: Los elementos y particularidades del factor hombre, abarcan:

- Mano de obra directa.
- Jefes de equipo.
- Jefes de sección y encargados.
- Jefes de servicio.
- Personal indirecto o de actividades auxiliares.
- Consideraciones Sobre El Factor Hombre.
- Condiciones de trabajo y seguridad.

En cualquier distribución debe considerarse la seguridad de los trabajadores y empleados.

Las condiciones específicas de seguridad que se deben tener en cuenta son:

- Suelo libre de obstrucciones y que no resbale.
- No situar operarios demasiado cerca de partes móviles de la maquinaria que no esté debidamente resguardada.

- Que ningún trabajador esté situado debajo o encima de alguna zona peligrosa.
- Que los operarios no deban usar elementos especiales de seguridad.
- Accesos adecuados y salidas de emergencia bien señalizadas.
- Elementos de primeros auxilios y extintores de fuego cercanos.
- Que no existan en las áreas de trabajo ni en los pasillos, elementos de material o equipo puntiagudos o cortantes, en movimiento o peligrosos.
- Cumplimiento de todos los códigos y regulaciones de seguridad.

Factor Cambio

Buscar una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas; tener en cuenta las posibles ampliaciones futuras de la distribución y sus distintos elementos, considerando, además, los cambios externos que pudieran afectarla y la necesidad de conseguir que, durante la redistribución, sea posible seguir realizando el proceso productivo.

- Actividades Auxiliares: Cambios anticipados o corrientes en los elementos de manejo y almacenaje, servicios de apoyo a producción.
- Materiales: Cambios anticipados o corrientes en el diseño del producto, materiales, producción, variedades.
- Flexibilidad: Facilidad para adaptarse a los cambios; maquinaria y equipo desplazable, líneas de servicio fácilmente accesibles, buenas técnicas de movimiento.
- Adaptabilidad: Equipo supletorio, rutas de flujo sustitutivas, stocks de compensación.
- Versatilidad: Herramientas, maquinaria, resignación de tareas, horas de trabajo, transportadores.
- Instalaciones ya existentes: Cómo hacer para causar el mínimo de interrupciones en la producción, con un mínimo costo y pérdida de dinero.

Factor Edificio

El Edificio es el caparazón que cubre a los operarios, materiales, maquinaria y actividades auxiliares, siendo también una parte integrante de la distribución en planta. El edificio influirá en la distribución, sobre todo, si ya existe en el momento de proyectarla, razón por la cual las características del edificio llegan a ser en muchas ocasiones limitaciones a la libertad de distribución. Debido a la cualidad de permanencia, el edificio crea cierta rigidez en la distribución.

Los elementos o particularidades del factor edificio son:

- Edificio Especial o de Uso General: Lo primero que debe decidir el ingeniero distribuidor es si desea un edificio “Hecho a medida” o “Fabricado en serie”. Los edificios de aplicación general son aquellos en los que se pueden fabricar diferentes productos con igual facilidad, su costo inicial es menos elevado a causa de los diseños standard, materiales de construcción standard, y métodos regulares de construcción. Pueden ser adaptados con facilidad a productos nuevos y a nuevos equipos, a cambios en las necesidades de producción o a nuevos propietarios. Por otro lado, los edificios especiales generalmente son más costosos y menos negociables, también se encuentran más expuestos a quedar anticuados o a resultar pequeños, a medida que la producción y los medios para la misma aumentan o cambian al influjo de nuevas condiciones.
- Ventanas: Las ventanas permiten que el interior del edificio esté sujeto a los cambios de temperatura del exterior. Existen ciertas condiciones que ayudan a decidir el uso o no de ventanas en un edificio, como, por ejemplo, hay que determinar si las máquinas, el personal, el material o el trabajo se ven afectados por los cambios de temperatura, humedad, luz, suciedad o ruidos externos. Las ventanas pueden afectar a la distribución por el brillo, por el ángulo de la luz, calor, frío, humedad, suciedad, ruidos externos o corrientes de aire que afecten al personal y/o al material.

- Paredes y Columnas: Hoy en día debido a los avances de las ingenierías, son las columnas las que soportan las cargas y las paredes no son necesarias más que como un medio de mantener el interior del edificio a salvo de los elementos del medio exterior. Todo esto es de gran utilidad para la producción, por cuanto significa grandes áreas sin obstrucción. Las paredes interiores o tabiques protegen eficazmente contra humos, vapores, ruido y calor, impidiendo su circulación a través del edificio. El tamaño de las aberturas en las paredes (puertas) no debe ser ni demasiado bajas, ni demasiado estrechas pues limitarán el tamaño del equipo y los elementos de manejo de materiales.

Factor Movimiento

El movimiento de uno, al menos, de los tres elementos básicos de la producción (material, hombres y maquinaria) es esencial. Generalmente se trata del material (materia prima, material en proceso o productos acabados).

Muchos ingenieros creen que el material que se maneje menos es el mejor manejado. Este es un concepto equivocado por no decir falso. Fundamentalmente, el movimiento de material es una ayuda efectiva para conseguir rebajar los costes de producción, así como un más alto nivel de vida. El movimiento de material permite que los trabajadores se especialicen, y que las operaciones se puedan dividir o fraccionar.

Elementos y Particularidades Físicas del Factor Movimiento

- Rampas, conductos, tuberías, raíles guía.
- Transportadores (de rodillos, ruedas, rastrillos, tableros articulados, de cinta, etc.).
- Grúas, monorraíles.
- Ascensores, montacargas, cabrias, etc.
- Equipo de estibado, afianzamiento y colocación.
- Vehículos industriales.
- Vehículos de carretera.

- Vagones de ferrocarril, locomotoras.
- Transportadores sobre el agua.
- Transporte aéreo.

Factor Espera

El material puede esperar en un área determinada, dispuesta aparte y destinada a contener los materiales en espera; esto se llama almacenamiento.

Los materiales también pueden esperar en la misma área de producción, aguardando ser trasladados a la operación siguiente; a esto se le llama demora o espera.

Los costes de espera incluyen los siguientes:

- Costes del manejo efectuado hacia el punto de espera y del mismo hacia la producción.
- Coste del manejo en el área de espera.
- Coste de los registros necesarios para no perder la pista del material en espera.
- Costes de espacio y gastos generales.
- Intereses del dinero representado por el material ocioso.
- Coste de protección del material en espera.
- Coste de los contenedores o equipo de retención involucrados.

Factor Servicio

Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria. Estos servicios comprenden:

- Servicios relativos al personal: En esta clase de servicios se encuentran incluidos los accesos, todas estas situaciones deben ser previstas en el momento de llevar a cabo la distribución en planta ya que son de fundamental importancia pues contribuyen a que los procesos sean ágiles y a que los trabajadores se sientan seguros y protegidos. Por otro lado, se

garantiza que el trabajo se desarrolle en condiciones y áreas adecuadas y óptimas.

- **Acceso:** En este aspecto, se aplicarán los principios de flujo y de distancias, es decir, que la secuencia de operaciones que un obrero debe seguir debe concordar con su circuito de desplazamiento. El camino y los pasillos existentes entre el punto de llegada del personal y su lugar exacto de trabajo no deben presentar obstrucciones. Se deberán ordenar los ascensores, las escaleras y las vías de acceso, con el fin de que la distancia sea corta y el flujo de personal ágil.
- **Iluminación:** La iluminación es un elemento importante y necesario que no implica costos elevados. Los diferentes tipos de iluminación (Fluorescente, Incandescente) deben ser escogidos y asignados dependiendo de las necesidades de la planta, del área o de los procesos específicos que vayan a desarrollarse en ella.
- **Calefacción y ventilación:** La colocación de las unidades de calefacción y ventilación es una consideración importante algunas distribuciones, ya que al instalar estos equipos debe tenerse en cuenta que debe existir una distancia bastante prudencial entre los mismos y el personal, los materiales y demás maquinaria que posea la planta.
- **Oficinas:** Las oficinas constituyen una parte esencial de una planta de producción eficiente. En este aspecto se evaluarán el número y clase de hombres y de máquinas, y material de cada oficina, necesidades especiales de cada una de las oficinas, el flujo de material y los contactos que se deben establecer con las demás oficinas, visualizándose así, la distribución en un plano adecuado que facilitará la idónea ubicación de las oficinas dentro de la planta.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento requiere un espacio adicional, es decir, necesita de espacio de acceso a las máquinas, motores, bombas y todo el equipo restante de proceso y servicio. Toda distribución operante debe

tener en cuenta los hombres y elementos destinados a lubricar, reparar y ocasionalmente reemplazar equipos, maquinarias e instalaciones.

Factor Material

El factor más importante en una distribución es el material el cual incluye los siguientes elementos:

- Materias primas.
- Material entrante.
- Material en proceso.
- Productos acabados.
- Material saliente o embalado.
- Materiales accesorios empleados en el proceso.
- Piezas rechazadas, a recuperar o repetir.
- Material de recuperación.
- Chatarras, viruta, desperdicios, desechos.
- Materiales de embalaje.
- Materiales para mantenimiento, taller de utillaje u otros servicios.

El objetivo de producción es transformar, tratar o montar material de modo que se logre cambiar su forma o características. Esto es lo que da el producto. Por esta razón la distribución de los elementos de producción depende del producto que se desee y el material sobre el que se trabaje (p. 44-51).

Diagrama Causa-Efecto

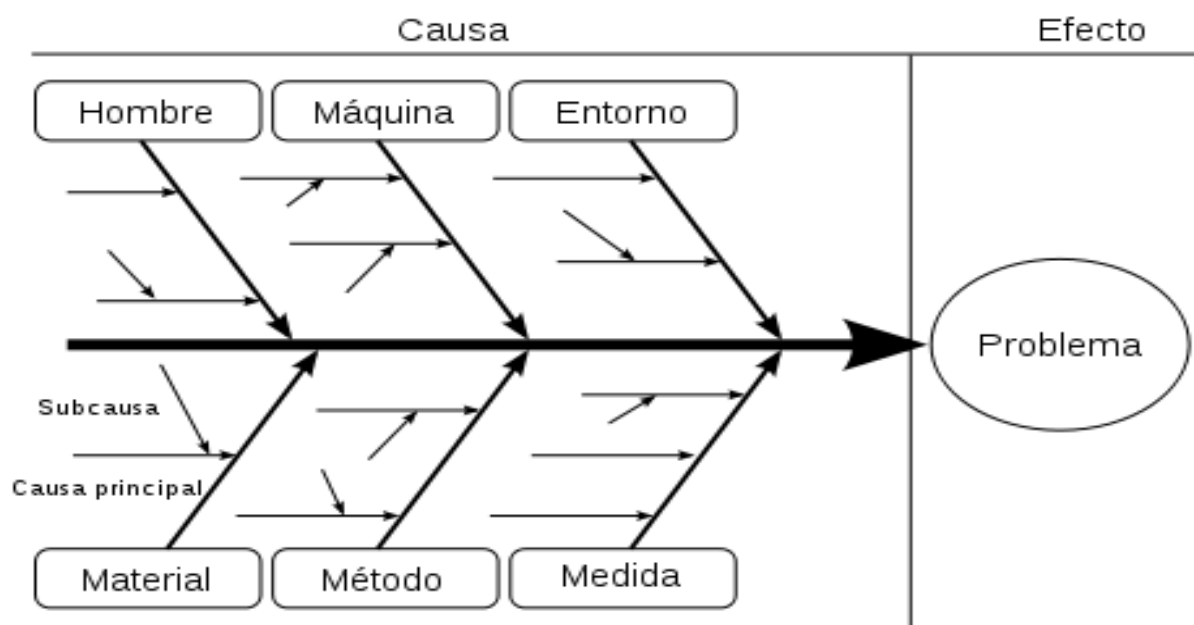
El diagrama de causa-efecto conocido también como diagrama de Ishikawa o espina de pescado, es una herramienta que se considera como un instrumento útil para la investigación, permitiendo determinar la causa raíz de los problemas para saber dónde y qué atacar, la cual según Baca *et al.* (2014), tiene como base “la estatificación de la información, ya que ésta representará la entrada del diagrama y, con base en ella, se analizarán los posibles factores causales de un efecto determinado” (p.119).

Algunos de los puntos importantes a considerar para elaborar un diagrama de Ishikawa son:

- Definir qué problema o efecto se quiere resolver.
- Conformar un equipo de personas que habrán de solucionar el problema.
- Estratificar la información de acuerdo con la naturaleza del problema. Esta etapa es la que define cuáles son las causas que originan el problema, así como los componentes de dichas causas.
- Proponer ideas de solución para cada una de las posibles causas del problema, considerando la estratificación previamente realizada.
- Proponer soluciones al problema, considerando el análisis hecho en las cuatro etapas anteriores (Baca *et al.* 2014, p. 120).

La Figura 2 ejemplifica un diagrama de causa y efecto:

Figura 2 Diagrama Causa-Efecto



Nota: Google Imágenes

Este diagrama será puesto en práctica en el proyecto para presentar de manera más visual los problemas que actualmente tiene el taller en las diferentes ramas de análisis.

Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo, también conocido como diagrama de actividades, es aquel en el que se describen actividades, etapas, elementos, entre otros factores involucrados en el proceso productivo, el cual, Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008), citados por Relayze (2019), lo establecen bajo el siguiente concepto:

Un diagrama de flujo detalla el flujo de información, clientes, equipo o materiales a través de los distintos pasos de un proceso. Los diagramas de flujo también se conocen con los nombres de mapas de proceso, mapas de relaciones o planos. Los diagramas de flujo no tienen un formato preciso y por lo general se trazan con cuadros (que contienen una breve descripción del paso), y con líneas y flechas para indicar las secuencias (p. 27).

Según Niebel (2014), citado por Sandí (2020), los pasos adecuados para la elaboración del diagrama de flujo son los siguientes:

1. Identificar los componentes del proceso.
2. Seleccionar los correctos símbolos.
3. Ordenar la secuencia de actividades.
4. Hacer la conexión en actividades.
5. Definir el comienzo y el final del proceso.
6. Elaborar el diagrama del proyecto.
7. Mejorar el diagrama (p. 67).

Hoja de Verificación

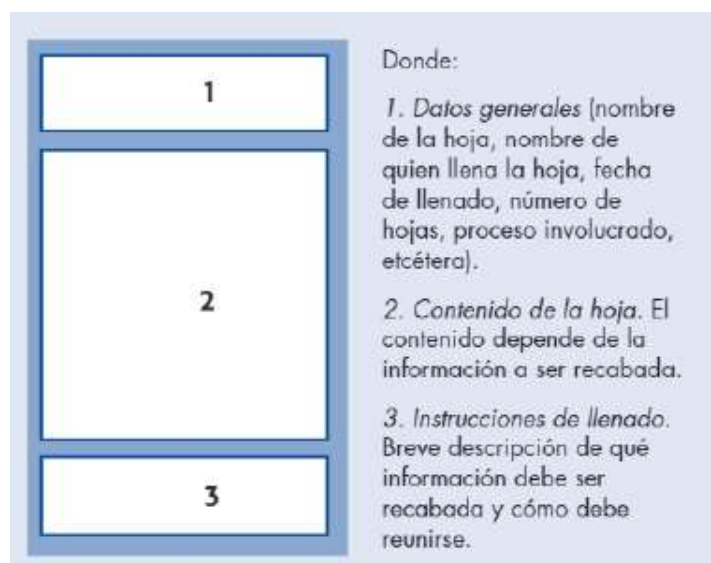
La hoja de verificación es una herramienta esencial para la recopilación de información tal como lo menciona Baca *et al.* (2014), consideran que son formatos de hojas de datos útiles para el almacén de información relevante de un proceso o una actividad, es importante recalcar que estas hojas no precisamente tienen que ser de un solo formato dado y que pueden variar a conveniencia del proceso que vaya a ser analizado (p. 120).

Baca *et al.* (2014), mencionan algunas consideraciones a tener para que una hoja de verificación de datos cumpla una correcta función:

- Asegurar la rastreabilidad de los datos mediante el llenado correcto de la sección 1 de la hoja de datos.
- Asegurarse de tomar los datos que interesen. Sólo registrar información importante.
- Si el llenado de la hoja de datos es muy complejo se recomienda redactar un instructivo que indique la manera adecuada de hacerlo.
- Considerando la importancia de los registros en un proceso, se recomienda establecer un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los mismos (pp. 120-121).

Un ejemplo de la hoja de verificación de datos, es el que se muestra en la Figura 3:

Figura 3 Hoja verificación de datos



Nota: Baca *et al.* (2014)

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** mostró un formato muy general de la hoja de verificación o recolección de datos, con las partes básicas y necesarias de la misma,

recalcando nuevamente que esta puede ser modificada de acuerdo con la naturaleza de la investigación.







Diagrama de Procesos

El diagrama de procesos forma parte de las herramientas orientadas a resultados específicos y efectivos en una investigación, como se explica a continuación:

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes (Haro, 2018, p. 29).

Para la elaboración de este diagrama, se deben utilizar diversas figuras, en donde cada figura representa una acción, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4 Simbología para diagramas de procesos

	Operación: significa que se efectúa un cambio o transformación en algún componente del producto, ya sea por medios físicos, mecánicos o químicos, o la combinación de cualquiera de los tres.
	Transporte: Es la acción de movilizar de un sitio a otro algún elemento en determinada operación o hacia algún punto de almacenamiento o demora.
	Demora: Se presenta generalmente cuando existen cuellos de botella en el proceso y hay que esperar turno para efectuar la actividad correspondiente. En otras ocasiones, el propio proceso exige una demora.
	Almacenamiento: Tanto de materia prima, de producto en proceso o de producto terminado.
	Inspección: Es la acción de controlar que se efectúe correctamente una operación, un transporte o verificar la calidad del producto.
	Operación Combinada: Ocurre cuando se efectúan simultáneamente dos de las acciones mencionadas

Nota: Google imágenes

Las figuras anteriores serán de gran ayuda y comprensión para la creación y entendimiento de la trazabilidad que llevará el diagrama de procesos dentro de la investigación.

Diagrama de Flujo del Proceso.

Este diagrama ayuda a presentar con mayor detalle lo que se especifica en el diagrama de flujo y el diagrama de procesos, tal como lo explican Niebel y Freivalds (2009), este diagrama muestra:

Todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos. Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización. (p. 26)

Con este diagrama se busca complementar lo desarrollado en el diagrama de flujo y el diagrama del proceso, de manera que se puede comprender más el procesos de producción de un proyecto dado.

Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es indispensable para determinar los tiempos estándar de las operaciones de un proceso. Salazar (2016), citado por Solano (2020), dice que es requerido emplear las mediciones para “comparar la eficacia de varios métodos, los cuales en igualdad de condiciones el que requiera de menor tiempo de ejecución será el óptimo”. (p. 43)

A su vez, los autores mencionados anteriormente, citan beneficios que se puede obtener por medio de este estudio:

- Repartir el trabajo dentro de los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples. Con el objetivo de efectuar un balance de los procesos.
- Determinar el número de máquinas que puede atender un operario.
- Obtener la información de base para el programa de producción.
- Obtener información en qué basar cotizaciones, precios de venta y plazos de entrega.
- Fijar normas sobre el uso de la maquinaria y la mano de obra. (Solano, 2020, p. 43)

Una fijación de tiempos estándar bien definidos ayudará a incrementar la eficiencia del proceso, mientras que una mala medición de tiempos estándar produce costos elevados por fallas en el proceso. Se debe considerar que a los tiempos normal se les debe agregar las tolerancias, que son aquellos valores que se agregan al tiempo normal para definir el verdadero tiempo del proceso.

Planeación Sistemática de la Distribución, SLP

Esta herramienta se considera una de las principales a desarrollar con respecto al tema en estudio, ya que aborda en gran parte la situación actual del taller partiendo del problema planteado, SLP por sus siglas en inglés, (*Systematic Layout Planning*) es una herramienta creada por R. Murther en el año 1961, tal como lo cita Baca *et al.* (2014), “representa una muy buena adecuación del proceso de diseño enfocada a la distribución de las instalaciones” (p. 226).

Para desarrollar esta metodología se desglosan a continuación una serie de fases y sus pasos según lo explicado por el autor anteriormente mencionado Baca *et al.* (2014):

1. Análisis del problema en SLP: como primer paso se tiene la recopilación de información, sea que la empresa cuente con la información y la pueda brindar o en caso contrario se debe ir al campo de trabajo y generarla. El siguiente paso es describir los recorridos de materiales, maquinaria, productos y personas definiendo las estaciones por las cuales pasan cada uno. Todo eso conlleva el estudio a lo que sería el análisis de las actividades por medio de factores cualitativos de la ubicación de cada área de acuerdo con la conveniencia de su cercanía o bien la lejanía. Seguidamente, se debe interpretar la información referente al producto,

proceso, programa y conjunto de actividades con respecto a los equipos, los recursos humanos y los requisitos de espacio.

2. Búsqueda de diseños alternativos en SLP: se deben de actualizar los diagramas de relaciones con los nuevos datos generados y con esto crear diseños alternativos de distribución.

3. Evaluación de alternativas en SLP: consiste en evaluar las alternativas que pueden ser utilizadas y descartar aquellas que tienen un desempeño menor con respecto a los objetivos del planteamiento del problema (p. 226).

Según lo presentado se puede observar la utilidad de este diagrama al presentar una descripción de lo que es el proceso en una empresa, describiendo así quienes son sus proveedores, las entradas, el proceso que se lleva, la salida que hay por el proceso efectuado y quienes son los clientes finales.

Diagrama de Relación de Actividades

Por medio de esta herramienta se logra crear las conexiones de mayor y menor importancia entre los diferentes procesos por los cuales debe pasar la madera previamente a ser utilizada, así como durante la construcción del mueble y etapas de acabado final, según la literatura de Baca *et al.* (2014), el análisis de las relaciones “se enfoca principalmente en la integración de factores cualitativos; en el diseño de la distribución de instalaciones” (p. 230).

Es importante mencionar que este diagrama también permite visualizar, y por ende, analizar la casua raíz de los problemas, ya que proyecta de una mejor manera la vinculación que se hace entre los departamentos y las complejas estructuras de conexiones que muchas veces existen entre los diferentes departamentos de las empresas.

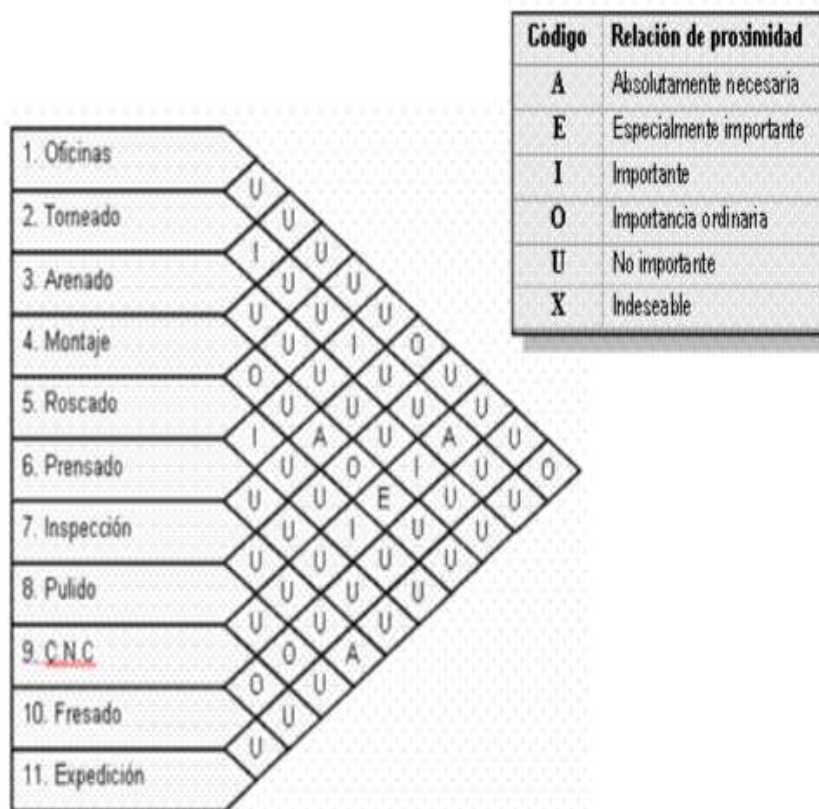
Este diagrama se desarrolla por medio de la asignación de letras, colores y líneas, con el fin de establecer la proximidad de cada área, donde A significa absolutamente necesaria, E especialmente importante, I importante, O normal u ordinaria, U sin importancia, X no deseable y XX altamente indeseable, tal como lo expone Baca *et al.* (2014), en la siguiente cita:

Considerando el orden jerárquico de las calificaciones de cercanía, en el diagrama se colocan las actividades cuya relación fue calificada con A y se unen con cuatro líneas; se siguen colocando las actividades calificadas con E y se unen con tres líneas y así sucesivamente, hasta que las relaciones calificadas con una letra U, no

sean unidas por ninguna línea. De esta manera la cantidad de líneas representa la magnitud del flujo existente entre un par de áreas. Una de las principales características deseables de un diagrama REL es que las líneas de flujo nunca se crucen, entonces se dice que el diagrama es planar. Para lograr obtener un diagrama planar, en ocasiones algunas calificaciones de la gráfica REL no podrán representarse en un diagrama de relación de actividades. El proceso de discriminación de las relaciones que entran al diagrama REL dependen del criterio del diseñador, quien puede optar por generar varias opciones del diagrama (p. 231-232).

Para ejemplificar la forma de cómo se observa este diagrama una vez terminado con sus criterios, se proyecta la Figura 5.

Figura 5 Diagrama relacional de actividades

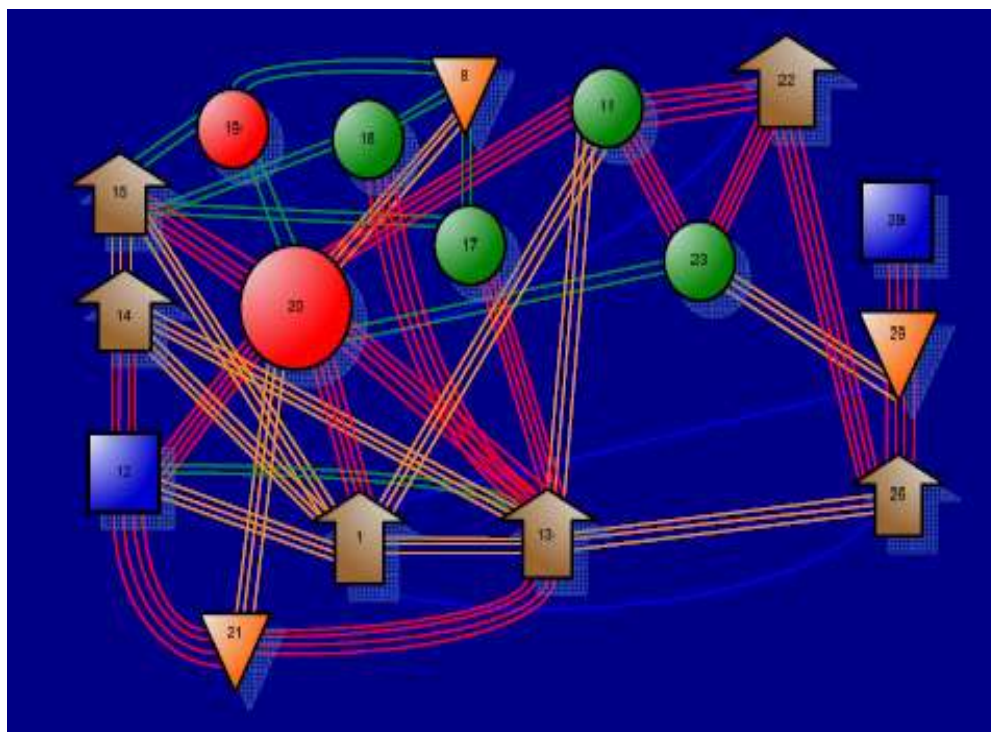


Nota: Google imágenes

Además, en este diagrama también se puede utilizar una distinción más visual como complemento para un mejor entendimiento, colocando colores a cada letra, donde la letra la A es representada con el color rojo, la E con el color naranja, la I con el color verde, la O con el color azul, la U sin color, la X con el color café, y XX con el color negro, apreciando de una mejor manera las conexiones de las áreas.

En la Figura 6 se muestra la otra manera añadida de proyectar el diagrama de relaciones, o bien el que puede ser utilizado como complemento según lo explicado anteriormente, lo cual va de la mano con las líneas de conexión, los colores y las formas de cada actividad.

Figura 6 Diagrama relacional de actividades



Nota: Alejandro Leiva González

Es importante crear ambos diagramas, ya que, el expuesto en la Figura 5 ayudará a identificar cada área, las cuales se van a relacionar de acuerdo con el criterio de proximidad y motivo por el cual se debe o no se debe su relación, una vez desarrollado se crea el de la Figura 6 con el fin de mostrar más visual como se observaría en la ubicación de la planta y las líneas de este recorrido según su dependencia.

Para crear este diagrama relacional de actividades, se deben contemplar criterios sobre figuras de acuerdo con la actividad que se vaya a realizar, esto se muestra en la Figura 7.

Figura 7 Identificación de actividades



Nota: Alejandro Leiva González.

Una vez identificas las actividades y su símbolo, se debe de unir por medio de líneas de conexión, según lo determinado acerca de su proximidad en el diagrama de la Figura 5 y el código de proximidad de cada uno mostrado en la Figura 8.

Figura 8 Código de las proximidades

Código de las proximidades			
ANOTACION	PROXIMIDAD	COLOR	NUMERO LINEAS
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente importante	Naranja	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal u ordinaria	Azul	1 recta
U	Sin importancia	-----	0
X	No deseable	Café	1 zigzag
XX	Altamente indeseable	Negro	2 zigzag

Nota: Alejandro Leiva González.

Una vez que se han identificado las actividades, sus proximidades, códigos, símbolos, colores y demás criterios, se procede a diagramar.

Regla del dedo

La regla del dedo viene a establecer una serie de restricciones que se deben cumplir cuando se desarrolla el diagrama de relaciones, el cual, según González (2015), quien fue citado por Solano (2020), se plantean de la siguiente manera:

1. Pocas relaciones deben ser A / X (no más del 5%).
2. No más del 10% deben ser E.
3. No más del 15% deben ser I.
4. No más del 20% deben ser O.
5. Por lo tanto 50% deben ser U. (p. 40)

Estos puntos son de suma importancia para la elaboración del diagrama, ya que ayudan a que este sea creado bajo reglas que califican como funcionales las proximidades, pero a la vez estableciendo restricciones para no excederse y crear relaciones cercanas que son innecesarias, sea porque no aportan ningún valor o indeseables porque pueden representar un riesgo tanto para el personal como para la empresa.

Análisis Producto-Cantidad

Otro de los puntos a considerar a la hora de crear una distribución de planta es el análisis P-Q, es el análisis producto-calidad, ya que establece una relación entre lo que se va a producir y la cantidad a producir, debido a que “el análisis de los gráficos indica qué tipo de distribución ejecutar” (Sandí, 2020, p. 69).

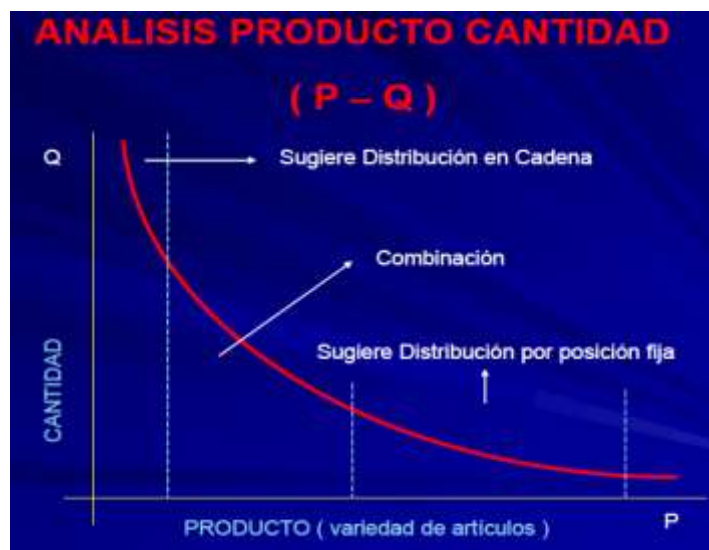
Las pautas a seguir para elaborar este diagrama, son las establecidas por Muther (1968) el cual fue citado por Sandí (2020), y que se encuentran a continuación:

1. Clasificar todos los productos (piezas, materiales u otros según los casos) en grupos de características semejantes.
2. Hallar las tendencias de las principales características de los grupos de productos y proyectarlas cara al futuro. Volverlas a clasificar si es necesario.

3. Definir una cantidad anual (o mensual) prevista para la producción de cada artículo o variedad prevista dentro de cada grupo de productos.
4. Ordenar, dentro de cada grupo u ordenar los grupos, en orden decreciente de cantidades.
5. Trazar un gráfico a escala conveniente, con las P en abscisas y las Q en ordenadas, indicando verticalmente las cantidades correspondientes a los artículos o grupos de productos respectivos. Unir los puntos para obtener el gráfico.
6. Estudiar estos análisis para las lógicas divisiones o combinaciones de actividades, zonas o funciones (p. 70).

Un ejemplo de cómo se puede observar e interpretar la gráfica de análisis producto-cantidad y lo que sugiere con respecto a su concentración dentro del gráfico, ya sea que la empresa tenga una distribución en cadena, combinada o una distribución por posición fija, tal como se muestra en la Figura 9 expuesta a continuación en donde Q se encuentra en el eje Y representando la cantidad y P en el eje X definiendo el producto.

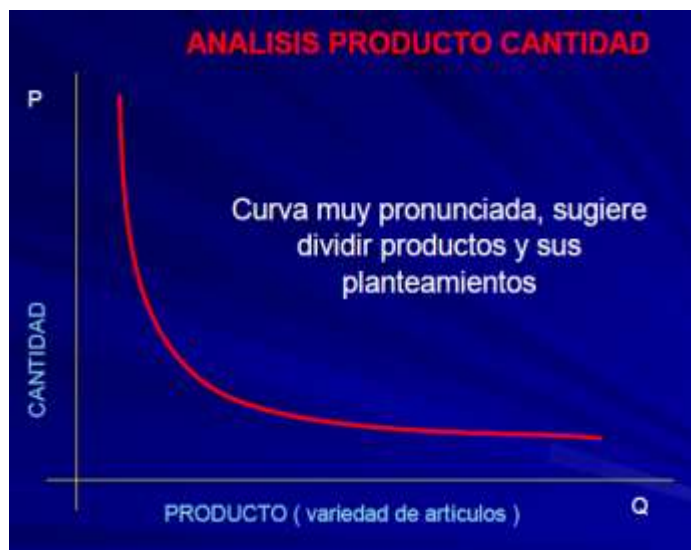
Figura 9 Gráfica de análisis producto-cantidad



Nota: Alejandro Leiva González

Siguiendo con la proyección mostrada anteriormente en la Figura 9 se exponen las siguientes dos gráficas con el propósito de explicar cómo se debe interpretar la misma con respecto a la pronunciación de la curva. En la Figura 10 se muestra el aspecto del gráfico cuando se tiene una curva muy pronunciada.

Figura 10 Gráfica de análisis producto-cantidad con respecto a la curva pronunciada



Nota: Alejandro Leiva González

Tal como se visualizó, cuando se traza la línea y el resultado es una curva muy pronunciada, se sugiere que se haga una división de los productos y sus planteamientos.

Otra forma de como puede quedar la gráfica es como la que se observa en seguida en la Figura 11.

Figura 11 Gráfica de análisis producto-cantidad con respecto a la curva poco pronunciada



Nota: Alejandro Leiva González

Cuando la curva de la gráfica y la tendencia que esta toma es poco pronunciada, interpreta que se deben de combinar los productos por medio de un planteamiento único.

Diagrama de Gantt

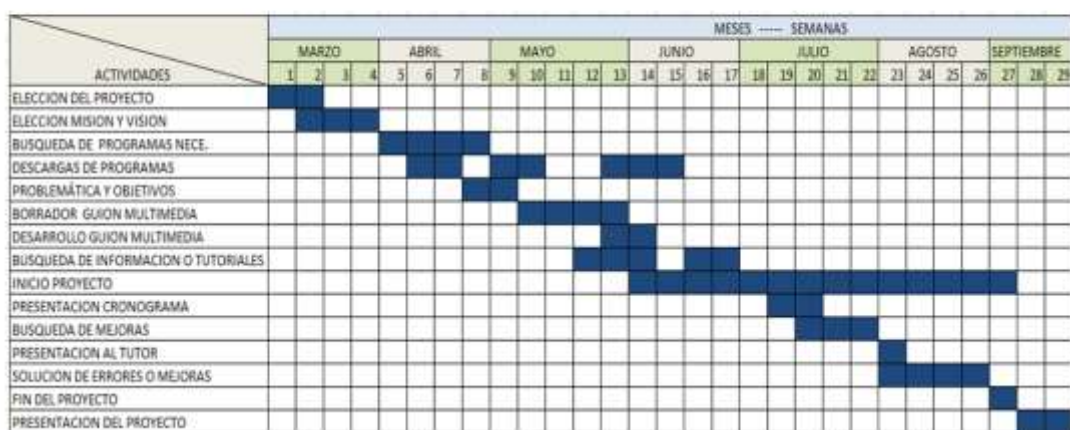
El Diagrama de Gantt es indispensable cuando de proyectos se trata, ya que define gráficamente las actividades por realizar y los días o semanas en que van a ir siendo desarrolladas con respecto al tiempo que se tiene disponible para trabajar, para explicar un poco más este diagrama se cita un concepto dado por Secaira y Bazan (2018):

Estos diagramas son fáciles de leer y se utilizan frecuentemente para representar el tiempo estimado que se va a ejecutar en un proyecto, ya que dan a conocer la información del cronograma con la lista de actividades que se van a realizar en el eje vertical, las fechas en el eje horizontal y las duraciones de las actividades se representan en forma de barras colocadas en función de las fechas de inicio y de finalización del proyecto (p. 19).

Un ejemplo más visual de como se proyecta el Diagrama de Gantt es el que se observa a continuación en la Figura 12:

Figura 12 Diagrama de Gantt

CRONOGRAMA — DIAGRAMA GANTT



Nota: Google imágenes

Este diagrama será utilizado cuando se haga la propuesta de la implementación con el fin de proyectar cuanto tiempo durará la ejecución y también en las semanas que se hará cada actividad en el taller de ebanistería.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se explica la metodología que tiene el presente trabajo de investigación. Dentro de los puntos a definir se encuentran: el enfoque, el alcance, el diseño, el tipo de muestra para la investigación, las variables o unidades de análisis, los instrumentos, el proceso para la recolección de datos, el método de análisis y el cronograma.

Enfoque

Seguidamente se describen los tipos de enfoque y su definición con el propósito de elegir el que se adecua al trabajo de investigación.

Enfoque cuantitativo

Hernández, Fernández y Baptista (2014), explican el enfoque cuantitativo como:

Conjunto de procesos, es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis (p. 4).

Enfoque cualitativo

Asimismo, encontramos la definición de enfoque cualitativo en Hernández *et al.* (2014), establecen en su libro que este enfoque se guía por:

Áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos (p. 7).

Enfoque mixto

Como tercer y último enfoque se encuentra el mixto, el cual según Hernández *et al.* (2014), este tipo de enfoque está compuesto por:

Conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (p. 534).

Enfoque de la investigación

De acuerdo con las definiciones anteriores se utilizará el enfoque cuantitativo, ya que el presente trabajo de investigación se desarrolla por medio de la recolección y medición de datos numéricos y así como lo dice la definición de enfoque cuantitativo, este se encuentra basado en una serie de procesos de manera secuencial y probatorios con una procedencia lógica de las etapas de producción que tiene el taller, sin excepción de omitir alguna cuando se habla del tratamiento previo que lleva la madera antes de elaborar un mueble.

Alcance

A continuación, se presentará la explicación de los diferentes alcances que se puede tener en una investigación, con el fin de entender cada uno de ellos y lograr identificar cuál es el que más se adapta a la investigación en estudio.

Alcance exploratorio

El alcance exploratorio es aquel que se utiliza cuando “el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes”. (Hernández *et al.* 2014, p. 91)

Alcance descriptivo

Por otra parte, el alcance descriptivo lo que busca es “especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Hernández *et al.* 2014, p. 92).

Alcance correlacional

El alcance correlacional, como lo define la palabra tiene como propósito “conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular” (Hernández *et al.* 2014, p. 93).

Alcance explicativo

Finalmente, los alcances explicativos “van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales” (Hernández *et al.* 2014, p. 95).

Alcance de la investigación

De acuerdo con las definiciones anteriores se logra establecer que para la investigación que se lleva a cabo en este proyecto se utilizará un alcance explicativo, ya que se deben de sacar las causas de los problemas que tiene actualmente el taller, explicar por qué suceden y buscar una solución para cada una de ellas.

Diseño

Según lo mencionado en párrafos anteriores, la investigación presenta un enfoque cuantitativo, por lo tanto, para esta clase se consideran dos tipos de diseños, el diseño experimental y el diseño no experimental, los cuales según Hernández *et al.* (2014), se definen de la siguiente manera:

Diseños experimentales: Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes). Es decir, los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula. (p. 129)

Diseños no experimentales: En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos. (p. 152)

Los diseños no experimentales se componen de los transeccionales o transversales y los longitudinales, en donde los transeccionales o transversales se refieren a aquellos en los que se describen y analizan las variables y su incidencia en un momento específico de tiempo. Por otro lado, los longitudinales son para situaciones que se analizan en diferentes puntos del tiempo.

Con respecto a los diseños no experimentales transeccionales o transversales, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede”. (Hernández *et al.* 2014, pp. 154-159)

Diseño de la investigación

Para la investigación actual se lleva un enfoque no experimental de tipo transeccional, ya que la observación se da en un ambiente natural y en un momento dado con el fin de analizar las variables y su incidencia.

Muestra de Investigación

Hernández *et al.* (2014), establece que la muestra es “un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población”. (p. 173)

El muestreo se lleva a cabo por medio del método de observación, es decir presencialmente, para lo cual se maneja un nivel de confianza de 95% con una muestra dada por la fórmula de estudio de tiempos.

Para esto se utiliza la fórmula que se observa a continuación en la Figura 13:

Figura 13 Fórmula del tamaño de la muestra

$$N = \left(\frac{T a X S}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

Nota: Moori (2016)

Tamaño de la muestra

Según lo explica Moori (2016), citado por Solano (2020), donde trata de estudio de tiempos, indica que “se debe determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento o ciclo, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados”. (p. 64).

Adicional a esto, se debe de determinar el intervalo de confianza como lo explica Moori (2016), citado por Solano (2020), para este, se debe de tomar en cuenta lo siguiente: “si el tamaño de muestra es mayor de 30 observaciones, se utiliza la distribución normal y si es menor, se emplea la distribución t – student”. (p. 64)

Siguiendo con los autores anteriores se muestran los pasos a seguir para determinar el tamaño de la muestra:

1. Se toma un tamaño inicial de 10 observaciones (n), para cada elemento.
2. Se calcula el promedio y la desviación estándar para cada elemento.
3. Se fija el nivel de confianza (por lo general un 95 %) y la precisión que se quiere tener en el estudio, por lo general entre un 5 % y un 10 %.
4. Se calcula el coeficiente de variación para cada elemento.
5. Se selecciona para establecer el número de ciclos, aquel elemento que tenga mayor coeficiente de variación.
6. Se calcula el tamaño de muestra N.
7. Se establece el número de lecturas a realizar. (Solano, 2020, p. 64)

En la Figura 14 se muestra la fórmula para establecer el número de lecturas:

Figura 14 Número de lecturas

$$N.F. = N - n$$

Nota: Google imágenes.

Para lo que sería N.F. el número de observaciones totales, N el número total de observaciones por realizar y n, el tamaño de las observaciones.

Variables o Unidades de Análisis

Las variables o unidades de análisis valoradas para la presente investigación permitirán presentar un mayor enfoque al proyecto de acuerdo con los objetivos específicos para el análisis de la situación actual del taller.

Seguidamente en la Tabla 1 se muestran las variables de la investigación.

Tabla 1 Variables de la investigación

Objetivos específicos	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Describir la distribución de planta actual con la que cuenta el Taller de Ebanistería Tuca.	Distribución de planta.	Distribución de planta implica un ordenamiento físico de los elementos considerados este ordenamiento requiere espacio para movimientos de materiales, almacenamientos y procesos, además de las actividades de servicio relacionadas.(Roberto A. Sortino, 2001)	Mide el cumplimiento de las consideraciones a tomar entre un departamento y el otro, por temas de seguridad, contaminación, entre otros. $\frac{\text{Cantidad de relaciones por proximidad actuales}}{\text{Cantidad de relaciones por proximidad requeridas}}$	Diagrama de relaciones. Encuestas.
Medir el nivel de desperdicios y tiempos de producción en los que está incurriendo el taller actualmente.	Desperdicios y tiempos de producción.	Desperdicio: Todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del trabajador, que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto.(Toyota, 2018) Tiempos de producción: Unidades de tiempo requeridas	Mide el porcentaje de materia prima que no es utilizado y queda como desperdicio. $\frac{\text{Cantidad de materia prima desperdiciada en el periodo}}{\text{Cantidad de materia prima utilizada en el periodo}}$	Hoja de recolección de datos.

Objetivos específicos	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
		para la fabricación de una pieza. Dicho tiempo es establecido en función de la naturaleza del producto y el rendimiento de la empresa. (Universidad ESAN, 2019)	Mide las unidades que se requieren producir y el tiempo que se tiene disponible para producir cada unidad. $\frac{\text{Unidades demandadas}}{\text{Tiempo disponible para producir}}$	
Analizar las posibles causas que están generando actualmente los desperdicios y tiempos ociosos en la producción del taller.	Método de producción	Es el registro y análisis sistemático y examen crítico de las formas existentes y propuestas de hacer el trabajo mediante el desarrollo y aplicación de métodos más sencillos y eficientes, para la reducción de costos. (Castaño, Hayek, 2019)	Mide las unidades que fueron producidas con respecto al costo de la materia prima. $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Costo de materiales}}$ Mide el tiempo que fue productivo con respecto al total del tiempo que se tenía para laborar. $\frac{\text{Tiempo efectivo utilizado}}{\text{Tiempo total}}$	Hoja de recolección de datos. Mapeo de procesos.
Definir una propuesta de redistribución de planta que se ajuste a las condiciones y disposiciones del taller.	Propuesta de redistribución.	Una propuesta de investigación es producto de un proceso de trabajo que incluye varias actividades importantes, de las cuales depende su éxito o fracaso. En este punto, conviene distinguir el éxito de haber elaborado bien el proyecto, del de conseguir su aprobación, respaldo institucional o apoyo financiero. El primero es necesario, pero poco provecho tendría si no se lograra el	Mide el porcentaje de variación que tendría el taller con la propuesta de acuerdo con las ubicaciones actuales $\frac{\text{Ubicaciones establecidas actualmente}}{\text{Total de ubicaciones propuestas}}$	Mapeo de procesos.

Objetivos específicos	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
		segundo. (Palma 2005)		
Diseñar un método de seguimiento para la propuesta planteada.	Control del seguimiento de la propuesta	Consiste en comprobar el trabajo que se realiza de acuerdo con políticas, órdenes, planes y normas. (Ishikawa, 1994)	Mide el nivel de cumplimiento de la propuesta. $\frac{\text{Actividades propuestas realizadas}}{\text{Actividades propuestas totales}}$	Revisiones programadas.

Nota: Adriana Araya Valverde

Para determinar las variables o unidades de análisis expuestas en la Tabla 1, se realizó un estudio que permitiera la elección de cada una de ellas de acuerdo con los objetivos que son perseguidos con la investigación; seguidamente, se describe la definición teórica de cada una de ellas, el indicador de medición planteado y el instrumento por medio del cual va a ser tomada la información.

Instrumentos

En la Tabla 2 se indican los instrumentos necesarios que serán utilizados para la recolección de datos del trabajo de investigación:

Tabla 2 Instrumentos para la recolección de datos.

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos	Beneficios esperados
Mide el cumplimiento de las consideraciones a tomar entre un departamento y el otro, por temas de seguridad, contaminación, entre otros. $\frac{\text{Cantidad de relaciones por proximidad actuales}}{\text{Cantidad de relaciones por proximidad requeridas}}$	Diagrama de relaciones. Encuestas.	Programa Excel. Programa Word.	Establecer la distribución de planta actual del taller.

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos	Beneficios esperados
<p>Mide el porcentaje de materia prima que no es utilizado y queda como desperdicio.</p> $\frac{\text{Cantidad de materia prima desperdiciada en el periodo}}{\text{Cantidad de materia prima utilizada en el periodo}}$ <p>Mide las unidades que se requieren producir y el tiempo que se tiene disponible para producir cada unidad.</p> $\frac{\text{Unidades demandadas}}{\text{Tiempo disponible para producir}}$	<p>Hoja de recolección de datos.</p>	<p>Programa Excel.</p>	<p>Conocer los niveles de desperdicios y tiempos ociosos que está teniendo el taller actualmente.</p>
<p>Mide las unidades que fueron producidas con respecto al costo de la materia prima.</p> $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Costo de materiales}}$ <p>Mide el tiempo que fue productivo con respecto al total del tiempo que se tenía para laborar.</p> $\frac{\text{Tiempo efectivo utilizado}}{\text{Tiempo total}}$	<p>Hoja de recolección de datos.</p> <p>Mapeo de procesos.</p>	<p>Programa Excel.</p> <p>Programa Visio.</p>	<p>Medir y controlar los tiempos de producción y desperdicios del taller.</p>
<p>Mide el porcentaje de variación que tendría el taller con la propuesta de acuerdo con las ubicaciones actuales.</p> $\frac{\text{Ubicaciones establecidas actualmente}}{\text{Total de ubicaciones propuestas}}$	<p>Mapeo de procesos.</p>	<p>Programa Excel.</p> <p>Programa Visio.</p>	<p>Definir el porcentaje de cambio que se tendría en el taller si se lleva a cabo la propuesta de</p>

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos	Beneficios esperados
			implementación
Mide el nivel de cumplimiento de la propuesta. $\frac{\text{Actividades propuestas realizadas}}{\text{Actividades propuestas totales}}$	Revisiones programadas.	Programa Excel.	Verificar el cumplimiento de las mejoras.

Nota: Adriana Araya Valverde

Adicional de los instrumentos utilizados en la investigación para el proceso de recolección de datos, se especificaron en la Tabla 2 los recursos que serán requeridos por cada uno, así como una serie de beneficios que se obtendrán por medio del aporte de estos.

Proceso para recolección de datos

Para el proceso de recolección de datos que se debe seguir, se deberán seleccionar métodos que sean adaptables a la investigación, procedentes de una fuente confiable y válida, como lo son las entrevistas a los operarios y dueño del taller; como complemento se desarrollará el método de observación en el campo de producción, siendo uno de los métodos que más destreza tiene de acuerdo con los objetivos que se persiguen.

Es importante recalcar que, para el método de observación, se da una inclusión del investigador directamente con el proceso, teniendo el cuidado requerido por errores que se puedan presentar por parte del observador, por el instrumento utilizado para la medición en la toma de datos o por el proceso observado, estos se consideran como los errores más comunes de este método.

Este proceso será trabajado durante diversas visitas al taller en la jornada laboral establecida, la cual es de lunes a viernes de 6:30 a.m. a 4:30 p.m., donde se tendrá una entrevista con el dueño del taller, para tratar temas referentes al espacio con el que cuenta el taller para trabajar, los puntos a considerar de cada área de trabajo, las etapas previas del proceso de tratado de la madera para elaborar un mueble, con el fin de establecer la nueva distribución, que sea acorde a la secuencia del proceso, contemplando temas necesarios de cercanía, así como de lejanía entre las áreas y disminuyendo los traslados entre las estaciones de trabajo.

Se trabajará una hoja de tiempos para recolectar 10 muestras iniciales de los tiempos de traslados y con esto calcular el tamaño real de la muestra, adicional una bitácora para registrar los desperdicios que se van teniendo en los puntos clave de producción.

Método de Análisis

Con los datos recolectados durante el proceso de encuesta y observación, se procederá a tabular dicha información en programas como Excel y Visio, los cuales permitirán obtener una descripción más analítica de los datos que fueron recolectados, así como la elaboración de gráficos, diversos diagramas y herramientas ingenieriles aplicables al proyecto, también se utilizará el programa Word para describir muchos de los datos y para la elaboración del planteamiento de las encuestas a realizar.

Excel es un programa compuesto de hojas de cálculo electrónicas, el cual funciona principalmente para tabular datos y con ellos poder procesar cálculos matemáticos, crear tablas, posterior realizar gráficos, entre otras funciones.

Visio es un software útil y accesible que brinda soluciones para la creación de diagramas con el fin de establecer los procesos empresariales.

El programa Word, el cual no deja de ser una útil herramienta con la que se llevará acabo la elaboración de machotes para encuestas o bien para describir los procesos posterior a la toma de datos y la observación.

Por último, también será utilizado el programa llamado *autocad*, el cual consiste en un software de diseño, que es asistido por computadora para crear, modificar, analizar y documentar gráficamente representaciones y por medio del que se realizará la estructura gráfica de la situación actual, así como las propuestas a presentar al taller.

Cronograma

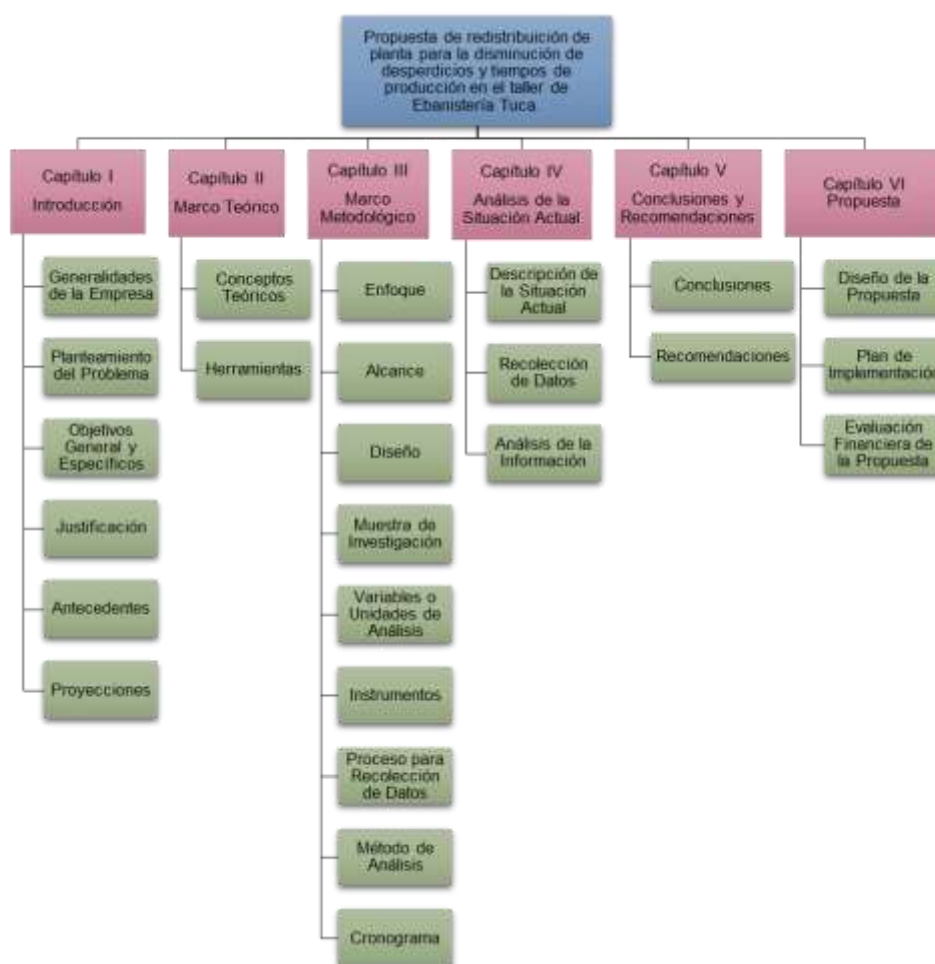
Con el propósito de describir un plan detallado de las acciones que se desarrollarán en el presente proyecto, se elaboraron dos herramientas que permiten visualizar mejor las actividades durante el lapso estimado de trabajo en el Taller de Ebanistería Tuca.

Estructura desagregada de trabajos (EDT)

La finalidad de esta herramienta es proyectar un desglose de la estructura del trabajo, por medio de una descomposición del entregable final del proyecto, es decir, esta herramienta muestra el proyecto de una manera muy descriptiva, la cual está compuesta por niveles.

En la Figura 15 se muestra la estructura desagregada de las actividades que se llevarán a cabo en el trabajo de investigación.

Figura 15 Estructura desagregada de trabajos (EDT)



Nota: Adriana Araya Valverde.

Con la Figura 15 expuesta anteriormente se observan los diferentes niveles que presenta el proyecto. El primer nivel corresponde al título del proyecto, el segundo nivel a los capítulos que contiene el proyecto y el tercer nivel al tema que compone cada capítulo.

Diagrama de Gantt

En el Diagrama de Gantt se establece un desglose por capítulo de la duración del proyecto de acuerdo con las semanas que se encuentran establecidas para el desarrollo del trabajo de investigación. A continuación, en la Figura 16 se presenta el Diagrama de Gantt del proyecto.

Figura 16 Diagrama de Gantt del proyecto

Capítulos	Semanas																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Capítulo I	■	■	■	■	■	■																			
Generalidades de la Empresa																									
Planteamiento del Problema																									
Objetivos General y Específicos																									
Justificación																									
Antecedentes																									
Proyecciones																									
Capítulo II	■	■	■	■	■	■																			
Conceptos Teóricos																									
Herramientas																									
Capítulo III	■	■	■	■	■	■																			
Enfoque																									
Alcance																									
Diseño																									
Muestra de Investigación																									
Variables o Unidades de Análisis																									
Instrumentos																									
Proceso para Recolección de Datos																									
Método de Análisis																									
Cronograma																									
Capítulo IV							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Descripción de la Situación Actual							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Recolección de Datos										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Análisis de la Información															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Capítulo V																									
Conclusiones																									
Recomendaciones																									
Capítulo VI																									
Diseño de la Propuesta																									
Plan de Implementación																									
Evaluación Financiera de la Propuesta																									

Nota: Adriana Araya Valverde.

En la Figura 16 se especifica la duración por semanas de los avances del proyecto, donde el Capítulo I, II y III se elaboraron en las primeras seis semanas del taller, seguidamente el Capítulo IV en doce semanas, el Capítulo V en una semana, finalizando con el Capítulo VI en cinco semanas.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se desarrollará el cuarto capítulo del proyecto, el cual consiste en mostrar la situación actual de la empresa, en este caso del taller de Ebanistería Tuca. Este capítulo es evaluado por medio de tres fundamentos, se inicia con la descripción del problema, seguidamente se miden las consecuencias que traen a la empresa esos problemas y se finaliza con el análisis de las causas.

Descripción Del Problema.

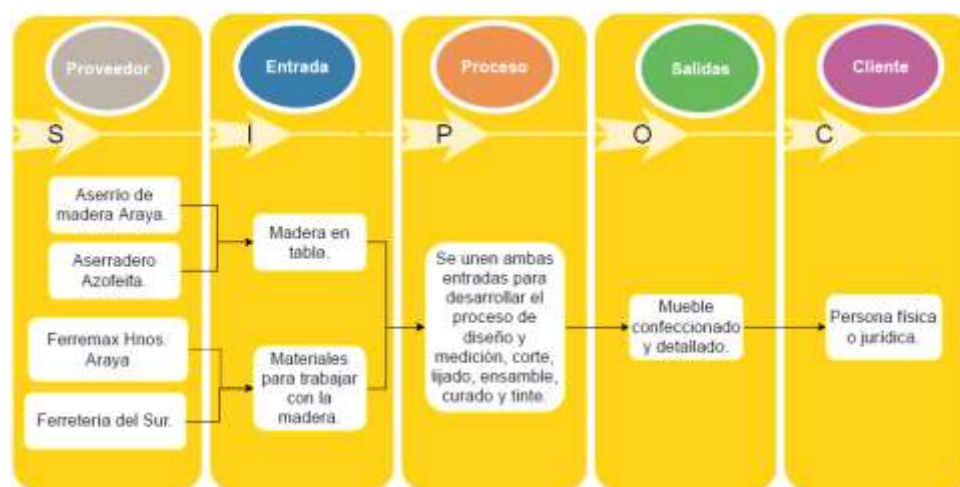
Este apartado se mostrará por medio de una serie de herramientas, las cuales van a describir la situación actual de la empresa, desde lo general hasta lo específico, con el fin de proyectar cómo se labora y en qué está fallando el taller, para iniciar con esta representación se desarrolla el diagrama SIPOC que es presentado a continuación.

Diagrama SIPOC.

Por medio de este diagrama se da un mayor entendimiento sobre la manera de cómo son llevadas las acciones en el taller, mostrando así los diversos proveedores con los que cuenta, las entradas que se dan por medio de estos proveedores, el proceso que es llevado a cabo con las entradas y las salidas que se producen como resultado del proceso productivo, finalizando con los clientes.

En la Figura 17 se presentará el Diagrama SIPOC:

Figura 17 Diagrama SIPOC del taller de Ebanistería Tuca.



Nota: Adriana Araya Valverde.

Tal como se logró observar en la Figura 17, el taller tiene cuatro proveedores, dos aserraderos y dos ferreterías, de los aserraderos se obtiene como entrada la madera, la cual ya se compra procesada en tabla, el Aserrío de Madera Araya se encuentra contiguo al taller, por lo que cuando se da una compra corre por trabajo del taller ir por la recolección de las tablas, sin embargo, al estar contiguo no es de gran implicación para el taller, ni tampoco tiene que incurrir en gastos de flete. Caso contrario el Aserradero Azofeifa, que se encuentra a una distancia aproximada de 24 kilómetros y cuando se hace negociación de compra con este proveedor, el aserradero es quien se encarga de la entrega de la madera directamente en el taller, siendo este quien brinda el servicio completo de transporte, en donde los gastos de flete deben de ser asumidos por el taller.

De estos dos proveedores se compran las diversas clases de madera con las que trabaja el taller, las cuales son ciprés, cedro amargo, laurel y guanacaste. El taller primero consulta la disponibilidad de la materia prima en el Aserrío de Madera Araya, sin embargo, en caso de no contar con el disponible o el tipo de madera deseado por el cliente, se acude al Aserradero Azofeifa, en cuanto a precios, siempre maneja un mejor precio de venta para el taller el negocio Araya, esto por un tipo de convenio, así como por la cercanía que hay entre uno y el otro, por lo tanto no se debe de incurrir en gastos de flete, gastos en los que el negocio Azofeifa sí tiene que contemplar para dar un precio final al taller. El taller debe de contemplar el disponible de madera que tiene en el estado necesario para trabajar, es decir que sea madera seca, para con esto examinar la compra y el tiempo de secado que esta lleve, midiendo el hecho importante de que no se puede quedar sin este insumo para trabajar.

En el caso de las ferreterías ambas se encargan de abastecer al taller de materiales como clavos, brochas, lija, manillas para puertas, bisagras, tinte, barniz, disolvente, goma, entre otros materiales específicos de cada proyecto, así como algunos materiales necesarios para trabajar, como por ejemplo: guantes, mascarillas, chalecos y demás, en este caso sí es el taller quien debe ir por la compra de estos materiales a cualquiera de las dos ferreterías, donde Ferremax Hnos. Araya, se encuentra a unos 200 metros del taller, mientras que Ferretería del Sur está ubicada a unos 500 metros. En este caso, igualmente por temas de distancia, siempre se acude primero a Ferremax Hnos. Araya, pues no implica el hecho de tener que movilizarse en vehículo, esta compra se hace en el momento cuando va a empezar la confección de cada proyecto.

En la parte del proceso, este es llevado a cabo con la unión de los insumos de los aserraderos, así como de las ferreterías, los cuales pasan por las diferentes etapas de diseño del mueble de acuerdo con las medidas y requerimiento del cliente; medición y marcado en las tablas; corte a la medida marcada; lijado, el cual implica varias repeticiones; detalles específicos, sea del diseño o del trato de las tablas, para mejorar la apariencia; ensamble de las piezas que conforman el proyecto; tinte en caso de requerirlo y barniz, asimismo, todos los procesos que conlleva, los cuales son especificados más adelante con los diagramas de flujo y de proceso.

De todo este proceso se obtiene como salida el mueble o artículo terminado y detallado, listo para ser entregado a su cliente, como bien se conoce este tipo de negocios tienen un catálogo bastante amplio de productos al ser una producción artesanal, en donde la mayoría de los proyectos son diferentes y son pocos los casos en que se repiten productos con las mismas características y medidas.

Para finalizar con la descripción de este proceso, se citan los clientes del taller, que son personas tanto físicas como jurídicas; tratándose de personas físicas cuando se dan aquellos proyectos que van dirigidos a casas de habitación, apartamentos u oficinas para uso personal; y personas jurídicas cuando se trabaja para pedidos de escuelas, colegios, empresas y demás compañías, sin embargo, el más frecuente es el cliente físico.

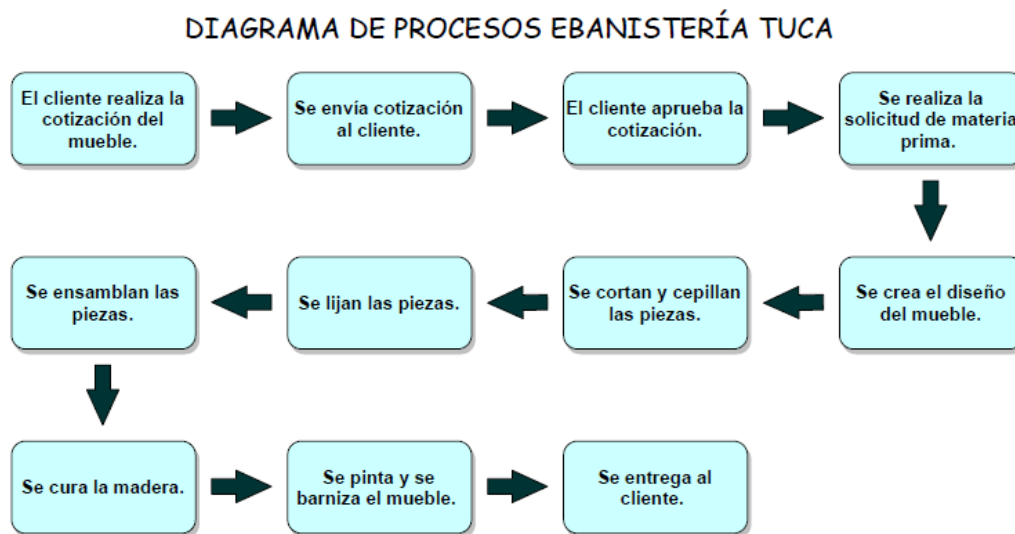
Diagrama de procesos.

Este diagrama muestra el flujo de las actividades de una forma muy general con el fin de analizar la secuencia del sistema que se sigue en el Taller de Ebanistería Tuca, cuando se inicia un nuevo proyecto, es decir un nuevo mueble por elaborar.

El taller de ebanistería es un negocio que trabaja contra pedido del cliente, por lo tanto, este y cada proceso que se realiza nace por una necesidad de un cliente, el cual se convierte en una solicitud hacia el taller, de momento el taller no trabaja para tener mercadería en stock, esto por falta de tiempo y de personal, pues en todas las épocas del año pasa produciendo contra pedidos, sin embargo, es un proyecto a futuro que se tiene con el propósito de crear una tienda que permita manejar mercadería para la venta inmediata.

La Figura 18 muestra la descripción visual del diagrama:

Figura 18 Diagrama de procesos Ebanistería Tuca.



Nota: Adriana Araya Valverde.

Como ya se mencionó y como explica el diagrama anterior, este proceso inicia por medio de una solicitud de cotización de un cliente, esta cotización, la mayoría de las ocasiones y variando de acuerdo con lo que se va a elaborar, requiere de visita al lugar, con el fin de realizar las mediciones y con esto poder dar el precio al cliente, en algunos otros casos para dar la cotización no se requiere visita. Una vez que se le envía el valor del producto queda en el cliente la confirmación de este, en caso de que esté de acuerdo con el valor se inicia con la compra de la materia prima. Cuando se tienen los materiales se procede a crear el diseño del mueble y con esto se van marcando las medidas en las tablas de madera seca para poder continuar a la etapa siguiente, que consiste en cortar las piezas tomando en cuenta las medidas realizadas anteriormente. En esta etapa se cortan las piezas y se trabaja en conjunto con el cepillado, donde son pasadas por la máquina para desbastar, afinar y ajustar más a la medida requerida, después, para dar una mejor apariencia y dar con las medidas deseadas, estas son llevadas a la etapa de lijado, donde se debe lijar una a una las piezas que conforman el mueble, este proceso de lijado es un proceso repetitivo donde la primera mano de lija es con una máquina mientras que en otras por lo general se tiene que realizar completamente manual.

Seguidamente, se procede con el ensamble de todas las piezas que conforman el mueble, en donde se corrobora que todo calce a la medida requerida y poder armar sin ninguna dificultad, de lo contrario se debe de inspeccionar qué está fallando y devolver el proceso para corregir. Cuando ya todo se encuentre completamente armado se cura la madera con un líquido especial, el cual es echado sobre las piezas para sellar la madera de manera que esta no pueda ser atacada por agentes, refiriéndose a aquellos organismos xilófagos que son los que se alimentan de la madera, por lo tanto, es una etapa que no se puede omitir para dar un producto de calidad que perdure en el tiempo, siendo una de las mayores críticas que se les hacen a los productos elaborados con madera.

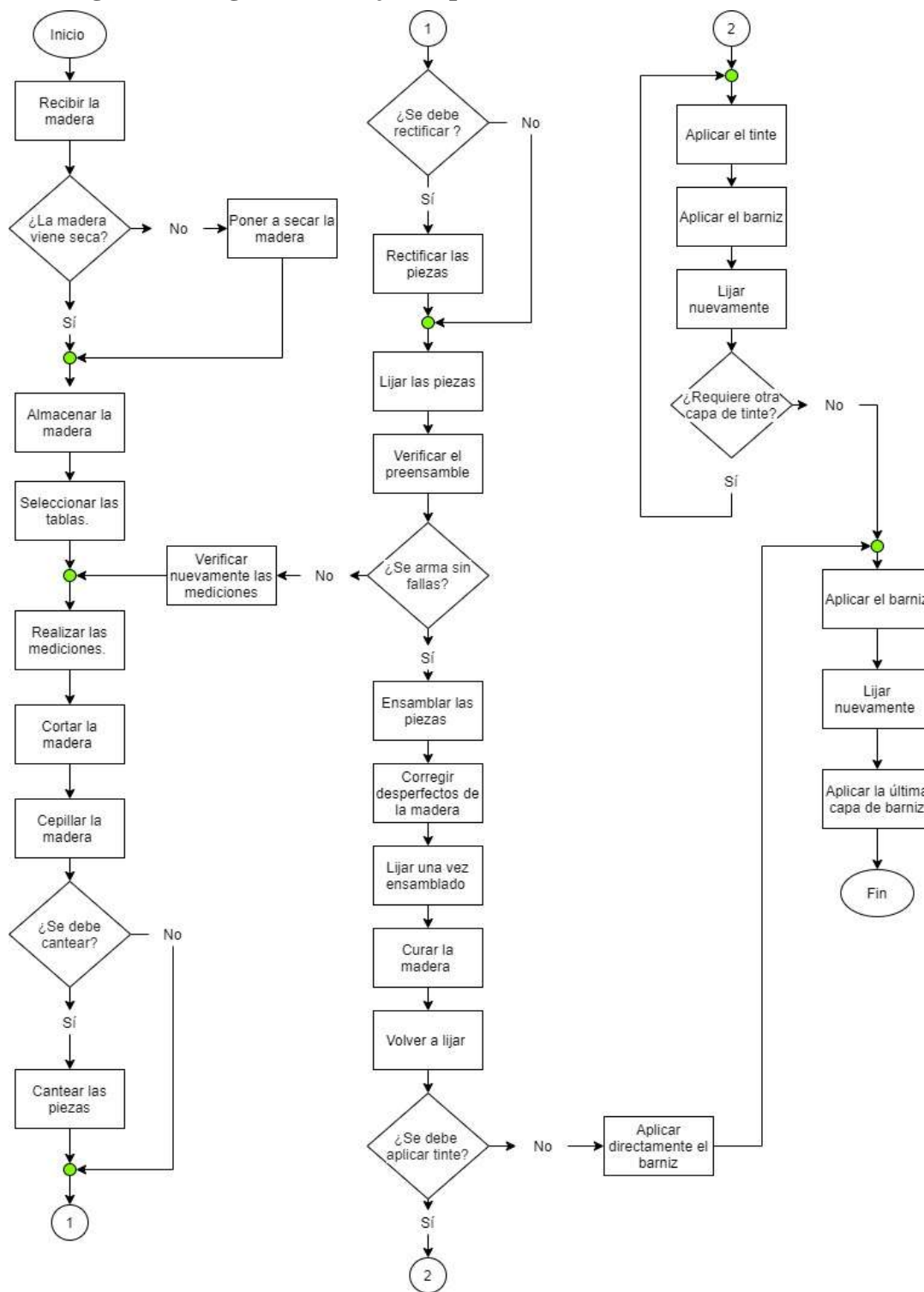
En algunos casos la madera lleva tinte, esto queda a completa elección del cliente, si es así una vez que terminó la etapa de curado se procede con el tinte y el barniz, que también es un proceso muy repetitivo en caso de requerirlo, con el fin de llegar al tono deseado por el cliente; si el mueble va con el tono natural de la madera solamente se debe aplicar barniz, el cual consiste en una resina para proteger la madera del agua, hongos, envejecimiento, luz solar y humedad. Una vez aplicado este producto y dando el tiempo prudencial de secado se puede decir que el mueble está terminado y listo para entregar al cliente, esta entrega va a variar del producto, así como del cliente, ya que hay productos que pueden ser entregados directamente en el taller siempre y cuando el cliente esté de acuerdo con retirarlo él mismo, mientras que otros, por tamaño o complejidad, deben ser desarmados para llevar a instalar al lugar deseado por el cliente.

Diagrama de flujo del proceso de confección de muebles.

Seguidamente se desarrolló el diagrama de flujo, el cual, como ya se conoce, es de gran utilidad para la descripción secuencial, más detallada y gráfica que tiene un proceso y así poder lograr una mejor comprensión del sistema productivo, ya que, al ser un dibujo, se logra una retención más fácil del mismo, además, aporta valor para identificar las áreas de mayor interés o bien aquellas que no dan tanto valor. En este caso se trata de la línea que sigue la madera, pues es la base sobre la cual se trabaja, describiendo el orden por el cual es llevada para la confección del mueble; se describen las diferentes estaciones de trabajo, aquellas que son obligatorias y aquellas que van a variar de acuerdo con lo que se requiera realizar, introduciendo o descartando por medio de una interrogación.

A continuación, se presenta en la Figura 19 el diagrama de flujo:

Figura 19 Diagrama de flujo del proceso de confección de muebles.



Nota: Adriana Araya Valverde.

Para iniciar el diagrama de flujo de la Figura 19 se muestra desde el punto donde se recibe la madera, la cual va a variar su ubicación dependiendo la condición de secado en que esta venga, es decir, si la madera viene seca está lista para trabajar y se almacena en una ubicación bajo techo del taller, de lo contrario, si viene verde, se debe poner a secar. El tiempo de secado va a depender de la estación climática en la que se encuentre, si se está en época seca es de tres a cuatro meses y si se está en época lluviosa es de seis meses aproximadamente. Esta parte es esencial para la confección, pues no es recomendable trabajar cuando la madera se encuentre verde, porque se puede incurrir en problemas como por ejemplo las deformaciones, grietas, rajas, manchas, pudrición, holguras o bien, que las piezas no ensamblen correctamente. El taller maneja la parte del secado poniendo la madera de pie de forma vertical al aire libre recibiendo sol, sin embargo, se debe estar al pendiente en las épocas lluviosas para cubrirla con plásticos resistentes y así evitar que el agua roce las piezas.

Una vez que se va a iniciar con un nuevo proyecto, se debe de ir a seleccionar las tablas de madera seca que se utilizarán y llevarlas al área de trabajo. Estando aquí se marcan las medidas requeridas para cortar, lo ideal es cortar todas las piezas que se van a necesitar de una vez en esta etapa, para no tener que estar devolviendo el proceso; una vez cortadas son trasladadas a la cepilladora para pasarlas por esta, la cepilladora se encuentra en otro lugar completamente externo al taller, es un aserradero de madera que esta contiguo, sin embargo, forma parte de los activos del taller. Se encuentra en este lugar por dos motivos, el primero es porque anteriormente pertenecía al aserradero y por temas de espacio y de voltaje instalado en el taller no se ha considerado el traslado, ya que el aserradero cuenta con un voltaje de 220 voltios, siendo este el requerido para la cepilladora y en el taller este recurso es limitado al contar con solo una salida de 220 voltios, la cual ya está siendo utilizada por otra máquina.

Cuando ya están cepilladas se llevan devuelta al taller en donde se verifica si deben ser canteadas, el proceso de canteado consiste en pegar las piezas en una cinta o moldura para cubrir el aglomeramiento que queda a la vista por el proceso de corte o simplemente para darle un aspecto más macizo a las tablas, como se dijo anteriormente, no todas las piezas requieren este proceso, por lo que se hace por medio de una decisión para introducir o rechazar la acción.

Después de cantear se cuestiona si requiere de rectificación, este es un mecanismo de abrasión, el cual funciona por medio de un trompo que va eliminando material a fin de ir dándole forma hasta

detallarla; igual que la fase anterior este es un proceso que debe ser incorporado por medio de una decisión, ya que no siempre se requiere.

El siguiente paso es lijar las piezas por todos los costados y lados para alisar y pulir, este trabajo es fundamental para el detallado de la madera con el propósito de darle una mejor apariencia, etapa muy repetitiva durante todo el proceso de confección, esta primera capa de lija se debe realizar con la máquina pulidora con lija 100. Con esta primera capa de lija se realiza el preensamble y si en dado caso no calzan bien todas las piezas, se debe regresar a la parte de verificar las mediciones para corroborarlas y poder encontrar el fallo y, si se requiere, cortar nuevamente, cepillar, rectificar, cantear o lijar; en caso contrario, que sí calcen bien, entonces se ensamblan todas las piezas.

Teniendo todo ensamblado se corrigen desperfectos de la madera, que consiste en rellenar todos los puntos que quedan con huecos, hoyos o bien detalles del ensamble y, posteriormente a esto, se lija nuevamente cuando se tiene todo armado, este lijado se hace a mano con lija 320 para preparar las piezas para la primera capa de tinte, en caso de que las piezas lleven tinte, o bien para el barniz.

Seguidamente, se debe curar para evitar que sea desgradada por algún agente. Un punto importante de esta etapa es que se debe dar un tiempo de una hora aproximadamente para poder continuar con el resto del proceso, de manera que el líquido se introduzca en la madera, si se continúa sin haber dado este tiempo lo que sucede es que se limpia el líquido que fue echado y no penetra correctamente por la superficie.

Una vez finalizado el tiempo de la etapa de curado, se debe de pasar otra mano de lija con lija 320, de igual manera este lijado es complementemente manual.

Si el producto requiere tinte, se aplica, el cual no necesita de un tiempo de secado, por lo tanto, acción inmediata se puede aplicar el barniz, en caso de que el producto vaya sin tinte solamente se aplica el barniz, para este sí es necesario esperar que seque aproximadamente diez minutos, finalizados los diez minutos se lija nuevamente a mano con lija 400 y dependiendo la tonalidad que desee el cliente se debe aplicar una o varias capas más de tinte, de barniz y de lija 400.

Una vez que se tenga el tono deseado se sella con otra capa de barniz, otra pasada de lija y la última capa de barniz.

Todas las etapas que conforman este proceso son fundamentales, sin embargo, una de las más relevantes es la etapa de secado, siendo una etapa que no se puede omitir para un producto de calidad y que debe ser considerado a la hora de dar respuesta al cliente sobre cuánto tiempo va a tardar en producir, en caso de que no se tenga madera seca para producir en stock. Seguidamente, la parte de corte influye directamente en el proyecto, pues de no calzar bien las piezas se van a presentar fallas principalmente en la parte de ensamble y se darán los reprocesos por tener que devolver el proceso para realizar nuevos cortes y lograr armar sin inconvenientes. Por último, se observó que en la misma estación que pintan, también liján por lo que en ocasiones se dan atrasos al tener que parar una de las dos funciones si se está fabricando más de un mueble al mismo tiempo, para evitar que el polvo se adhiera sobre las piezas que están siendo pintadas.

Systematic Layout Planning.

Para determinar el SLP primero se realizó el levantamiento de la planta actual, con el fin de mostrar la ubicación que tienen las máquinas, las estaciones que se encuentran establecidas y las medidas con las que se trabaja en cada estación por temas de espacio disponible en el taller. Seguidamente se desarrolla el gráfico P-Q, sus familias, los productos que conforman cada familia y puntos a considerar para su desarrollo, así como el gráfico de relaciones con los criterios de proximidad y la aplicación de la respectiva regla del dedo, adicional el diagrama relacional de recorrido en las diferentes direcciones y estaciones que son requeridas para el proceso.

Cabe recalcar que este espacio de trabajo donde se desarrolla el taller, anteriormente tenía otra función, es decir, que no fue construido para la instalación del taller, por lo tanto, lo que se realizó fue un acondicionamiento de la infraestructura con los espacios que ya estaban creados. Un aspecto muy importante para considerar es que el terreno es propio, lo que viene a ser una construcción propia en donde la modificación y ampliación solamente depende de las decisiones del dueño y los recursos económicos con los que pueda contar, contemplando que se cuenta con más terreno disponible para su crecimiento y expansión, dato beneficioso a la hora de definir la propuesta.

El layout actual del Taller de Ebanistería Tuca se desarrolló en una escala de 1:100, el cual es mostrado en la Figura 20.

Figura 20 Distribución de planta actual.



**TALLER EBANISTERIA TUCA
DISTRIBUCION DE PLANTA ACTUAL
NIVEL 1**

ESCALA 1:100

Nota: Adriana Araya Valverde.

La Figura 20 mostrada presenta la distribución que tiene en la actualidad el taller de ebanistería, donde se pueden observar las mediciones de cada área, así como la rotulación de las máquinas que se encuentran posicionadas en toda la planta.

Como se ha venido explicando, la cepilladora se encuentra localizada completamente fuera del taller, lo que hace más tedioso y lento el proceso productivo por el traslado que los operarios deben hacer hasta el aserradero y de vuelta nuevamente al taller; igualmente, este traslado no solo implica más tiempo, sino que expone a los operarios en tiempos lluviosos, ya que el trayecto que mide 11.28 metros es al aire libre.

Todo el local tiene una altura de 2.90 metros, donde en la primera estación que se observa están todas las máquinas que son utilizadas para el corte, tiene 1 metro de block y 1.90 metros de malla. La segunda estación tiene la misma medida de altura, pero esta solamente cuenta con techado, dejando lo demás al aire libre y expuesto a los diferentes cambios climáticos que se dan. En esta segunda estación se observa, según la rotulación, que en el mismo lugar se encargan de lijar, pintar y ensamblar, estaciones que, como ya se explicó, se recomienda separar.

El taller cuenta con dos mesas de trabajo que son utilizadas para el lijado manual y armado pequeño, que por lo general se deben hacer de una manera completamente manual, la mesa de trabajo que se encuentra dentro del área cerrada con malla en la parte inferior es utilizada también para el almacenamiento de maquinaria, como los taladros, llaves, cautín, lijadoras pequeñas, rúter, sierra patín y demás herramientas.

En el mueble se almacenan materiales como los clavos, lijas, goma, tintes, barniz, brochas, cintas, lápiz, entre otros; sin embargo, este lugar de almacenamiento no cuenta con un orden bien definido para cada cosa, de igual forma por lo general se encuentran este tipo de instrumentos en otros lugares sin ubicación fija.

Por su parte, el área de secado de la madera es una parte adicional, pero que se encuentra al aire libre, donde solamente colocan las piezas de madera de manera vertical para que la misma seque.

Análisis Producto – Cantidad Taller de Ebanistería Tuca

El análisis P-Q es fundamental para definir la distribución ideal para la planta de acuerdo con la demanda que se presenta por producto. Para realizar este análisis se tomaron los datos históricos de producción desde marzo 2020 a marzo 2021, los cuales son presentados en la Tabla 3.

Tabla 3 Datos de la demanda

Producción desde Marzo 2020 a Marzo 2021	
Productos	Cantidad
Puerta para interior	8
Alacena	2
Puerta principal	4
Mueble de cocina	6
Tabla para picar	6
Mueble para sala	1
Cortineros	30
Cama matrimonial	2
Cama individual	2
Camarote	1
Cama para bebé	3
Librería	1
Perchero	4
Banco	16
Espejo	8
Repisas	21
Sillas	8
Mesa de comedor	3
Cómoda	1
Mueble para cuarto	4
Baúl	3
Escritorio	6
Mesa para sala	2
Closet	2
Total producido	144

Nota: Adriana Araya Valverde.

En total se produjeron 24 tipos de productos para un total de 144 unidades, las cuales fueron clasificadas en 7 familias según su parentesco y la función para la cual fueron diseñadas y creadas, como se aprecia en la Tabla 4.

Tabla 4 Clasificación por familia

Producto	Cantidad
Accesorios	72
Sillas y bancos	24
Muebles para casa	15
Puertas	12
Muebles de cocina	8
Camas	8
Mesas	5

Nota: Adriana Araya Valverde.

Según la Tabla 4 de los 144 productos fabricados por el taller en el año, se identificaron 7 familias. La primera familia, y la mayor de la demanda, está concentrada en accesorios o variedad de productos de uso común en el hogar, donde se encuentran las tablas para picar, los cortineros, percheros, espejos, repisas y baúles. En la segunda familia se encuentran las sillas y bancos, por lo general cuando se toma un proyecto de este tipo se producen como mínimo 4 unidades iguales. Como tercera clasificación, están los muebles para casa en general: para sala, librería, cómodas, muebles para habitación, escritorios y closets. Dentro de la cuarta familia se cuentan las puertas, donde se toman las puertas para interior, exterior y de doble hoja. La quinta familia está compuesta por muebles para la cocina, lo que son alacenas, aéreos, islas y gavetas. Por su parte, la sexta familia contiene las camas, ya sean de tamaño matrimonial, individual, camarotes, camas para bebé y cunas. Por último, en la séptima familia se tienen las mesas para comedor y para sala.

La clasificación anterior da como resultado la siguiente Figura 21, la cual muestra un gráfico con la relación que existe entre el producto y la cantidad producida por cada uno durante el periodo de marzo 2020 a marzo 2021.

Figura 21 Gráfico P-Q



Nota: Adriana Araya Valverde.

En el gráfico anterior, se observa una curva muy pronunciada de acuerdo con las familias de productos, por lo tanto según la teoría, cuando se trate de este tipo de curvas lo que se sugiere es realizar una distribución que divida los productos y sus planteamientos, es decir una distribución por producto, sin embargo con el fin de optimizar la relación de los productos y sus procesos, se determina que la mejor forma de distribuir la planta es por medio de un diseño mixto que mezcle una distribución por producto en conjunto de una distribución por proceso permitiendo que todas las operaciones que se realizan para hacer un producto se puedan hacer en una misma sección.

Otros aspectos por los cuales se eligió este tipo de distribución son, por la variedad de productos que son fabricados, para lograr un menor tiempo de manufactura, menor manejo de materia prima y más facilidad para llevar un control de calidad.

Diagrama de relaciones.

El diagrama de relaciones se basa en la proximidad que se debe y no se debe, entre las diferentes y más importantes operaciones de un proceso, por tanto, para este proyecto, se eligió un total de 8 operaciones: secado de la madera, almacenamiento de materia prima, corte, cepillado, lijado, ensamble, pintura y almacenamiento de producto terminado; para un total de 28 relaciones, las

cuales se asignaron de acuerdo con los motivos de proximidad y respetando los criterios de la regla del dedo.

La Tabla 5 muestra la cantidad de relaciones posibles para asignar entre los procesos de acuerdo con la regla del dedo:

Tabla 5 Regla del dedo.

PROXIMIDAD		Cantidad
A	Absolutamente Necesario	1
E	Especialmente Importante	5
I	Importante	7
O	Ordinario	9
U	Sin Importancia	22
X	No deseable	1
Total		45

Nota: Adriana Araya Valverde.

Seguidamente, se citan los motivos de proximidad para analizar el criterio en la Tabla 6:

Tabla 6 Motivos de proximidad.

Cód.	MOTIVOS
1	Control del proceso
2	Uso no frecuente
3	Proceso productivo
4	Polvo
5	Secuencia productiva

Adriana Araya Valverde.

Todo esto genera un traslado bastante extenso entre estos dos puntos, lo que da como consecuencia un mayor tiempo en la producción, cansancio por parte de los operarios y, igualmente, como ya se anotó, este traslado expone a los operarios a tener que pasar por una zona que se encuentra sin techado, exponiéndose a la lluvia en épocas lluviosas, contemplando también que, por lo general, no se hace solamente un traslado para llevar todas las piezas que son requeridas, es decir, en ocasiones, dependiendo del proyecto, son hasta dos idas para trasladar todo el material que debe ser procesado por la máquina cepilladora.

Dentro de las relaciones de “especialmente importante” se encuentran cinco. La primera se da por el motivo cinco que es la secuencia productiva, ya que del almacén de materia prima son despachados los productos para iniciar el proceso productivo, el cual inicia en el área de corte. Como segunda y tercera, se tiene el área de corte con el canteo y contra la rectificación por motivo de proceso productivo, ya que toda la etapa de corte está compuesta por las sierra mesa que son las encargas de cortar, la rectificadora siendo la máquina con la que se rectifica y el trompo que es la máquina con la que se cantea. Como cuarta relación, se tiene el área de corte con el lijado por motivo cinco igualmente, ya que el lijado es una actividad que procede del corte, sea cual sea el proyecto que se esté realizando, siempre se debe de realizar para dar un acabado más detallado al producto. Dentro de la quinta relación, se tiene lo que es el ensamble de acuerdo con el pintado por secuencia productiva, pues los productos una vez que son ensamblados se pintan o bien se les aplica el barniz.

Para las relaciones que son consideradas como “importantes” se tienen siete. La primera es el secado de la madera y el almacén de materia prima, esto por motivo cinco, es decir, la secuencia productiva, por lo que se debe dar la cercanía entre el área de secado con el almacén de materia prima, ya que una vez que la madera se encuentre seca esta debe de pasar a ser almacenada para pronto ser utilizada. De segunda relación de este tipo se tiene el almacén la materia prima con el cepillado con motivo tres que sería por proceso, ya que, si bien es cierto y como se ha explicado anteriormente, la cepilladora debería de formar parte del área del corte, estación donde inicia el proceso. Para lo que es la tercera y cuarta relación de este tipo, se tienen la relación cepillado contra el canteo y contra la rectificación por motivo tres, pues como se ha mencionado estas estaciones deben de encontrarse cerca una de la otra por formar parte de todo el proceso de corte. Para lo que es la quinta relación, se tiene el canteo en proximidad con la rectificación, por motivo

de proceso productivo, pues son dos actividades que van muy de la mano en el proceso. La sexta relación está entre el lijado y el ensamble por una secuencia productiva, ya que después de pasar la primera capa de lija se debe de ensamblar.

El punto “ordinario” está integrado de nueve relaciones, siendo la primera el secado de la madera contra el corte por un motivo de secuencia productiva, pues en dado caso que no se tenga madera seca para trabajar en el almacenamiento, se debe de pasar a la parte de corte para empezar el proceso. De segunda y tercera relación, se encuentra el almacenamiento de materia prima contra el lijado y contra el pintado por un tema de poder controlar con más precisión la disponibilidad de lijas en caso de crear un almacén que no solo contenga madera en sus productos de materia prima, sino todos aquellos que son esenciales como lijas y al menos barniz, ya que los tonos de tintes si van muy al gusto y preferencia de cada cliente. Seguidamente se localiza la cuarta en el corte contra el ensamble por motivo tres de proceso productivo, pues es habitual la relación de estos para un ensamblaje sin problemas. Lo que es la quinta, se tiene el cepillado contra el lijado por motivo de control, pues ambos procesos consisten en desgastar un poco la madera con el fin de darle el punto de suavidad y para dar el grosor deseado. Para la sexta relación se tiene el cepillado en relación con el pintado, por motivo de uso poco frecuente, es decir, que no afecta la cercanía, ni lejanía entre estos. Para la séptima proximidad se encuentra el canteo contra el lijado, por un uso poco frecuente entre estos. Dentro de la octava relación está la rectificación con respecto al lijado, esto de igual forma por un uso poco frecuente entre ambos. Novena y última relación de este tipo, se tiene la rectificación contra el ensamble, esto por proceso productivo, ya que la rectificación forma parte del corte y de hecho dependen el ensamblaje.

La proximidad que más relaciones permite es la de “sin importancia” con un total de veintidós relaciones, tomando en cuenta que todas son por motivo de uso no frecuente, es decir, que no depende una actividad contra la otra, ni es relevante su cercanía o que tampoco afecta que estas se hagan en lugares lejanos. Las actividades son, en la línea de secado, contra cepillado, canteo, rectificación, lijado, ensamble, pintado y el almacén de producto terminado. Para el almacén de materia prima, se localizan las relaciones de este contra, canteo, rectificación, ensamble, almacén de producto terminado. Consecutivamente se tiene el corte, donde se observa solamente dos, las cuales contra pintado y almacén de producto terminado. Dentro de lo que es el cepillado, de igual manera se cuenta con dos, una contra el ensamble y la otra el almacén de producto terminado.

Para el canteo, se tiene contra ensamble, pintado, almacén de producto terminado. Por la parte de rectificación, encontramos contra pintado y almacén de producto terminado. Por su parte el lijado tiene solamente una, la cual es contra el almacén de producto terminado. Finalmente, el ensamble contra el almacén de producto terminado.

El último criterio son las relaciones “no deseables” donde se determina solamente una, siendo la relación que no debe existir entre el lijado contra la pintura por motivo de polvo, ya que implica en reprocesos porque el polvo se adquiere fácilmente sobre la base que se está pintando o bien si estas se encuentran juntas no se pueden trabajar ambas al mismo tiempo, es decir, si se requiere de lijar se tiene que parar el proceso de pintado por lo que además genera esperas y atrasos en la producción. Se aclara que la parte del lijado que se debe separar de la pintura es para aquel lijado que se realiza con la máquina pulidora, sin embargo, lo que se pretende manifestar es que, actualmente, estos procesos se hacen en el mismo espacio abierto, sin divisiones de ningún tipo que impida que el polvo que se genera al usar la pulidora se cruce al otro proceso, por lo tanto lo que se recomienda es la separación de estos y de igual forma crear una estructura de pared o de un cuarto especialmente destinado para el pintado y otro para el lijado, ya que tampoco conviene una lejanía extrema entre estos por dependencia de uno con el otro.

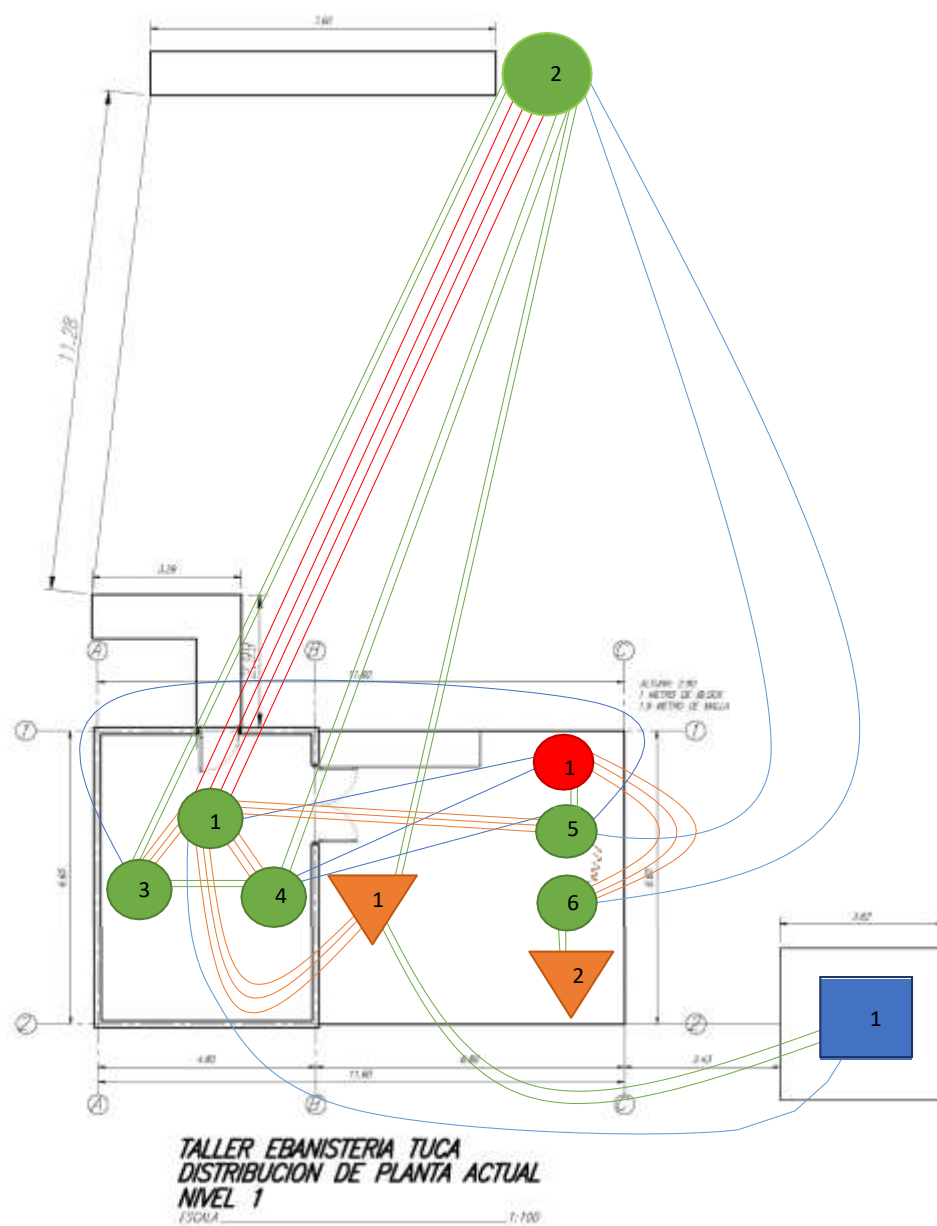
Para finalizar, se determinaron los puntos de mayor enfoque y en los que más se debe de trabajar con el propósito de mejorar en gran consideración el trabajo diario del taller, siendo la relación requerida de absolutamente necesario entre el corte y la cepilladora, estando hoy en día completamente separadas y como segundo punto la relación entre la pintura y el lijado, las cuales se encuentran juntas, proceso que se debe separar uno del otro.

Diagrama relacional de actividades.

Como complemento del diagrama desarrollado anteriormente y como parte importante de lo que viene a ser el SLP, se lleva a cabo el diagrama relacional de espacios y traslados, conocido también como el diagrama de espaguetis, que es realizado con el propósito de visualizar los cruces y traslados que hay actualmente con respecto al nivel de proximidad que se debe tener y así determinar una estimación concreta y razonable en la ubicación de las áreas productivas que debe tener el taller de ebanistería.

La Figura 23 presenta el diagrama relacional de actividades desarrollado a escala sobre la base de la distribución actual de la planta:

Figura 23 Diagrama relacional de actividades Taller de Ebanistería Tuca.



Nota: Adriana Araya Valverde.

De acuerdo con el diagrama observado, las áreas según la numeración de cada figura son las siguientes: en las operaciones rellenas en color verde, la número 1 identifica a las máquinas de corte, en conjunto con la operación 2, que hace referencia a la cepilladora, la 3 representa la canteadora y la 4 el trompo. Con la operación 5 se muestra el área donde se encargan de lijar las piezas, área que se comparte con la número 6 que representa la parte del proceso donde pintan y la operación número 1 de color rojo que hace referencia a una operación de submontaje y montaje, es decir el preensamble y ensamble de los muebles. Por su parte, los almacenamientos son los de color naranja, siendo el número 1 el almacenamiento de la materia prima, es decir la madera que se encuentra seca y lista para utilizar, el número 2 se coloca para mostrar el lugar donde finalmente queda el producto a la hora que es finalizado; sin embargo, como ya se explicó, esta es un área que realmente no se encuentra establecida ni marcada, sin embargo, en caso de requerir almacenamiento es esa zona donde es posible que se localice el producto, ya que es ahí donde termina el proceso mientras se lleva a entregar o bien que el cliente pase a retirarlo. Por último, el control número 1, recuadro de color azul, representa al control que se le debe dar a la madera antes de ser utilizada, es decir, destinado para el secado.

De acuerdo con estos traslados y sus actividades, se observa claramente cómo las operaciones que se encuentren unidas por cuatro líneas de color rojo son las que deberían de encontrarse lo más cerca posible y, para este caso, es donde más lejanía existe. Esta cercanía debe de existir al notar que con las máquina de corte y la cepilladora es que el operario trabaja para dar la medida lugar exacta, se nota que el operario en ocasiones debe ir hasta tres veces a la cepilladora alternando con las máquinas de corte para lograr con el objetivo de medida requerida.

Caso contrario, el punto de operación número 3 donde se lija, debería de estar separado del área de pintura y en la actualidad estas dos funciones las realizan dentro del mismo espacio, lo que genera atrasos a la hora de trabajar debido a que no se pueden realizar ambos procesos al mismo tiempo en caso de requerirlo, y reprocesos, por el hecho de que se pegue el polvo sobre la base que se está pintando.

Medición de las consecuencias.

A continuación, se muestran las herramientas por medio de las cuales se miden las consecuencias de los problemas que tiene el taller actualmente.

Diagrama analítico

Para elaborar este diagrama se tomaron los datos de tiempos, traslados y tipos de operaciones que se hicieron para la confección de una cama tamaño matrimonial. Se decidió tomar los tiempos para este tipo de proyecto porque es un producto muy estandarizado en el taller, además que es una cama sencilla, con un diseño muy común en el mercado.

A continuación, la Figura 24 muestra el diagrama analítico desarrollado en el Taller:

Figura 24 Diagrama analítico del proceso de confección cama matrimonial.

Diagrama Analítico									
Actividad: Proceso elaboración de cama tamaño matrimonial		Fecha: 08 y 09 de Abril		Método: Actual					
Operario observado: Ronald Araya Valverde			Compuesto por: Adriana Araya Valverde						
Descripción	Símbolo					Distancia en metros	Tiempo en minutos/Elemento	Tiempo en minutos / Ciclo	Observaciones
	○	□	◐	◑	▽				
Seleccionar las tablas	●						00:12:04	00:12:04	Las tablas deben estar secas.
Trasladar para medir						8,13	00:00:17		
Hacer las mediciones		●					00:05:04	0:05:21	Se mide en la misma estación donde se va cortar.
Cortar de acuerdo con las medidas	●						00:41:03		
Llevar a la cepilladora						27,74	00:00:28		La cepilladora se encuentra en un local totalmente aparte del taller.
Cepillar la madera	●						00:29:58	2:05:58	
Ir al área de corte						27,74	00:00:28		Este proceso va variar de acuerdo con el proyecto.
Rectificar el corte							00:54:01		
Trasladar las piezas para lijar						6,39	00:00:07		Aquí se da el último movimiento del proceso.
Lijar la madera con la pulidora con lija 100	●						00:22:04	0:22:11	
Verificar el preensamble							00:02:09	02:05:19	En caso que no ensamble bien se debe volver a rectificar, en este caso no fue necesario.
Ensambalar las piezas	●						02:03:10		
Corregir desperfectos de la madera							00:09:05		
Lijar nuevamente con lijadora de vibración con lija 100	●						00:03:20		
Verificar nuevamente las imperfecciones							00:02:01	01:08:44	Este es un ciclo muy repetitivo hasta llegar a pulir la pieza completamente.
Volver a lijar con lijadora orbital 120	●						00:33:05		
Verificar nuevamente las imperfecciones							00:04:05		
Lijar de nuevo a mano con lija 220	●						00:17:08		
Curar la madera con veneno							00:08:11	01:08:11	El tiempo de espera es esencial, para que el producto se penetre bien en la madera.
Esperar que el veneno seque							01:00:00		
Verificar nuevamente las imperfecciones							00:03:17	00:11:33	En caso de no tener imperfecciones de igual forma se pasa otra mano de lija de formar general .
Lijar de nuevo a mano con lija 320	●						00:08:16		
Preparar el tinte	●						00:03:04		
Pintar la cama	●						00:15:58		
Preparar el barniz	●						00:03:07	00:44:43	Para el tinte no se debe de esperar ya que es un producto de secado instantáneo, caso contrario para el barniz si.
Pasar el barniz	●						00:12:34		
Tiempo de secado							00:10:00		
Lijar a mano con lija 400	●						00:10:43	00:10:43	Etapa completamente manual.
Pasar otra mano de tinte	●						00:11:54		
Pasar otra mano de barniz	●						00:10:03	00:44:34	Estas serías las últimas capas de tinte y barniz, sin embargo este proceso puede variar de acuerdo con el tono deseado por el cliente.
Tiempo de secado							00:10:00		
Pasar la última capa de barniz	●						00:12:37		
Tiempo de secado							00:10:16	00:10:16	Para este proyecto la cama se entrega amada en el lugar del taller, no se requiere desarmar para ir a instalar.
Almacenaje							00:45:16	00:45:16	Este tiempo fue tomado desde que se terminó el producto hasta que el cliente fue a retirarlo
Totales	17	5	3	4	4	1	70	9:54:53	9:54:53

Nota: Adriana Araya Valverde.

En total, este proceso de confección tardó 9 horas, 54 minutos con 53 segundos; estuvo dividido en 2 días laborales, considerando que la jornada laboral es de 9 horas, las cuales van de las 6:30 de la mañana hasta las 4:30 de la tarde con 3 tiempos de comida, 20 minutos para desayuno, 45 minutos para almuerzo y 10 minutos para el café.

Los 45 minutos con 16 segundos de almacenamiento se refieren al tiempo desde que se finalizó la cama hasta cuando el cliente se presentó al taller a retirarla, por lo tanto, es un tiempo considerado como almacenaje, pero que se sale del tiempo del proceso, ya que no agrega valor. En muchas ocasiones los muebles, dependiendo del proyecto, una vez terminados, requieren de otro proceso por aparte que consiste en la instalación donde el cliente, para lo cual se debe desarmar para ir a instalar al lugar, para otros se puede llevar armado e ir a instalar igualmente en el lugar, sin embargo, lo que fue la cama matrimonial no lo requirió.

La distancia total recorrida fue de 70 metros dividida en 4 traslados, el primero fue trasladar las tablas hacia el lugar de medición, donde el operario recorre 8,13 metros, el segundo es el traslado de las tablas hasta la cepilladora, la cual, como se explicó en el Diagrama de Flujo, se encuentra en otro local externo del taller y la distancia recorrida fue de 27,74 metros de ida más otros 27,74 metros de regreso con las piezas ya cepilladas hacia el taller y por último, trasladar las piezas para lijar y realizar las demás actividades del proceso en ese mismo lugar, es decir ya es el último recorrido que fue de 6,39 metros.

Dentro de este diagrama se identificó como punto crítico el ciclo de corte, el cual, en su totalidad, marca 2 horas, 5 minutos con 58 segundos. Los elementos contemplados para este ciclo son “Cortar de acuerdo con las medidas”, “Llevar a la cepilladora”, “Cepillar la madera”, “Ir al área de corte” y “Rectificar el corte”, pues, según lo observado y aclarado por el operario, son todas las operaciones que ajustan el corte a su medida. La etapa de cepillado tiene doble punto crítico al ser parte del corte y también considerando la lejanía que tiene con el taller, al encontrarse en otro local completamente aparte, se recorrió una totalidad de 40,28 metros entre ida y vuelta. La etapa de corte viene siendo también relevante ya que, es clave para el ensamble de forma correcta, de lo contrario se dan los reprocesos e inclusive desperdicios, por lo tanto, el tiempo que se dura ensamblando y gran parte de las fallas que se tienen en este son consecuencia del proceso anterior. Sin embargo, también se considera como punto crítico el ensamble, ya que el taller no

cuenta con un espacio amplio que permita el armado de este tipo de muebles a nivel, se incurre en problemas para ensamblar, en el cual se duró 2 horas, 5 minutos con 19 segundos.

Hoja de Verificación.

Por medio de esta herramienta se recolectaron los datos en el área de trabajo para la toma de 10 observaciones (n) para cada elemento, según como lo define la teoría, de modo que se puedan realizar los cálculos correspondientes y determinar el tamaño de la muestra establecida.

Esta toma se realizó en las actividades fundamentales del taller, las cuales son: diseño, corte, lijado, ensamble, curado y pintura.

Se presenta en la Figura 25 los 10 tiempos tomados en la producción de diversos productos:

Figura 25 Hoja de verificación para toma de tiempos 1.

Hoja de verificación de datos						
Llenada por:	Adriana Araya Valverde					
Operario observado	Ronald Araya Valverde					
Proceso:	Estudio de tiempos					
Herramienta utilizada	Cronómetro					
Unidad de medida	Minutos					
Consecutivo	1					
Cantidad de la muestra	Etapas del proceso					
	Diseño	Corte	Lijado	Ensamble	Curado	Pintura
1	85	120	165	104	75	191
2	105	145	173	129	70	196
3	75	94	143	90	77	165
4	58	75	82	47	64	199
5	65	76	85	53	62	202
6	71	85	147	67	65	179
7	46	74	133	84	74	197
8	53	81	138	77	63	155
9	60	87	129	81	64	153
10	32	37	45	64	80	107
Total en minutos	650	874	1240	796	694	1744
Promedio	65	87	124	80	69	174

Nota: Adriana Araya Valverde.

La Figura 25 fue únicamente utilizada con el propósito de la toma de datos, para posteriormente realizar los gráficos o tablas requeridas para el estudio de tiempos, sin embargo, se colocó en este apartado al formar parte de las herramientas expuestas en el marco teórico por medio de las cuales se iba a realizar el estudio en el taller.

Estudio de tiempos.

Para llevar a cabo el estudio de tiempos, primero se realizó el cálculo de la muestra (N), por medio de fórmula de la Figura 26:

Figura 26 Tamaño de la muestra

$$N = \left(\frac{T_{\alpha/2} \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

Nota: Moori (2006)

Esta fórmula se desarrolló tomando los datos definidos para el estudio, los cuales se presentan en la Tabla 7:

Tabla 7 Datos para el cálculo de la muestra

Nivel de confianza	0,95
Alfa	0,05
Alfa medio	0,025
Grados de libertad (n-1)	9
Valor T alfa medio	2,2622
Precisión	0,10

Nota: Adriana Araya Valverde

El T alfa medio y la precisión es la misma para todos los cálculos, caso contrario las desviaciones y los promedios van a variar de acuerdo con cada proceso. Para determinar el valor T alfa medio se utilizó la tabla T-Student (ver apéndice 1), el cual se ubicó según los grados de libertad y el alfa medio; una vez localizado este valor, se desarrolló la fórmula de la Figura 26 con los 10 datos observados que contiene la Figura 25 y con eso determinar el tamaño de la muestra que da como resultado lo que se observa en la Tabla 8.

Tabla 8 Cálculo de la muestra

Cálculo de la muestra						
Tiempo en minutos del proceso de elaboración de muebles						
Muestra (n)	Diseño	Corte	Lijado	Ensamble	Curado	Pintura
1	85	120	165	104	75	205
2	105	145	173	129	70	196
3	75	94	143	90	77	165
4	58	75	82	47	90	234
5	65	76	85	53	62	202
6	71	85	147	67	65	179
7	46	74	133	84	87	202
8	53	81	138	77	63	155
9	60	87	129	81	88	153
10	32	37	45	64	91	107
Promedio	65	87	124	80	77	180
Desviación	21	29	41	24	12	36
Tamaño de la muestra (N)	51	56	55	48	12	21

Nota: Adriana Araya Valverde.

Según se observó, el tamaño de cada muestra varía de acuerdo con el proceso, resultó para el diseño 51, corte 56, lijado 55, ensamble 48, curado 12 y pintura 21 siendo para unos más y para otros menos. El tamaño de la muestra para el curado y para la pintura son las que más varían con respecto a los demás; por su parte, el curado es un proceso muy similar para cada proyecto, no tiene mayor grado de complejidad, solamente se trata de rociar sobre las bases de madera el líquido con un atomizador sin tener que detallar tanto como lo es por ejemplo para el lijado, pintado o cualquiera de los otros procesos de confección; por otro lado, el pintado se trata de algo no precisamente igual, pero sí tiene cierta similitud, ya que se hace con pistola por medio de un compresor.

Para la obtención de estos datos, de igual forma, se utilizó una hoja de verificación de datos que se llenó por medio de diversas visitas al taller para realizar la toma de los tiempos con un cronómetro según la cantidad de muestras requeridas para cada uno de los procesos, ya que, como se observó anteriormente, estas varían.

Seguidamente, se muestra la hoja de verificación de datos con las cantidades de muestras necesarias para cada uno de los procesos productivos fundamentales, los cuales se observan a continuación en la Figura 27.

Figura 27 Hoja de verificación para toma de tiempos 2.

Hoja de verificación de datos						
Llenada por:	Adriana Araya Valverde					
Operario observado	Ronald Araya Valverde					
Proceso:	Estudio de tiempos					
Herramienta utilizada	Cronómetro					
Unidad de medida	Minutos					
Consecutivo	2					
Cantidad de la muestra	Etapa del proceso					
	Diseño	Corte	Lijado	Ensamble	Curado	Pintura
1	78	115	189	130	89	198
2	110	147	157	149	67	169
3	67	87	98	80	58	110
4	74	94	105	94	85	115
5	98	120	135	123	66	135
6	33	49	66	39	87	201
7	56	88	99	85	55	107
8	95	110	115	113	89	145
9	45	46	56	48	68	245
10	68	74	89	74	81	167
11	85	97	111	98	77	150
12	68	83	97	87	68	262
13	97	109	134	122	x	190
14	46	54	78	65	x	167
15	79	80	98	85	x	189
16	40	58	86	56	x	209
17	39	47	69	33	x	139
18	57	78	89	45	x	250
19	74	88	116	110	x	167
20	84	86	90	84	x	233
21	58	60	78	67	x	189
22	46	44	67	55	x	x
23	36	38	49	28	x	x
24	109	89	110	101	x	x
25	35	56	77	68	x	x
26	86	89	110	104	x	x
27	46	35	46	36	x	x
28	96	105	110	100	x	x
29	74	89	109	101	x	x
30	92	100	145	123	x	x
31	66	89	129	111	x	x
32	82	131	155	134	x	x
33	91	89	97	78	x	x
34	116	98	119	109	x	x
35	89	78	122	105	x	x
36	107	116	147	134	x	x
37	87	91	110	106	x	x
38	118	102	135	124	x	x
39	111	101	145	110	x	x
40	96	86	109	96	x	x
41	83	76	92	88	x	x
42	34	30	45	35	x	x
43	35	57	69	67	x	x
44	120	99	145	115	x	x
45	99	107	144	136	x	x
46	82	86	101	98	x	x
47	106	101	135	146	x	x
48	71	89	108	99	x	x
49	39	47	66	x	x	x
50	82	90	99	x	x	x
51	74	69	89	x	x	x
52	x	58	71	x	x	x
53	x	89	103	x	x	x
54	x	48	69	x	x	x
55	x	90	124	x	x	x
56	x	45	x	x	x	x
Total en minutos	3859	4577	5706	4394	890	3737
Promedio	76	82	104	92	74	178

Nota: Adriana Araya Valverde.

Para proceder con el estudio de tiempos, se asignan las tolerancias de cada etapa fundamental del proceso del taller, considerando que los operarios son hombres, estos datos fueron tomados según lo establecido teóricamente para la definición de estas (ver apéndice 2), se muestran en la siguiente Tabla 9.

Tabla 9 Cálculo de tolerancias.

Cálculo de Tolerancias						
Tipo de tolerancia	Diseño	Corte	Lijado	Ensamble	Curado	Pintura
Necesidades personales	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Fatiga básica	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Esfuerzo estático	0%	2%	4%	4%	2%	2%
Vibraciones Luminosas	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Ruido	0%	2%	2%	2%	0%	2%
Total	10%	14%	16%	16%	12%	14%

Nota: Adriana Araya Valverde.

Según los datos anteriores, se establecieron cinco tolerancias, donde la calificación de 5% es la misma para las necesidades personales, independientemente del proceso; se define como 4% la fatiga básica, ya que, son suplementos fijos. En el caso del esfuerzo estático, en la etapa de diseño se califica con 0% porque se realiza sentado; para el corte, el curado y la pintura se les otorga un 2% al realizarse de pie en forma vertical, caso contrario el lijado y el ensamble se da con una inclinación de 45 grados.

Para las vibraciones luminosas se les califica con un 1% al contar con la necesidad de alumbrado especial en todas las etapas del proceso.

Se analiza el ruido en cada etapa, presentando ausencia de este suplemento en el diseño y el curado, mientras que en el corte, lijado, ensamble y pintura se tiene una vibración acústica intermitente y fuerte por lo que se le asignó un 2%.

Una vez calculados los datos anteriores, se realizó el cálculo del tiempo productivo que tiene el taller para cada proceso necesario para la elaboración de muebles tomando los datos recolectados en la Figura 27.

La Tabla 10 contiene el estudio de los tiempos del proceso.

Tabla 10 Estudio de tiempos.

Tiempo en minutos del proceso de elaboración de muebles						
Muestra	Diseño	Corte	Lijado	Ensamble	Curado	Pintura
1	78	115	189	130	89	198
2	110	147	157	149	67	169
3	67	87	98	80	58	110
4	74	94	105	94	85	115
5	98	120	135	123	66	135
6	33	49	66	39	87	201
7	56	88	99	85	55	107
8	95	110	115	113	89	145
9	45	46	56	48	68	245
10	68	74	89	74	81	167
11	85	97	111	98	77	150
12	68	83	97	87	68	262
13	97	109	134	122		190
14	46	54	78	65		167
15	79	80	98	85		189
16	40	58	86	56		209
17	39	47	69	33		139
18	57	78	89	45		250
19	74	88	116	110		167
20	84	86	90	84		233
21	58	60	78	67		189
22	46	44	67	55		
23	36	38	49	28		
24	109	89	110	101		
25	35	56	77	68		
26	86	89	110	104		
27	46	35	46	36		
28	96	105	110	100		
29	74	89	109	101		
30	92	100	145	123		
31	66	89	129	111		
32	82	131	155	134		
33	91	89	97	78		
34	116	98	119	109		
35	89	78	122	105		
36	107	116	147	134		
37	87	91	110	106		
38	118	102	135	124		
39	111	101	145	110		
40	96	86	109	96		
41	83	76	92	88		
42	34	30	45	35		
43	35	57	69	67		
44	120	99	145	115		
45	99	107	144	136		
46	82	86	101	98		
47	106	101	135	146		
48	71	89	108	99		
49	39	47	66			
50	82	90	99			
51	74	69	89			
52		58	71			
53		89	103			
54		48	69			
55		90	124			
56		45				
Total	3 859	4 577	5 706	4 394	890	3 737
T_x	75,67	81,73	103,75	91,54	74,17	177,95
Valoraciones	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
T_{normal}	56,75	61,30	77,81	68,66	55,63	133,46
Tolerancias	0,10	0,14	0,16	0,16	0,12	0,14
T_{estandar}	62,43	69,88	90,26	79,64	62,30	152,15
T_{est} Total	516,66					
Razón prodc	0,00					
Desv. Estand	40,30					

Nota: Adriana Araya Valverde.

El contenido de la tabla anterior se calculó de la siguiente manera: se sacó el promedio de los datos obtenidos para el tiempo observado de cada proceso fundamental, siendo estos el diseño, corte, lijado, ensamble, curado y pintura, los cuales están dados por T_x . Seguidamente, a la valoración se le asignó un 75% al tratarse de un trabajo constante que es llevado a cabo por un operario calificado en el proceso, con más de 5 años de experiencia en el ámbito de la ebanistería. Una vez que se obtuvieron estos datos, se toman ambos dígitos obteniendo de su multiplicación el tiempo normal como lo explica la siguiente fórmula:

Figura 28 Fórmula tiempo normal

$$\text{TIEMPO OBSERVADO} \times \frac{\text{VALOR ATRIBUIDO}}{\text{VALOR TIPO}} = \text{TIEMPO BÁSICO}$$

Nota: Google imágenes.

El tiempo normal calculado tiene como significado aquel tiempo que es requerido por el operario cuando trabaja en una velocidad estándar, sin ser interrumpido por demoras.

Para estos cálculos es necesario la asignación de las tolerancias explicadas en la Tabla 9 para proceder con el tiempo estándar, el cual está dado por la siguiente fórmula:

Figura 29 Fórmula tiempo estándar

$$T_E = T_N + (\% \text{ TOL} \times T_N)$$

Nota: Google imágenes.

El tiempo estándar que da como resultado 516,66 minutos refleja el tiempo que realmente requiere un operario calificado y preparado en el proceso, en donde los tiempos mayores del proceso son para la actividad de lijado y pintura; en el caso de la actividad de lijado, esta se define como actividad muy repetitiva durante todo el proceso, ya que se compone de varias manos de lija y que en muchas ocasiones se debe realizar completamente manual; para el caso de pintura, lo que hace que sea un valor tan alto es porque de igual manera es un proceso un poco repetitivo el cual está compuesto por esperas del secado del barniz.

Por otra parte, se tiene como dato importante la razón de producción, la cual da a entender que se fabrican 0,00194 unidades por minuto, por lo tanto se puede decir que si el taller redujera tiempos

muertos durante el proceso podría producir 1 unidad por día, resultado que da de la multiplicación de los 540 minutos aproximados laborales al día por la razón de producción, sin embargo muchos de estos tipos de producciones quedan realizadas en 2 días por demoras y atrasos durante el proceso, teniendo una dispersión de 40,303 minutos de acuerdo con el tiempo estándar calculado.

Tiempo de desplazamientos.

Posteriormente, se procedió a tomar 10 muestras sobre los desplazamientos estratégicos y fundamentales que hace el operario durante los procesos de confección de muebles, con el fin de determinar aquellos que están demandado más tiempo para la producción y por medio de las propuestas lograr la reducción de los mismos.

La Tabla 11 contiene las muestras tomadas en los diferentes procesos de confección ya mencionados.

Tabla 11 Desplazamientos durante los procesos.

Tiempo en desplazamientos en minutos dentro de las estaciones actuales.							
Muestra	Secado de la madera - Almacén de materia prima	Almacén de materia prima - Corte	Corte - Cepillado	Cepillado - Canteo	Canteo - Rectificación	Rectificación - Área de lijado, ensamble y pintura	Área de lijado, ensamble y pintura - Almacén de producto terminado
1	00:00:29	00:00:09	00:00:32	00:00:33	00:00:06	00:00:12	00:00:04
2	00:00:26	00:00:10	00:00:33	00:00:34	00:00:07	00:00:11	00:00:04
3	00:00:27	00:00:08	00:00:33	00:00:35	00:00:05	00:00:12	00:00:05
4	00:00:27	00:00:09	00:00:31	00:00:33	00:00:06	00:00:13	00:00:03
5	00:00:28	00:00:09	00:00:32	00:00:34	00:00:07	00:00:11	00:00:03
6	00:00:29	00:00:09	00:00:34	00:00:33	00:00:06	00:00:10	00:00:02
7	00:00:27	00:00:10	00:00:32	00:00:32	00:00:05	00:00:11	00:00:03
8	00:00:25	00:00:10	00:00:33	00:00:33	00:00:05	00:00:10	00:00:04
9	00:00:27	00:00:09	00:00:34	00:00:32	00:00:06	00:00:12	00:00:03
10	00:00:29	00:00:09	00:00:32	00:00:33	00:00:06	00:00:10	00:00:03
Promedio	00:00:27	00:00:09	00:00:33	00:00:33	00:00:06	00:00:11	00:00:03

Nota: Adriana Araya Valverde.

Según se evidencia, los desplazamientos que más tiempo conllevan son los que se realizan de las máquinas de corte hasta la cepilladora y viceversa, con el cepillado al canteo o bien de igual forma a las demás máquinas de corte, ambas con un promedio de 33 segundos; se menciona

nuevamente el problema de la distancia entre estas máquinas al encontrarse relativamente lejos la cepilladora del taller como tal.

Cálculo del desperdicio.

Según las visitas realizadas y de acuerdo con lo observado, se concluye que el taller está presentando desperdicios en dos aspectos, uno es en la venta de burucha, la cual presenta irregularidades y el otro son los sobros de madera que son considerados inservibles para las construcciones del taller y que actualmente no tienen ningún tratamiento.

Primeramente, se estudia el comportamiento de la burucha, refiriéndose a aquel material que se produce como residuo al cepillar o cortar piezas de madera y que es utilizada como cama para roedores y animales domésticos, ayudando a mantener el hábitat limpio, fresco, sin malos olores y más presentable. El taller se encuentra en una zona rural donde este material es muy buscado más que todo para los negocios de animales domésticos.

El taller actualmente vende este material, sin embargo, las máquinas que lo producen son la cepilladora y algunas máquinas de corte, generando en mucho más cantidad la cepilladora con respecto a las demás, pero, como ya se comentó, la cepilladora se encuentra en un local aparte del taller, por lo tanto, la venta de este producto no es tan controlada por parte del taller como se debería, pues no se está al pendiente de estas ventas por la lejanía de la máquina.

A continuación, se muestra la Tabla 12 con los datos producidos y vendidos en el mes de abril de 2021.

Tabla 12 Cálculo del desperdicio de burucha

Mes de abril	Cantidad producida en sacos	Cantidad cobrada	Cantidad no cobrada	Total producido	Total cobrado	Total sin cobrar
Semana 1	16	10	6	₡16 000,00	₡10 000,00	₡ 6 000,00
Semana 2	8	6	2	₡ 8 000,00	₡ 6 000,00	₡ 2 000,00
Semana 3	10	5	5	₡10 000,00	₡ 5 000,00	₡ 5 000,00
Semana 4	13	10	3	₡13 000,00	₡10 000,00	₡ 3 000,00
Producción mensual	47	31	16	₡47 000,00	₡31 000,00	₡ 16 000,00

Nota: Adriana Araya Valverde.

La tabla anterior contiene la producción en semanas a partir del lunes 5 de abril hasta el viernes 30 de abril, donde cada semana está compuesta de cinco días de observación, de lunes a viernes.

En la primera semana el taller produjo 16 sacos de burucha, en la segunda 8, tercera 10 y cuarta 13. Esta producción varía de acuerdo con las etapas de los proyectos, por ejemplo, en la semana 2 fue cuando menos producción se obtuvo porque el taller estuvo más dedicado a las etapas de armado, lijado y pintura, para un total mensual de 47 sacos. Sin embargo, de toda esta producción mensual, según lo especificado por el taller, solamente cobró 31 sacos, dejando por fuera 16 sacos. El costo por saco para la venta al cliente es de ¢1000,00 por lo tanto según lo mostrado anteriormente, el taller logró producir un total de ¢47 000,00 no obstante, solamente le ingresaron ¢31 000,00 dejando de percibir ¢16 000,00 por poco control que este servicio tiene.

Por otro lado, se contempla un desperdicio para el cual el taller actualmente no le da ningún tratamiento, haciendo referencia a los trozos o retazos de madera que van quedando de las confecciones y que ya no son utilizados en ningún otro proyecto por su tamaño o forma.

Para esto se calculó el desperdicio que genera el taller en cuestión de cinco días laborados, datos que se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13 Desperdicios de madera por sacos

Semana del 19 al 23 de Abril	Sacos llenados
Día 1	2
Día 2	1
Día 3	0
Día 4	3
Día 5	1
Producción semanal	7
Producción mensual	28

Nota: Adriana Araya Valverde.

Estos datos fueron recolectados en la semana del 26 al 30 de abril de 2021. En el primero día se llenaron 2 sacos; en el segundo 1; el tercer día no se llenó ninguno, ya que las funciones no

estuvieron tan concentradas en cortes sino en instalaciones; para el cuarto día se llenaron 3 sacos; y para el quinto y último día, 1 saco, para un total de 7 sacos a la semana, lo que vendría siendo 28 sacos al mes aproximadamente, según la secuencia de producción que mantiene el taller, la cual es constante.

Al considerar que este tipo de material puede ser aprovechado para leña, sea en restaurantes, en casas de habitación o bien personas que solamente deseen hacer una fogata, se procedió a asignarle un precio para la venta de estos sacos, con el fin de sacar provecho a este desperdicio y generar una utilidad más al taller.

Según las pruebas realizadas, se define que cada saco pesaría en promedio 15 kilos y el precio para la venta de este se define de acuerdo con los costos de los insumos que requiere el taller para poder ofrecer la venta de este producto, donde se contempla el empaque, así como el tiempo invertido por parte del operario en el llenado de cada saco y dar el producto listo para que el cliente solamente retire sin necesidad de que se ponga a llenar cada saco.

En la Tabla 14 se muestra un desglose de todo aquello que es requerido para tener a la venta este material.

Tabla 14 Desglose de costos de empaque

Deglose del producto		
1	Valor de 15 kilos de material por saco	₡ 208,00
2	Costo del saco	₡ 150,00
3	Costo de mano de obra por saco	₡ 72,00
Subtotal		₡ 430,00
4	Ganancia por saco	₡ 70,00
Total para la venta por saco		₡ 500,00
5	Producción mensual de sacos	28 uds
Total mensual		₡ 14 000,00

Nota: Adriana Araya Valverde.

En este cálculo se definen los rubros que se deben de contemplar para dar con el precio final de este producto. Primero, se sacó el peso de cada saco lleno de retazos de madera (desperdicios), el cual es de 15 kilos, a este peso de material se le asignó un valor de ₡208,00 a lo que es solamente retazos, este precio se sacó como referencia de las ventas de leña que hace el aserradero

actualmente, donde el mismo vende un cajón de un carro lleno de leña en ¢10 000,00 y se necesitaron de 48 sacos para llenar este cajón, por lo que se dividió el precio de esta carga entre los 48 sacos resultando los ¢208,00, contemplando que el cliente es quien llega al aserradero y llena el cajón, en el cual no se requieren sacos. Segundo, se cita la necesidad de comprar sacos para empacar estos trozos de madera, donde cada saco le cuesta al taller ¢150,00. Tercero, se saca el costo de la mano de obra requerida para llenar el saco, partiendo del hecho que el salario diario del operario es ¢13 000,00 para un total de 9 horas laborales al día, es decir ¢24,00 es el costo del minuto pagado al operario. Una vez definido esto se realizó el llenado del saco para saber cuánto se dura y poder calcular el costo total de mano de obra requerida para este proceso, donde el tiempo de llenado del saco fue de 3 minutos, por lo que serían ¢72,00 el costo de la mano de obra. Como cuarto punto, se deben de sumar ¢70,00 asignados como ganancia para el taller por saco, por lo que la venta al cliente en total de este producto sería de ¢500,00 los cuales de acuerdo con la producción mensual que es 28 sacos se materializaría en un ingreso de ¢14.000,00 al mes que hoy en día el taller no está percibiendo.

En resumen, contemplando los ¢16.000,00 de burucha que se están dejando sin cobrar al mes, más los ¢14 000,00 de retazos que puede producir al mes, el taller obtendría un ingreso extra de ¢30 000,00 mensuales, los cuales son significativos para una pequeña empresa que debe sacar el máximo aprovechamiento de sus recursos.

Análisis de las causas.

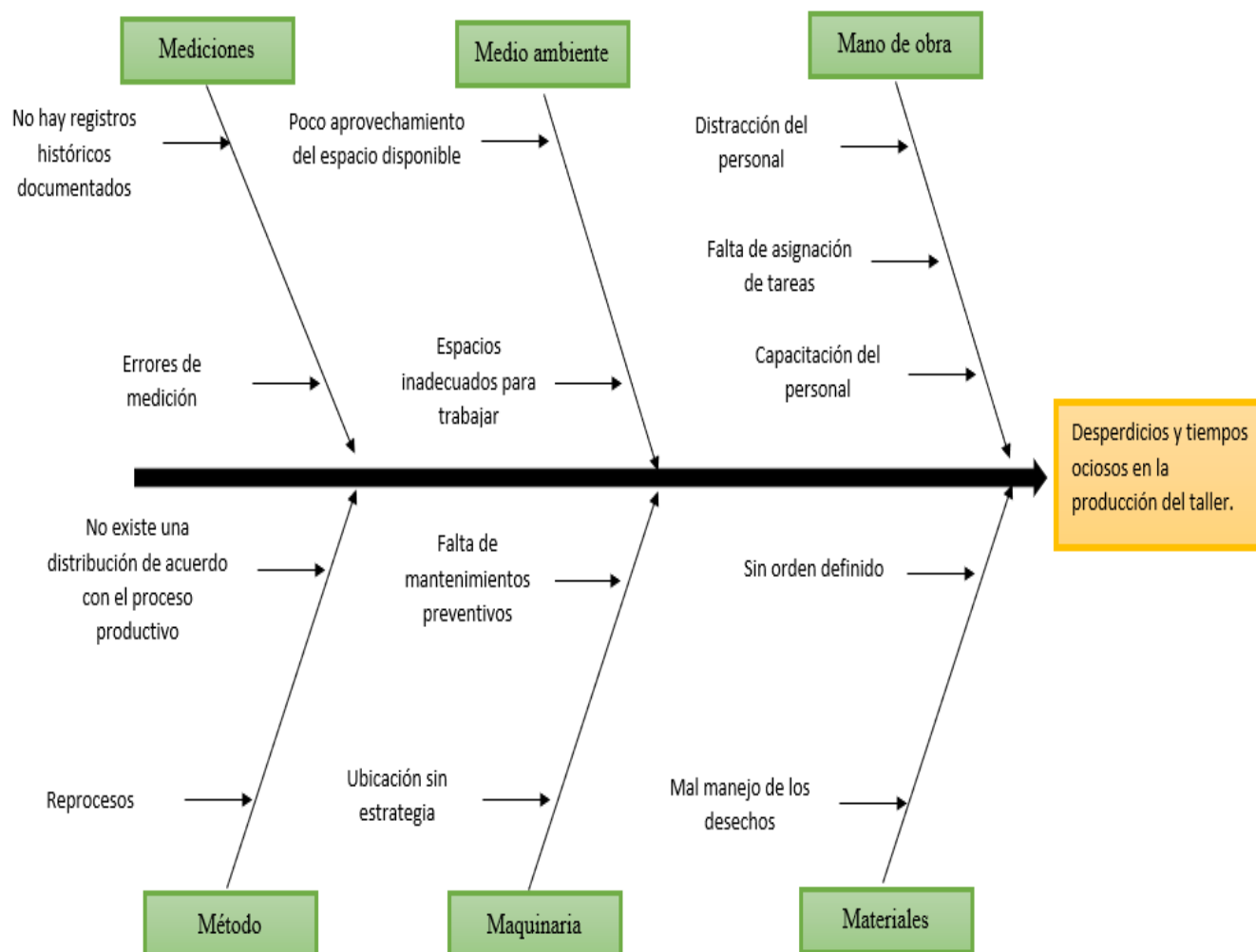
Seguidamente, se muestran las herramientas por medio de las cuales se miden las consecuencias de los problemas que tiene el taller actualmente, de esta manera poder conocer los principales puntos de la problemática en general.

Diagrama de Ishikawa de las causas del problema.

Con el fin de analizar las causas que están generando los desperdicios y tiempos ociosos en taller, siendo este uno de los objetivos del proyecto, se desarrolla el diagrama de Ishikawa, por lo tanto, se toma como cabeza del problema para el diagrama el título de “Desperdicios y tiempos ociosos en la producción del taller”.

La Figura 30 muestra el diagrama de Ishikawa con las causas fundamentales del problema correspondientes a cada “M”:

Figura 30 Diagrama de Ishikawa de las causas del problema.



Nota: Adriana Araya Valverde

En la correspondientes a cada “M”:

Figura 30 se presentaron las causas identificadas en cada M del diagrama, por medio de las cuales se genera el problema central en estudio.

El primer punto para considerar es la Mano de obra, en donde se citan tres causas. La primera sería la distracción del personal, ya que, según lo observado, es un problema que se da muy frecuente por el uso de los dispositivos móviles; segundo, existen tiempos en los que el personal pasa desocupado por lo que al no contar con un plan de tareas se da el tiempo ocioso; y como tercer punto, se tiene una falta de capacitación del personal pues este no tiene un conocimiento total

de los productos a aplicar, así como del funcionamiento correcto de algunas máquinas. Por su parte, la distracción del personal y la falta de asignación de tareas, son factores que se podrían controlar con la propuesta del tratamiento para los desperdicios, pues en estos ratos que hoy son ociosos se puede ir trabajando en el llenado de los sacos, sea de burucha o de trozos de madera.

Seguidamente se tiene la parte de Medio ambiente. Se detecta un poco aprovechamiento del espacio disponible, pues el taller cuenta con espacio suficiente para ampliar sus instalaciones, con la ventaja de que el terreno es propio; también se dan los espacios inadecuados para trabajar en diversas etapas. Por ejemplo, la falta de un espacio más grande que esté a nivel para una mejor precisión y evitar fallas que vayan a generar reprocesos; adicional, no existe un área de trabajo para pintar, por lo tanto, si se tiene que pintar y lijar al mismo tiempo no se puede, pues el polvo del lijado se pega sobre la base que se está pintando; y, para finalizar, se cuenta con escasa iluminación a la hora de trabajar.

Como tercer M, se tienen las Mediciones, en donde no existe un registro histórico con mediciones que permita llevar un control de los muebles creados y así agilizar el proceso en caso de requerir la elaboración de otro mueble o estilo similar al ya creado; parte de esta causa vendría a ser solventada con la creación de una oficina que permita este trámite; y por último se dan errores de medición que generan más tiempo de producción e inclusive desperdicios.

Con lo que sería el Método, se observa que no existe una distribución del taller que vaya de la mano con la línea que lleva la madera a la hora de elaborar un mueble y también se da mucho los reprocesos por diversas fallas, unas de ellas como las descritas en partes anteriores, otras meramente por descuido del personal inclusive a la hora en que se va a instalar un mueble.

En la Maquinaria se detectan dos causas fundamentales, la primera es que no se le da mantenimiento preventivo a las máquinas, lo que genera un mayor costo o tiempo de reparación cuando hay que hacer mantenimientos correctivos; la otra causa sería una ubicación sin estrategia de las máquinas o estaciones de trabajo, es decir, mala distribución en la planta.

Para finalizar, en la M de Materiales, se contempla que no hay un orden establecido de manera que cada cosa tenga su lugar, lo que ocasiona pérdida de tiempo buscando materiales o bien, pérdida de los mismos, haciendo al taller incurrir en un gasto adicional. Por último, existe un mal manejo de los desechos o material que es desperdicio para el taller, pero que puede ser una fuente

de ingreso si se le da un tratamiento, añadido a eso, la ocupación de espacios por estos desechos que podrían ser mejor aprovechados.

Factores de distribución de planta.

Los factores de la distribución de planta son utilizados con el fin de analizar las condiciones en las que se encuentra el taller con respecto a estas áreas, dictando así la distribución de materia prima, maquinaria y desplazamientos.

En la Tabla 15 se muestra cada factor y los puntos críticos de cada uno.

Tabla 15 Factores de distribución de planta Taller de Ebanistería Tuca.

Factor	Características
Factor maquinaria	No cuenta con maquinaria de apoyo para cubrir fallas de la que se encuentren en funcionamiento bien falta de más maquinaria para trabajar con más fluidez. No se le dan mantenimientos preventivos.
Factor hombre	Los operarios trabajan de pie durante mucho rato. No cuenta con equipo de seguridad. No cuentan con equipo de primeros auxilios.
Factor cambio	Falta de recurso monetario para posibles ampliaciones futuras. Problemas de adaptación en actividades auxiliares o en la variedad de materiales.
Factor edificio	Poca iluminación artificial para trabajar. No existe un plan de evacuación. No cuenta con espacio de comedor ni servicio sanitario. No espacios adecuados para trabajar. Espacio estrecho para trabajar.
Factor movimiento	Vehículo de transporte limitado. Movimientos innecesarios para buscar materiales o durante el proceso productivo.
Factor espera	No cuenta con un espacio definido para el almacenamiento de materia prima y producto terminado. Existen demoras dentro del proceso.
Factor servicio	Obstrucciones en las áreas de acceso y desplazamientos. Falta de un área de control de calidad definido. Falta de tratamiento de desechos u aprovechamiento de los mismos.
Factor material	No se cuenta con materiales para embalaje. Falta de materia prima en stock.

Nota: Adriana Araya Valverde.

De los factores vistos anteriormente, los principales para tomar en cuenta, según lo observado sobre las principales fallas o atrasos que se da en el taller, son el factor cambio, el factor edificio y factor movimiento.

Dentro del factor cambio, se trata de la falta de un recurso monetario que impide ese paso al crecimiento y ampliación de sus instalaciones, así como acondicionamiento de estas; asimismo, para la compra de maquinaria que agilice procesos o con la que se pueda crear una línea de producción que venga a ser más en masa para productos que son más al detalle y no tanto proyectos, como se trabaja hoy en día en el taller, donde la mayoría de sus creaciones son de gran tamaño y su elaboración requiere de más días. Sin embargo, el recurso monetario viene a ser la necesidad más significativa que está teniendo actualmente el taller, ya que, para poder acudir a una ampliación de este tipo, debería de optar por financiamiento que le permita llevar a cabo el proyecto de manera que pueda cumplir con todas sus obligaciones y poder acaparar nuevas oportunidades de crecimiento para el negocio. Adicional, a los operarios se les hace un poco difícil la adaptación a los cambios referentes a la forma de realizar los procesos para búsqueda de mejoras que beneficien al taller, pues se generan reprocesos cuando se trata de implementaciones de este tipo por la falta de atención o puesta en práctica de los cambios que se han solicitado para el trabajo.

El factor edificio, de igual manera, es considerado como importante, pues es una de las limitaciones que se tiene para trabajar con mayor comodidad a nivel de iluminación, espacios y área acondicionadas, de acuerdo con las necesidades de servicios en general que debe tener como mínimo una empresa. Por ejemplo, el simple hecho de contar con un comedor propio adecuado para que sea un ambiente limpio, con buenas condiciones de higiene y armonía que se requiere y un servicio sanitario para los colaboradores y posibles visitas de clientes al taller, pues actualmente es nula la presencia de estos espacios, por lo tanto, los operarios deben de acudir a la casa de habitación para lo que es el comedor y el servicio sanitario.

Como último punto importante, se tiene el factor movimiento, tomando en cuenta desde los movimientos innecesarios que se hacen en la planta en el día a día para elaborar los muebles, sea durante la producción, así como por la búsqueda de materias prima. Además, se encuentra el tema de traslados para visitar clientes a la hora de instalar muebles, ya que, se cuenta con un vehículo, el cual es compartido con el aserradero, por lo tanto, si el mismo está siendo ocupado se

tiene que postponer la instalación para otro día, atrasando la entrega al cliente, posiblemente el ingreso del pago y por ende, genera atrasos productivos, así como la incomodidad para trabajar, pues el espacio tampoco es amplio para almacenar los productos mientras se realiza la visita para la instalación.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este capítulo consiste en definir, finalmente, los puntos más importantes que fueron encontrados en el abordaje de la situación actual que tiene el Taller de Ebanistería Tuca, definiendo esto como las conclusiones, para las cuales se plantearon cuatro, y diseñar las recomendaciones consecuentes como una resolución para cada uno de los hallazgos que fueron detectados y que son especificados en las conclusiones, por lo tanto, primero se inicia con esta parte y posteriormente la recomendación dada para cada una.

Conclusiones

1. Como primero punto, se concluyó que el Taller de Ebanistería Tuca no tiene una distribución establecida acorde con su tipo de producción entre distribución por posición fija, distribución por producto y distribución por proceso, lo que le impide generar una fluidez en su proceso productivo de manera ágil y estandarizada, ya que las máquinas actualmente se encuentran ubicadas en puntos sin estrategia, sin contemplar factores de beneficio de acuerdo con sus ubicaciones o al contrario que afecten directamente la producción.
2. Recapitulando lo visto en la situación actual, los desperdicios que tiene el taller actualmente, corresponden a desechos que ya no utiliza, sin embargo, este material puede ser aprovechado por otras industrias que trabajan con base en estos productos o los requieren para su funcionamiento diario. Ahora bien, en este momento solamente están ocasionando pérdida de espacio y de dinero; uno porque gran parte queda estancada en el taller y dos porque es un insumo que se está perdiendo por falta de control y organización. Por su parte, también se menciona que el taller utiliza de manera correcta el método productivo, sin embargo, la ubicación de las estaciones y el desorden están generando un mayor tiempo de producción, pues los traslados entre algunas máquina son largos.
3. Asimismo, se destacaron los factores principales que son causantes de desperdicios y tiempos ociosos. Al analizarlos se concluye que todos los puntos de mejora encontrados en cada una de las seis M del diagrama de Ishikawa, el problema principal son los desperdicios que presenta actualmente el taller y el tiempo ocioso que conlleva un mayor

tiempo de producción; son consecuencia de la distribución actual, la cual limita hasta cierto punto el tratamiento de estos factores.

4. Finalmente, se concluye que el taller de Ebanistería Tuca tiene la visión de crecimiento y proyecta la ampliación de manera factible para su negocio, lo que aumentará la evolución, calidad y estandarización de sus procesos, por lo tanto, se toma como beneficioso la idea de poner en marcha la implementación a futuro del proyecto en el que se ha venido trabajando estos meses.

Recomendaciones

1. Se debe implementar una distribución mixta entre distribución por proceso y por producto, pues en las primeras etapas del proceso se encuentra el corte, el cual es desarrollado por medio de varias máquinas que trabajan todas en conjunto para dar con la medida exacta que se requiere; se define ahí la distribución por proceso y una vez que este finaliza se sigue en la secuencia productiva que debe ser trabajada en una distribución por producto, pues el producto se transporta por toda la planta hasta llegar a la estación final de producto terminado, devolviéndose solamente en caso de tener alguna falla que genere reprocesos.
2. Es importante que el taller considere la venta de los desperdicios de madera convirtiéndolos en leña para generar una entrada adicional que puede ser de gran ayuda para cubrir gastos mensuales u otras cuentas por pagar; al igual que se lleve un mayor control en la venta de los sacos de burucha para eliminar la brecha que existe y por medio de la cual se está dejando de percibir dinero. Por su parte, la ampliación del taller y la adecuación del voltaje de la cepilladora a 115 voltios permitiría que esta máquina trabaje con el voltaje instalado en el taller y ayudaría a la mejora de contar con todo un espacio integrado a la hora de producir, logrando establecer el control de los sacos cobrados de burucha y mejor aprovechamiento del tiempo ocioso en el embalaje de la leña.
3. Se establece la necesidad en la mejora de las causas detectadas por medio de la propuesta de redistribución de planta con el fin de mitigarlas, para permitir un mejor control en los procesos que genere mayor utilidad al taller y la captación de nuevas oportunidades de producción.

4. Como último punto, se recomienda que el taller debe centrar sus objetivos en el crecimiento por medio de una inversión en sus instalaciones que le permita lograr procesos sólidos y estandarizados que encaminen el negocio hacia una mejora constante y sostenible dentro de la industria de sus productos sin dejar de lado el detalle y acabo artesanal que se tiene hoy en día en la satisfacción de las necesidades a gusto y medida de sus clientes sin quedar rezagado en el tiempo.

CAPÍTULO VI PROPUESTA

El presente capítulo está compuesto de tres apartados fundamentales: propuesta, plan de implementación y análisis económico, con el propósito de exponer y explicar las propuestas planteadas al taller y determinar cuál de las tres conviene más para la implementación a nivel de mejoras, costos y beneficios que esta trae al negocio, el lapso de tiempo en que se incurría para la implementación junto con el plan y la inversión económica que implicaría para el negocio.

Propuesta.

Inicialmente, se llevan a cabo las tres propuestas realizadas, cada una contiene su respectivo plano para la propuesta de distribución y el diagrama relacional de espacios, adicional a cada propuesta se le asignan las ventajas y desventajas y con estos criterios se determina cuál es la mejor para el taller. Para el caso del diagrama de relaciones, es el mismo para las tres propuestas, ya que, todas cuentan con las mismas estaciones que tenía anteriormente y se incorporan nuevas que son contempladas en las tres propuestas.

Diagrama de relaciones de las propuestas.

Tal como se mencionó, el diagrama de relaciones contiene la información por medio de la cual se desarrollaron las tres propuestas, es por este motivo que se cita antes de presentarlas para exponer por qué fueron creadas de esa manera y observar como todas se rigen bajo los mismos criterios de proximidad.

Las áreas que contiene este diagrama propuesto son, secado de la madera, almacén de materia prima, corte, cepillado, canteo, rectificación, lijado, ensamble, pintado, almacén de producto terminado, torno, comedor, oficina y servicio sanitario.

De igual manera, según se desarrolló el análisis de la situación actual, también en la propuesta se determina la regla del dedo, con el fin de conocer la cantidad de relaciones por tipo de proximidad que son necesarias, así como los criterios tomados en consideración a la hora de justificar la cercanía o lejanía de las diferentes partes.

En la Tabla 16 se muestran los datos de la regla del dedo con los criterios de proximidad y la cantidad por cada uno, siendo estos “absolutamente necesario, especialmente importante, importante, ordinario, sin importancia y no deseable”:

Tabla 16 Regla del dedo propuesta.

PROXIMIDAD		Cantidad
A	Absolutamente Necesario	3
E	Especialmente Importante	9
I	Importante	14
O	Ordinario	18
U	Sin Importancia	45
X	No deseable	2
Total		91

Nota: Adriana Araya Valverde.

Según lo observado y lo mencionado anteriormente, se agregan estaciones nuevas, por lo tanto, generan más relacionales, pasando anteriormente de 45 a 91.

Seguidamente, se muestran en la Tabla 17 los motivos por cuales se establecieron las proximidades, es decir, los criterios con los que se basaron las propuestas.

Tabla 17 Motivos de proximidad de las propuestas.

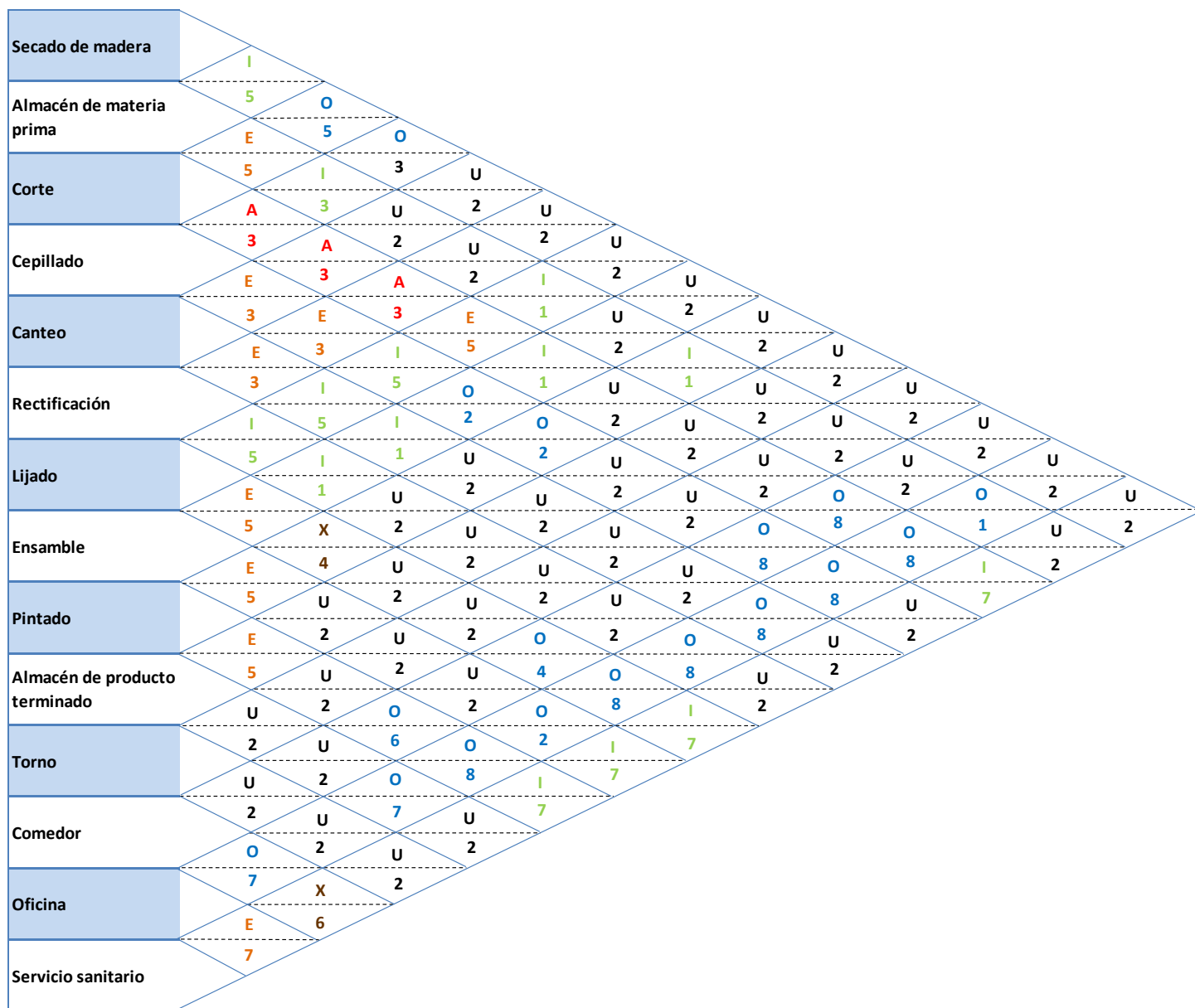
Cód.	MOTIVOS
1	Control
2	Uso no frecuente
3	Proceso productivo
4	Polvo
5	Secuencia productiva
6	Aseo
7	Accesibilidad
8	Ruido

Nota: Adriana Araya Valverde.

De igual forma, para lo que son los motivos se agregaron 3 más: aseo, accesibilidad y ruido, considerándolos como necesarios de acuerdo con las nuevas estaciones y actividades.

Al aplicar la regla del dedo y analizar los criterios anteriores, se desarrolla el diagrama de relaciones, el cual es presentado a continuación en la Figura 31.

Figura 31 Diagrama de relaciones de las propuestas.



Nota: Adriana Araya Valverde.

Para este diagrama se destacan las relaciones que se encuentran por medio de las proximidades de “absolutamente necesario”, “especialmente importante” y “no deseable”, que se explican a continuación.

Dentro del criterio de “absolutamente necesario” hay tres, por motivo de proceso productivo, la relación entre el corte realizado por la sierra mesa y la sierra cinta con respecto con el cepillado, canteo y rectificación, ya que todas estas máquinas son necesarias para el proceso completo de corte, dependiendo una de la otra.

En las relaciones “especialmente importantes” se clasifican nueve, ubicando la primera entre el almacén de materia prima y el corte por motivo de secuencia, pues del primero sale la materia prima para pasar de inmediato al corte; la segunda es el corte, entre el lijado, de igual forma por secuencia productiva del proceso; para el tercero y cuarto está la relación de cepillado contra el canteo y la rectificación por un tema de proceso productivo, ya que son procesos dependiente uno del otro, sumándose con este motivo el canteo contra la rectificación con la quinta “e”. Para la sexta, séptima y octava relación se tiene por una secuencia de proceso el lijado contra el ensamble, seguidamente el ensamble contra el pintado y el pintado contra el almacén de producto terminado. Por último, se encuentra la relación entre dos nuevas áreas, la oficina y los servicios sanitarios, por motivo de accesibilidad, ya que, en vista de una visita de algún cliente, este será atendido en la oficina y por si requiriera el uso de servicios sanitarios, se considera que estos deben de encontrarse cerca.

Por último, tal como se explicó anteriormente, en la situación actual, la relación que definitivamente debe ser separada una de la otra es el lijado y el pintado por problemas de polvo por parte del lijado, afectando directamente la estación de pintura; no obstante, por temas de secuencia productiva tampoco deben encontrarse en un lado opuesto, por lo que se recomienda cerrar estas áreas de manera que impida que el polvo salga de la estación de lijado hacia las demás estaciones del taller, principalmente a la de pintura, sin embargo, tanto el área de pintura como el de lijado tienen malla del lado externo del taller con el fin de ventilar y que el polvo y el olor tengan un punto de salida. Adicional, se incluyó un área para un comedor, por motivo de aseo no es recomendable que se encuentre cerca de los servicios sanitarios.

Un punto importante de este diagrama que también se agregó, es para la máquina llamada torno, la cual actualmente no es muy usada por el taller y no se encuentra dentro de ninguno de los procesos de confección del taller, por este motivo no fue considerada en la situación actual, sin embargo, para las propuestas se toma en cuenta porque forma parte de los activos que tiene el

taller actualmente y con el fin de ubicarle un lugar estratégico a la misma, aunque tenga relación de “sin importancia” para con las demás actividades.



Layout propuestos.





Antes de mostrar los diseños, es importante recalcar que todas las propuestas están desarrolladas por medio de una distribución mixta, que comprende, para las máquinas de corte, una distribución por proceso y para el resto de las estaciones, una distribución por producto, empezando en el lijado, seguidamente el ensamble y producto terminado, esto según lo que se concluyó en el análisis de la situación actual.

Estas propuestas fueron creadas mediante el software *Autocad*, se agregó, a las tres, una ampliación del espacio actual que tiene el taller, en funcionamiento de diferentes formas para cada una, pues era indispensable para la incorporación de las máquinas, de manera que trabajen con un espacio óptimo de acuerdo con el largo y ancho requerido en cada una.

Referente a los espacios de trabajo para lo que son máquinas estacionarias, se detalla a continuación las medidas mínimas requeridas, se considera el tamaño máximo de las tablas de madera que procesa el taller, los cuales son presentados en Tabla 18.

Tabla 18 Características de máquinas estacionarias.

Características de máquinas estacionarias			
Máquina	Actividad	Espacio mínimo requerido	Ilustración
Sierra mesa	Cortes de gran tamaño	2,44 metros a lo ancho y 4 metros a lo largo	
Sierra cinta	Cortes pequeños	2 metros a lo largo	

Cepilladora	Cepillado y aplanado	4 metros a lo largo	
Trompo	Fresar y agujerear	3 metros a lo largo	
Canteadora	Alisar e igualar bordes	4 metros a lo largo	
Torno	Tornear o formar	0,6 metros al frente	

Nota: Adriana Araya Valverde.

Por su parte, en las tres propuestas se trabajó en la división de las estaciones de lijado ensamble, pintura y producto terminado. Se define que la medida mínima del área requerida para cada una de estas es de 3 metros x 3 metros; para la materia prima 2 metros x 8 metros; y para el área de secado 3 metros x 8 metros. Todas las propuestas están elaboradas respetando estos espacios mínimos para trabajar, datos que fueron dados por el operario experto, sea en las máquinas estacionarias como en las estaciones de trabajo.

Un punto importante dentro de la propuesta es la adecuación del voltaje de la máquina cepilladora, pasando de 220 voltios a 115 voltios, para permitir que funcione con el tipo de voltaje que tiene el taller instalado actualmente, sin tener que realizar un cambio de la instalación eléctrica.

Dentro de las estaciones actuales se incorporó una mesa de trabajo más para el área de corte, la cual mide 1,53 metros x 0,83 metros, esto como recomendación por el trabajo observado.

Asimismo, se incluyó un comedor con una medida mínima de 2,50 metros x 2,50 metros para la colocación de un mostrador, con mínimo tres sillas, un lavaplatos, un microondas y una refrigeradora, electrodomésticos que ya tiene el taller en su propiedad. También se adecuó un espacio para una oficina de mínimo 2,25 metros x 2,25 metros donde se ubicaría un escritorio con una computadora y dos sillas para la atención de los clientes. Por último, un servicio sanitario con ducha, el servicio sanitario mediría mínimo 2,25 metros x 1,55 metros, siendo está la medida mínima del recinto que establece la ley 7600 para la oportunidad de igualdad para con las personas con discapacidad, y la ducha para los colaboradores de 1 metro x 2 metros.

Por otra parte, para cada una de las propuestas se implementó la utilización de cortinas corredizas para las estaciones de pintura y lijado, con el propósito de evitar que el polvo del lijado se vaya para la estación de pintura y ocasione fallos en este proceso.

Un ejemplo de cómo sería esta mejora es la mostrada en la Figura 32.

Figura 32 Cuarto de pintura y lijado.



Nota: Google imágenes.

Otro aspecto que es considerado en todas las propuestas, es la instalación de extintores en toda la planta, con el fin de establecer un mecanismo de defensa y seguridad en las instalaciones, estos

equipos son indispensables desde los hogares hasta las empresas, es por ellos que se quiso tomar en cuenta, en cada propuesta se mostrará la ubicación de cada uno según los criterios de normativa. El tipo de extintor utilizado es el de Fuegos Clase Ab, siendo el A para maderas y el B para pinturas.

Con respecto a las ubicaciones de las tres propuestas, se explican factores externos que se encuentran a los alrededores del taller y algunos puntos estratégicos por medio de los cuales se hace la distribución interna de cada zona, o bien estaciones que en todas las propuestas tienen la misma ubicación u orden, es decir, no se puede variar por varios motivos.

El primero es por la ubicación del aserradero, de donde proviene la mayor materia prima del taller, por lo tanto, el inicio del proceso productivo, que es el secado de la madera y almacenaje de materia prima, siempre deben de estar a la par del aserradero con el fin de crear una línea de producción desde que se da el aserrío de la madera, sea que la misma este verde o seca, de ahí partiría la decisión de si pasa al área de secado o al almacenado de materia prima.

Segundo punto por tomar en cuenta, es la existencia de una casa de habitación pegando al taller al costado izquierdo, tema que se debe de considerar también por temas de olores, polvo o bien para dar a entender, porque el despacho de los productos siempre se encuentra en la misma ubicación, ya que es el espacio que queda libre por donde podría ingresar un vehículo.

Por estos dos aspectos, es que en las tres propuestas siempre se van a encontrar el inicio de la producción en la esquina superior izquierda del plano y el fin de la producción en la esquina inferior derecha, variando las demás estaciones de trabajo.

Conociendo todas las consideraciones importantes que se explicaron anteriormente de la distribución mixta, los espacios que requieren las máquinas estacionarias, las medidas mínimas de las estaciones de trabajo, la incorporación de nuevas estaciones y mesas de trabajo, las cortinas del proceso de pintado y lijado que se señalan en cada planta con forma de zigzag, la instalación de extintores y por último los factores externos a nivel general de las propuestas con los aspectos en común que tienen entre las tres y los puntos que no se pueden dejar por fuera, se muestran los diseños de estas con la descripción de una cada para cada espacio asignado.

Propuesta 1.

La primera propuesta se desarrolla mediante la ampliación del área actual, solamente a lo largo y ancho, sin modificar su forma, pasando de 11,60 metros x 6,60 metros a 15 metros x 20 metros. Es decir, se amplió 223,44 metros cuadrados que serían 300 metros cuadrados, sumando el área agregada al taller donde se lleva el proceso de secado de la madera, la cual es de 8 x 3 metros que serían 24 metros cuadrados que se encuentran completamente al aire libre, para un total de 324 metros cuadrados en total. Por otra parte, es evidente la eliminación del espacio externo que se ocupaba para la cepilladora, asimismo se elimina el problema de la exposición de los operarios a la lluvia, el largo traslado que esta implicaba con carga de tablas pesada, así se beneficia la unificación del proceso de corte y se solventan problemáticas que se tienen en la actualidad por la ubicación de esta.

En esta propuesta todas las ubicaciones de las máquinas de corte cumplen con el espacio mínimo requerido para trabajar, al igual que las demás estaciones de trabajo, donde el secado de la madera mide 8 metros x 3 metros; almacenaje de materia prima 8 metros x 2 metros; lijado 6 metros x 3 metros; el ensamble 4,20 metros x 4 metros; la pintura 4,35 metros x 3,65; el producto terminado 4,35 metros x 5 metros; los espacios de servicio como lo es el comedor, mide 2,50 metros x 2,50 metros, con una medida de puerta de 0,96 metros; el servicio sanitario 2,25 metros x 3 metros, con esta medida se asegura que en el caso de las sillas de ruedas puedan girar sin ningún inconveniente, lo que es la ducha tiene una medida de 3 metros x 1 metro, de igual forma el ancho de la puerta y abertura es de 0.96 metros, siendo lo mínimo requerido por ley, de 0,90 metros, por su parte la oficina mide 3 metros x 3 metros con una puerta de 0,96 metros. Para el caso del portón principal, por medio del cual se despacharía la mercadería, este tendría una medida de 4 metros, lo que se considera bastante amplia según lo requerido por el mismo, en el caso de la puerta trasera para pasar la madera desde el secado hacia la el almacenaje de materia prima sería de 1,80 metros de ancho siendo un portón corredizo que no quitaría espacio ni en la parte de secado, ni en el almacenamiento de materia prima, con el propósito que se pueda aprovechar todo el espacio en estas dos áreas.

A continuación, se muestra la

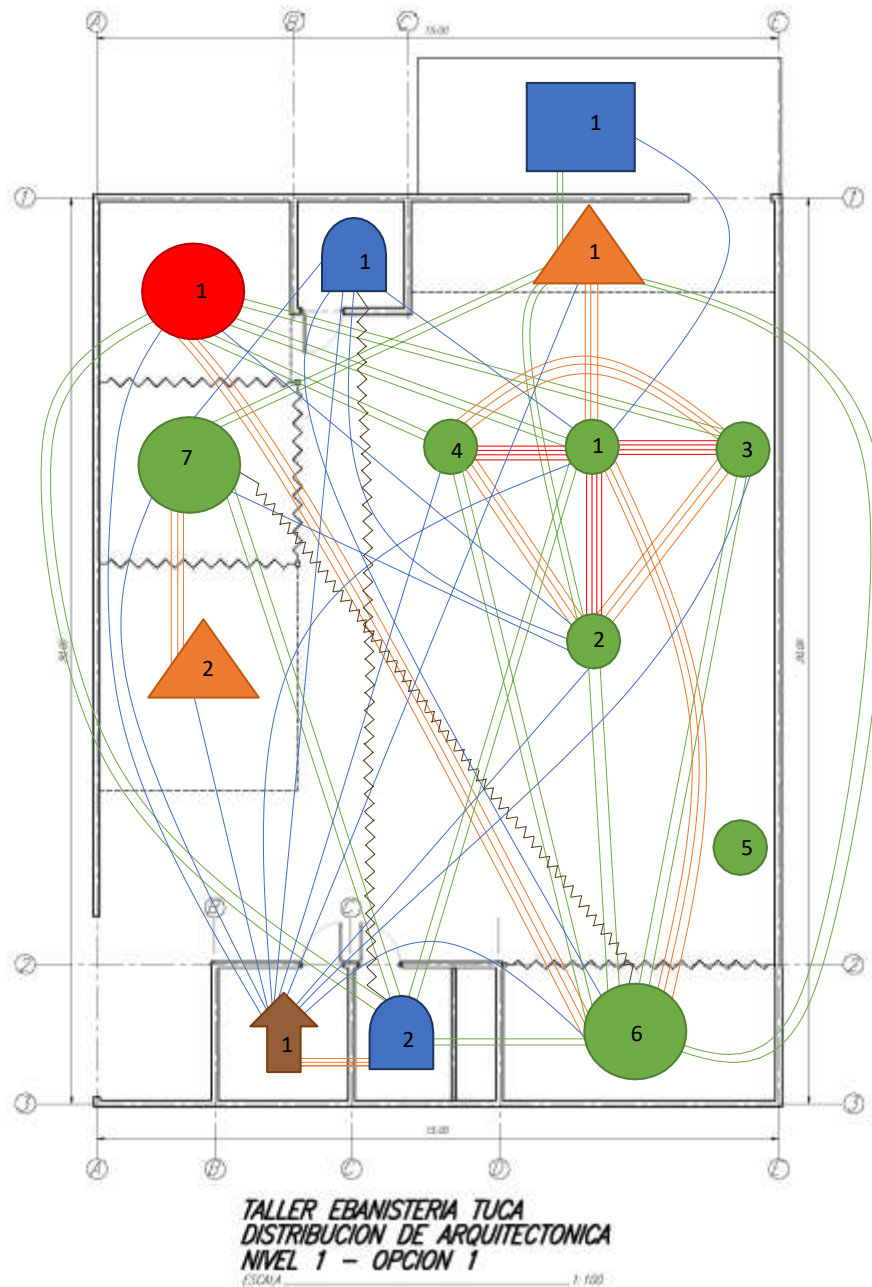
Figura 33 con el diseño de la primer propuesta que se desarrolló para el taller de Ebanistería Tuca.

Figura 33 *Layout* propuesta 1.

Diagrama relacional propuesta 1.

Para visualizar el recorrido de acuerdo con las proximidades, se realizó el diagrama relacional para la propuesta 1, el cual es presentado a continuación en la Figura 34.

Figura 34 Diagrama relacional de espacios propuesta 1



Nota: Adriana Araya Valverde..

Para iniciar la descripción de este diagrama relacional, se explicará la relación entre las relaciones de “absolutamente necesario, especialmente importante y no deseable”, para después citar las estaciones con respecto a su número, en donde la operación 1 hace referencia al corte, la 2 a la cepilladora, la 3 a la canteadora, la 4 al trompo, máquina con que se hace la rectificación, la 5 al torno, la 6 al lijado y la 7 al pintado. Por su parte, la operación de preensamble y ensamble es la señalada con color rojo e identificada con el número 1. El cuadro de color azul con número 1 es el espacio de control del secado de la madera y el servicio azul con un número 1 se refiere al comedor, el número 2 es el servicio sanitario. Por último, se encuentran los almacenamientos con un triángulo color naranja, el número 1 se utiliza para señalar el almacenamiento de materia prima, el número 2 el almacenamiento de producto terminado, todas estas numeraciones vienen a ser las mismas para los demás diagramas de recorrido.

Tal como se ha venido explicando durante todo el trabajo y de acuerdo con la Figura 31, se observa la cercanía que es requerida entre las operaciones 1, 2, 3 y 4, corte, cepillado, cateo y tropo respectivamente, observando esta unión por medio de las 4 líneas de color rojo que los unen, donde se cumple el concepto de su proximidad

De igual manera se observa la cercanía entre las operaciones que son especialmente importantes, identificadas con 3 líneas de color naranja, siendo el almacenamiento de materia prima y el corte, el cateo con el trompo y estas con la cepilladora, el corte con el lijado, a excepción del lijado con el ensamble, los cuales deben tener cierta cercanía por secuencia productiva y para este caso se encuentran en lados opuestos.

Otros puntos importantes de recalcar con las proximidades no deseables, son las identificadas con zigzag color café, entre las estaciones de lijado y pintado, y entre el servicio sanitario y el comedor, donde se cumple la lejanía para las mismas, sin embargo, el lijado y el pintado tampoco es tan recomendable que se encuentren con tanta distancia, ya que, a nivel de proceso y secuencia del proceso, siempre dependen una de la otra.

Costo de implementación.

El costo de implementación que se presenta a continuación inicia con el desglose de los materiales, así como el costo de cada uno para dar con el total en materiales requeridos para la construcción.

Los materiales solicitados se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19 Cotización de materiales propuesta 1

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
MATERIALES FERREMAX			
TUBO EST 3x3x1.5mm GALV	13	€ 15 900,00	€ 206 700,00
LAMINA RECT #26 ROJA ALU 0.45 1.07X3.66MTS	75	€ 13 092,92	€ 981 969,00
PERLIN 2x3x1.5 GALV	69	€ 8 862,02	€ 611 479,38
MALLA CICLON #10 2MTS	51,8	€ 4 511,00	€ 233 669,80
TORN TECHO 2" PB ROJO	1500	€ 44,41	€ 66 615,00
GYP SUM LAMINA INTERIOR BLANCA	22	€ 4 372,28	€ 96 190,16
GYP SUM STUD 3"x8 0.36	35	€ 929,49	€ 32 532,15
GYP SUM T-TRACK 3x10 CAL.36	10	€ 1 127,19	€ 11 271,90
TORN GYP TRACK 1/2 PFINA	500	€ 5,82	€ 2 910,00
TORN GYP 1 PFINA	500	€ 3,90	€ 1 950,00
GYP SUM CINTA JUNTA ADHESIVA 2" 75m	1	€ 1 826,62	€ 1 826,62
MASILLA GYP EASY FINISH CUBETA	1	€ 18 911,00	€ 18 911,00
TUBO CONCRETO 8"X 065MTS CP	13	€ 3 812,50	€ 49 562,50
ARENA NEGRA TAJO	2	€ 16 784,54	€ 33 569,08
PIEDRA 4º CUARTA	2	€ 14 072,70	€ 28 145,40
CEMENTO GRIS 50 KG SANSON VERDE	22	€ 5 424,65	€ 119 342,30
TOMA DOBLE POLAR EAGLE PLATA 1009-W	15	€ 1 688,21	€ 25 323,15
TUBO CONDUIT 1/2" TIPO A MC	25	€ 772,20	€ 19 305,00
CABLE THNN # 12 ROJO CONDUMEX	75	€ 295,75	€ 22 181,25
SW PENIN BASE LATEX MATE B/DEEP K53WSA53-1	2	€ 10 400,02	€ 20 800,04
VARILLA DEF #3 6MTS GR40	12	€ 2 369,46	€ 28 433,52
TUBO RED 1x1.5mm NEGRO	7	€ 3 900,93	€ 27 306,49
SOLDADURA 3/32 6013 HILCO	5	€ 5 205,23	€ 26 026,15
VARILLA DEF #3 6MTS GR40	4	€ 2 369,46	€ 9 477,84
LAVATORIO ALDOSA BLANCO	1	€ 9 762,42	€ 9 762,42
INOD.ONIS BLANCO ECO MAYIS	1	€ 48 429,66	€ 48 429,66
FREGADERO MAYIS 1T 2B EMP 0.7X0.50X1.50MTS	1	€ 27 772,71	€ 27 772,71
DUCHA CORONA GORDUCHA 110V	1	€ 10 685,55	€ 10 685,55
PIEDRA 4º CUARTA	2	€ 14 072,70	€ 28 145,40
ARENA NEGRA TAJO	2	€ 16 784,54	€ 33 569,08
PISO CERAMI/ 34.2x34.2 HAYA PARQUET FIORENTINA CJ 2.15	22	€ 3 651,80	€ 80 339,60
PVC TUBO 4" SDR-64	3	€ 8 641,62	€ 25 924,86
PVC CODO 90º DRENAJE 4"	6	€ 1 822,50	€ 10 935,00
PVC TUBO 1" SCH-40	6	€ 10 304,98	€ 61 829,88
PIEDRA 5º QUINTA	0,5	€ 12 279,71	€ 6 139,86
SUBTOTAL			€ 3 019 031,75
IMPUESTO	13%		€ 387 545,64
TOTAL			€ 3 406 577,39
MATERIALES EPA			
INTERRUPTOR SENCILLO BLANCO LINEA PLATA	9	€ 1 050,00	€ 9 449,96
LAMPARA ANTIPOLVO DE 2 LUCES PARA TUBOS LED T8	8	€ 15 950,00	€ 127 599,97
TUBO LED GLASS T8 18W 4000K	16	€ 3 495,00	€ 55 919,99
BOMBILLO LED LUZ FRIA A60 10W E27	3	€ 2 750,00	€ 8 250,00
POMO ESFERA CON LLAVE BRONCE ANTIGUO	3	€ 7 150,00	€ 21 449,99
SUBTOTAL			€ 197 053,00
IMPUESTO	13%		€ 25 617,00
TOTAL			€ 222 670,00
MATERIAL AGROVETERIANA LA FILA			
PLASTICO	6	€ 4 500,00	€ 27 000,00
IMPUESTO	13%		€ 3 510,00
TOTAL			€ 30 510,00
TOTAL GENERAL EN MATERIALES			€ 3 659 757,39

Nota: Adriana Araya Valverde

A este costo total general en materiales se le debe de sumar el monto de la mano de obra, donde el contratista y el contratante definen un contrato con modalidad suma alzada, el cual consiste en que el contratista se compromete a entregar la obra terminada y en estado de funcionamiento a

cambio de una cantidad fija de dinero, dicha cantidad es definida por parte del contratista como el mismo monto equivalente al costo de los materiales. Adicional, se suma la compra de 3 extintores tipo ABC de 2,5 lb distribuidos en toda la planta, considerando un recorrido libre de 15 metros entre cada uno, según la información que contiene la ley NFPA 10 sobre “Extintores Portátiles contra incendios” recolectada en la página en línea de Bomberos de Costa Rica.

Una vez expuesta toda la información anterior, se muestra la Tabla 20 con la especificación de estos montos y el total del costo de implementación de la propuesta 1.

Tabla 20 Costo total de la propuesta 1.

Costo total de la propuesta 1	
Costo total de materiales	₡ 3 659 757,39
Costo de mano de obra	₡ 3 659 757,39
Costo de 3 extintores	₡ 20 850,00
Costo total de propuesta	₡ 7 340 364,78

Nota: Adriana Araya Valverde.

Según lo observado, el costo total del proyecto por medio de la propuesta 1 es de ₡7 340 364,78.

Ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Tiene una oficina amplia, de 3 metros x 3 metros.
- Los espacios para las máquinas estacionarias califican con el espacio mínimo requerido.
- Los espacios de las estaciones de trabajo tienen la medida mínima que es necesaria.
- El lijado está completamente al otro extremo de la pintura por temas de polvo.
- El comedor queda lejos del servicio sanitario.
- Tiene un costo de implementación menor.
- El servicio sanitario, así como las puertas y aberturas de estas cumplen con el espacio mínimo para la inclusión según lo expuesto en la ley 7600 de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad. .

Desventajas:

- El lijado y el ensamble quedan muy separados uno del otro, siendo un proceso sucesorio.
- El comedor tiene cierta cercanía con el área de pintura, la cual puede provocar malos olores.
- El cuarto de pintura queda al lado de la casa de habitación, lo que puede generar molestias futuras por malos olores.
- No se aprovecha todo el espacio que se tiene disponible para la ampliación.

Propuesta 2.

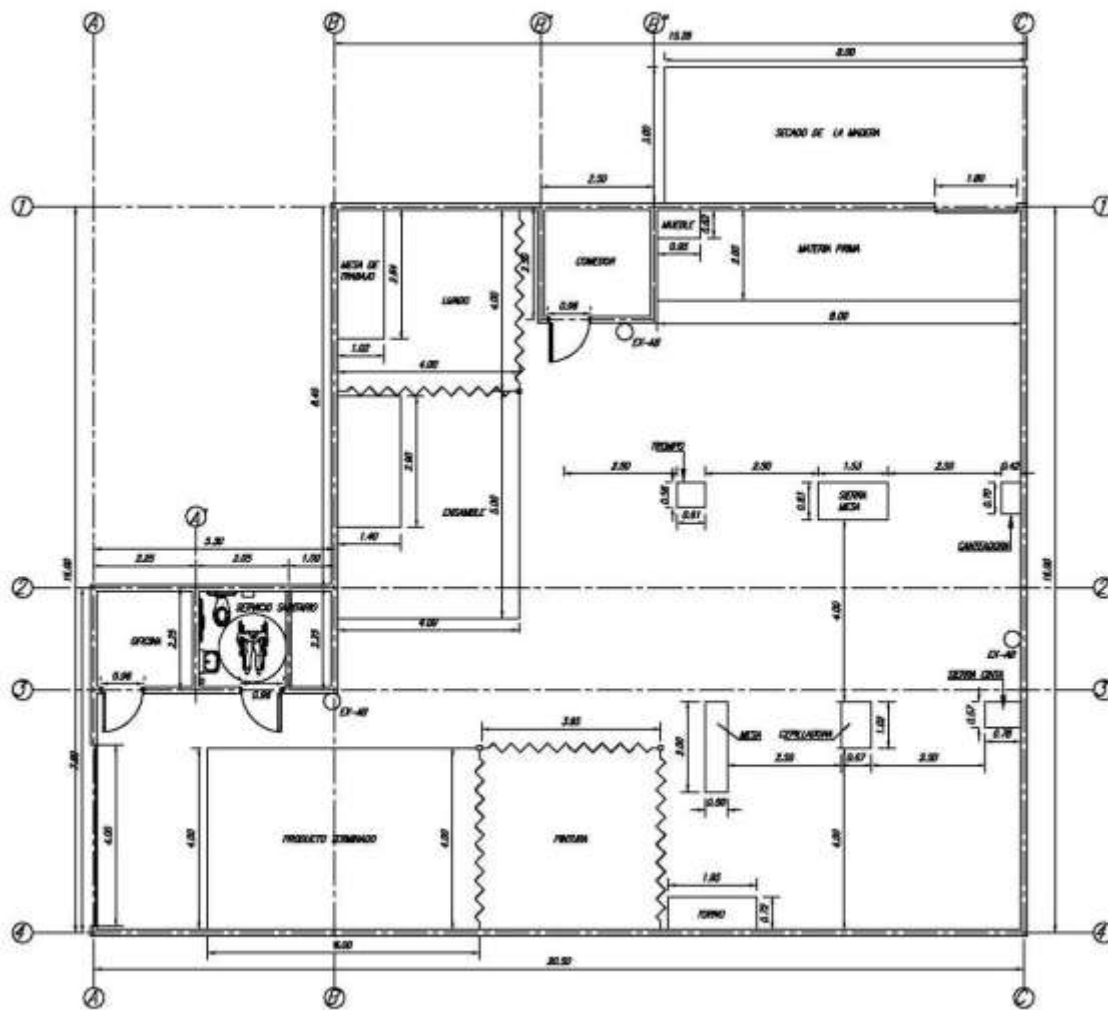
La segunda propuesta mide 284,76 metros cuadrados, cambiando un poco la forma del local actual, por temas de aprovechamiento de espacio disponible para la construcción del taller, en el que se adiciona un total de 208,20 metros cuadrados con respecto a la planta actual. De igual manera que como se realizó con la propuesta anterior, se le suma el área agregada al taller del proceso de secado de la madera, que mide 8 x 3 metros, que serían 24 metros cuadrados que se encuentran fuera de la estructura cerrada, para un total de 308,76 metros cuadrados y también se elimina el espacio externo de la cepilladora.

Asimismo, en esta segunda propuesta se cumple con el objetivo de espacio mínimo para que todas las ubicaciones de las máquinas estacionarias se puedan desempeñar sin obstáculos que impidan la movilidad y facilidad para procesar las piezas de madera, por su parte las demás estaciones tienen las siguientes medidas las cuales exceden a favor la medida mínima requerida, el secado de la madera mide 8 metros x 3 metros, almacenaje de materia prima 8 metros x 2 metros, lijado 4 metros x 4 metros, el ensamble 4 metros x 4,40 metros, la pintura 4 metros x 3,5 metros, el producto terminado 6 metros x 4 metros, el comedor, mide 2,50 metros x 2,50 metros, con una medida de puerta de 0,96 metros, el servicio sanitario 2,05 metros 2,25 metros, de igual forma considerando la comodidad para las sillas de ruedas, en el caso de la ducha tiene una medida de 2,25 metros x 1 metro y el ancho de la puerta y abertura es de 0,96 metros, para la oficina se destinó un espacio que mide 2,25 metros x 2,25 metros con una puerta de 0,96 metros. Lo que sería el portón principal para despachar la mercadería, este tendría una medida de 4 metros y la entrada del secado al almacenaje de materia prima sería de 1,80 metros de ancho.

Es evidente que esta propuesta abarca más espacio que la primera, sin embargo, es un tema que no es discutible por el beneficio de contar con el espacio propio, pues si se tratara de compra de terreno sería otro aspecto por considerar a la hora de proponer una distribución como esta, pero favorablemente el terreno está listo para utilizar, inclusive cuenta con la excavación requerida en forma de llano al nivel del mismo taller, por lo tanto, se trata de tomar en cuenta todo aquello que se tiene a la mano para la construcción, pensando también en un mayor crecimiento a futuro.

Seguidamente, se muestra la Figura 35 con el diseño de la segunda propuesta realizada

Figura 35 Layout propuesta 2.



TALLER EBANISTERIA TUCA
DISTRIBUCION DE ARQUITECTONICA
NIVEL 1 - OPCION 2
P0244

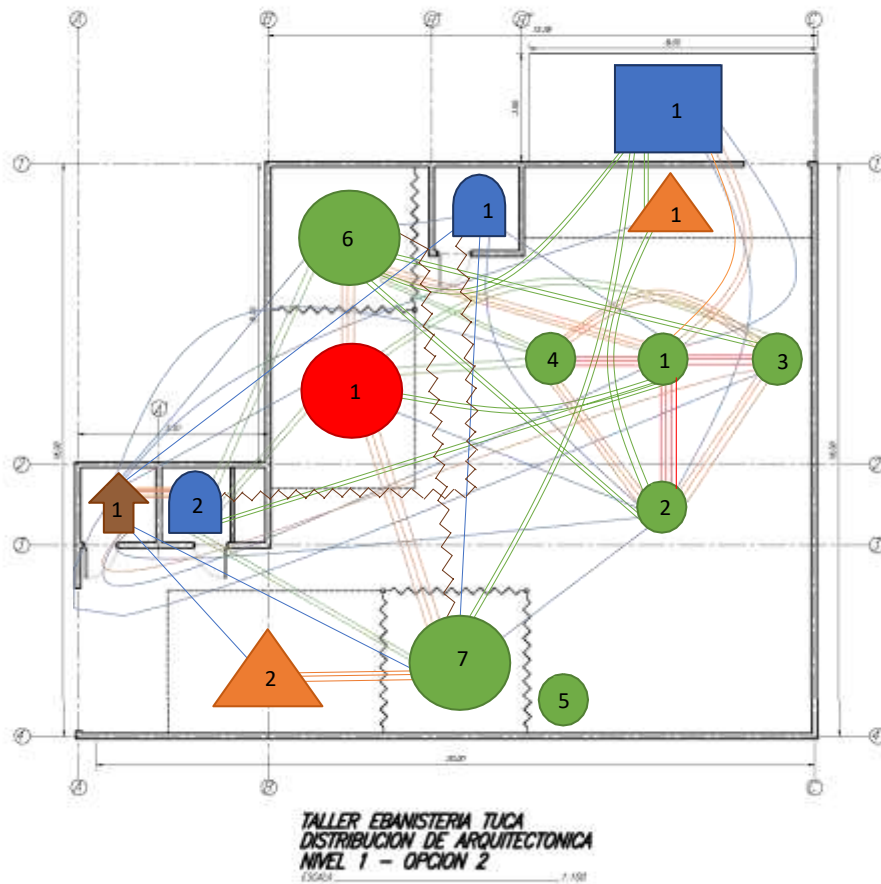
1:100

Nota: Adriana Araya Valverde.

Diagrama relacional propuesta 2.

De igual forma se efectuó el diagrama relacional para la propuesta 2, presentado a continuación en la Figura 36:

Figura 36 Diagrama relacional de espacios propuesta 1



Nota: Adriana Araya Valverde.

Se procede a justificar el diagrama anterior por medio de los criterios más importantes de proximidad, tomando en cuenta los mismos explicados en la primer propuesta, dentro de los cuales se encuentran los de “absolutamente necesario, especialmente importante y no deseable”, mismos explicados en la propuesta 1, pues todas estas trabajan bajo el mismo diagrama de relaciones que se explicó.

Para las proximidades de absolutamente necesario, se logra visualizar la unión por medio de las 4 líneas de color rojo entre las actividades de corte contra el canteo, rectificación, realizada con el trompo y cepillado, conformando el proceso completo de corte, donde cada máquina depende una de la otra.

Posteriormente, las uniones de especialmente importante se observan por medio de las 3 líneas de color naranja, siendo para el almacén de materia prima y el corte por ser sucesorio; la siguiente está entre el canteo y la rectificación; después la rectificación y el canteo contra la cepilladora, pues la dependencia principal de estas máquinas es contra la sierra mesa utilizada para el corte, sin embargo, todas trabajan en conjunto. Por su parte, también por el proceso sucesorio, se encuentra el corte contra el lijado, el ensamble contra la pintura y la pintura contra almacén de producto terminado; por último, por temas de accesibilidad hay una estrecha proximidad entre la oficina y el servicio sanitario.

De la misma manera, esta propuesta también cumple lo definido entre las proximidades que son consideradas como no deseables, observadas con un zigzag de color café, evidenciándolo con una distancia bastante amplia en lo que viene a ser el servicio sanitario y el comedor, así como el área de lijado y pintado.

Costo de implementación.

Al igual que la propuesta anterior, el costo de implementación de esta implica el total en materiales requeridos para la construcción, sumándole el doble por el monto en mano de obra, por ser contrato de tipo suma alzada y el monto por la compra de los extintores, siendo de igual forma 3 de estos. Los materiales requeridos son desglosados por punto de venta en la Tabla 21, así como cantidades, precio unitario y subtotal.

Tabla 21 Cotización de materiales propuesta 2.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
MATERIALES EN FERREMAX			
TUBO EST 3x3x1.5mm GALV	14	₡ 15 900,00	₡ 222 600,00
LAMINA RECT #26 ROJA ALU 0.45 1.07X3.66MTS	77	₡ 13 092,92	₡ 1 008 154,84
PERLIN 2x3x1.5 GALV	69	₡ 8 862,02	₡ 611 479,38
MALLA CICLON #10 2MTS	51,8	₡ 4 511,00	₡ 233 669,80
TORN TECHO 2" PB ROJO	1500	₡ 44,41	₡ 66 615,00
GYPSUM LAMINA INTERIOR BLANCA	22	₡ 4 372,28	₡ 96 190,16
GYPSUM STUD 3"x8 0.36	35	₡ 929,49	₡ 32 532,15
GYPSUM T-TRACK 3x10 CAL.36	10	₡ 6 741,34	₡ 67 413,40
TORN GYP TRACK 1/2 PFINA	500	₡ 5,82	₡ 2 910,00
TORN GYP 1 PFINA	500	₡ 3,90	₡ 1 950,00
GYPSUM CINTA JUNTA ADHESIVA 2" 75m	1	₡ 1 826,62	₡ 1 826,62
MASILLA GYP EASY FINISH CUBETA	1	₡ 18 911,00	₡ 18 911,00
TUBO CONCRETO 8"X 065MTS CP	14	₡ 3 812,50	₡ 53 375,00
ARENA NEGRA TAJO	2	₡ 16 784,54	₡ 33 569,08
PIEDRA 4° CUARTA	2	₡ 14 072,70	₡ 28 145,40
CEMENTO GRIS 50 KG SANSON VERDE	22	₡ 5 424,65	₡ 119 342,30
TOMA DOBLE POLAR EAGLE PLATA 1009-W	17	₡ 1 688,21	₡ 28 699,57
TUBO CONDUIT 1/2" TIPO A MC	27	₡ 772,20	₡ 20 849,40
CABLE THNN # 12 ROJO CONDUMEX	80	₡ 295,75	₡ 23 660,00
SW PENIN BASE LATEX MATE B/DEEP K53WSA53-1	2	₡ 10 400,02	₡ 20 800,04
VARILLA DEF #3 6MTS GR40	10	₡ 2 369,46	₡ 23 694,60
TUBO RED 1x1.5mm NEGRO	7	₡ 3 900,93	₡ 27 306,49
SOLDADURA 3/32 6013 HILCO	5	₡ 5 205,23	₡ 26 026,15
VARILLA DEF #3 6MTS GR40	4	₡ 2 369,46	₡ 9 477,84
LAVATORIO ALDOSA BLANCO	1	₡ 9 762,42	₡ 9 762,42
INOD.ONIS BLANCO ECO MAYIS	1	₡ 48 429,66	₡ 48 429,66
FREGADERO MAYIS 1T 2B EMP 0.7X0.50X1.50MTS	1	₡ 27 772,71	₡ 27 772,71
DUCHA CORONA GORDUCHA 110V	1	₡ 10 685,55	₡ 10 685,55
PIEDRA 4° CUARTA	2	₡ 14 072,70	₡ 28 145,40
ARENA NEGRA TAJO	2	₡ 16 784,54	₡ 33 569,08
PISO CERAMI/ 34.2x34.2 HAYA PARQUET FIORENTINA CJ 2.15	16	₡ 3 651,80	₡ 58 428,80
PVC TUBO 4" SDR-64	3	₡ 8 641,62	₡ 25 924,86
PVC CODO 90° DRENAJE 4"	6	₡ 1 822,50	₡ 10 935,00
PVC TUBO 1" SCH-40	6	₡ 10 304,98	₡ 61 829,88
PIEDRA 5° QUINTA	0,5	₡ 12 279,71	₡ 6 139,86
SUBTOTAL			₡ 3 100 821,44
IMPUESTO			₡ 398 794,34
TOTAL			₡ 3 499 615,78
MATERIALES EPA			
INTERRUPTOR SENCILLO BLANCO LINEA PLATA	9	₡ 1 050,00	₡ 9 450,00
LAMPARA ANTIPOLVO DE 2 LUCES PARA TUBOS LED T8	8	₡ 15 950,00	₡ 127 600,00
TUBO LED GLASS T8 18W 4000K	16	₡ 3 495,00	₡ 55 920,00
BOMBILLO LED LUZ FRIA A60 10W E27	3	₡ 2 750,00	₡ 8 250,00
POMO ESFERA CON LLAVE BRONCE ANTIGUO	3	₡ 7 150,00	₡ 21 450,00
SUBTOTAL			₡ 197 053,00
IMPUESTO			₡ 25 617,00
TOTAL			₡ 222 670,00
MATERIAL AGROVETERIANA LA FILA			
PLASTICO	7	₡ 4 500,00	₡ 31 500,00
IMPUESTO	13%		₡ 4 095,00
TOTAL			₡ 35 595,00
TOTAL GENERAL EN MATERIALES			₡ 3 757 880,78

Nota: Adriana Araya Valverde.

Para la propuesta 2, se tiene el siguiente desglose de costos mostrado en la Tabla 22.

Tabla 22 Costo total de la propuesta 2.

Costo total de la propuesta 2	
Costo total de materiales	€ 3 757 880,78
Costo de mano de obra	€ 3 757 880,78
Costo de 3 extintores	€ 20 850,00
Costo total de propuesta	€ 7 536 611,55

Nota: Adriana Araya Valverde.

La propuesta 2 está dada por un costo total de €7.536.611,55.

Ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Los espacios para las máquinas estacionarias califican con el espacio mínimo requerido.
- Los espacios de las estaciones de trabajo tienen la medida mínima que es necesaria.
- Se aprovecha todo el espacio disponible para la ampliación.
- El lijado está completamente al otro extremo de la pintura.
- El comedor queda lejos del servicio sanitario.
- El servicio sanitario cumple con el espacio mínimo para la inclusión según lo expuesto en la ley 7600.

Desventajas:

- El cuarto de lijado queda al lado de la casa de habitación, lo que puede generar molestias futuras por el polvo.
- El cuarto de lijado se encuentra relativamente cerca del comedor, lo que puede generar incomodidad por el fuerte ruido.
- El recorrido entre el corte y el lijado es un poco extenso.

Propuesta 3.

La tercer propuesta mide 292,26 metros cuadrados, agregando 215,70 metros cuadrados de lo que tiene la planta actual, esta propuesta viene a ser muy similar a la segunda, siendo 40,28 metros cuadrados más grande de igual manera que como se realizó con la propuesta anterior, la cual también cuenta con el espacio agregado al taller correspondiente al proceso de secado de la madera, que mide 8 x 3 metros que serían 24 metros cuadrados que se encuentran fuera de la

estructura cerrada, para un total de 316,26 metros cuadrados que serían ocupados por el taller, se elimina el espacio externo que ocupaba la cepilladora.

Esta propuesta al igual que las anteriores califican con el propósito de espacio mínimo para todas las ubicaciones de las máquinas estacionarias y para las demás estaciones de producción también.

Las medidas de cada área para esta propuesta son las siguientes: el secado de la madera mide 8 metros x 3 metros; almacenaje de materia prima 8 metros x 2 metros; lijado 4 metros x 4 metros; el ensamble 5 metros x 4,83 metros; la pintura 5 metros x 4,83 metros; el producto terminado 6 metros x 4 metros; el comedor mide 3 metros x 2,50 metros, con una medida de puerta de 0,96 metros; el servicio sanitario 2,05 metros x 2,25 metros, también sin dejar de lado la comodidad para las sillas de ruedas tal como se muestra, para la ducha se tiene una medida de 2,25 metros x 1 metro y el ancho de la puerta y abertura es de 0.96 metros, para la oficina se destinó un espacio que mide 2,25 metros x 2,25 metros con una puerta de 0,96 metros. La salida principal para despachar mercadería mide 4 metros y la entrada trasera que conecta el secado de la madera contra el almacenaje de materia prima es de 1,80 metros de ancho.

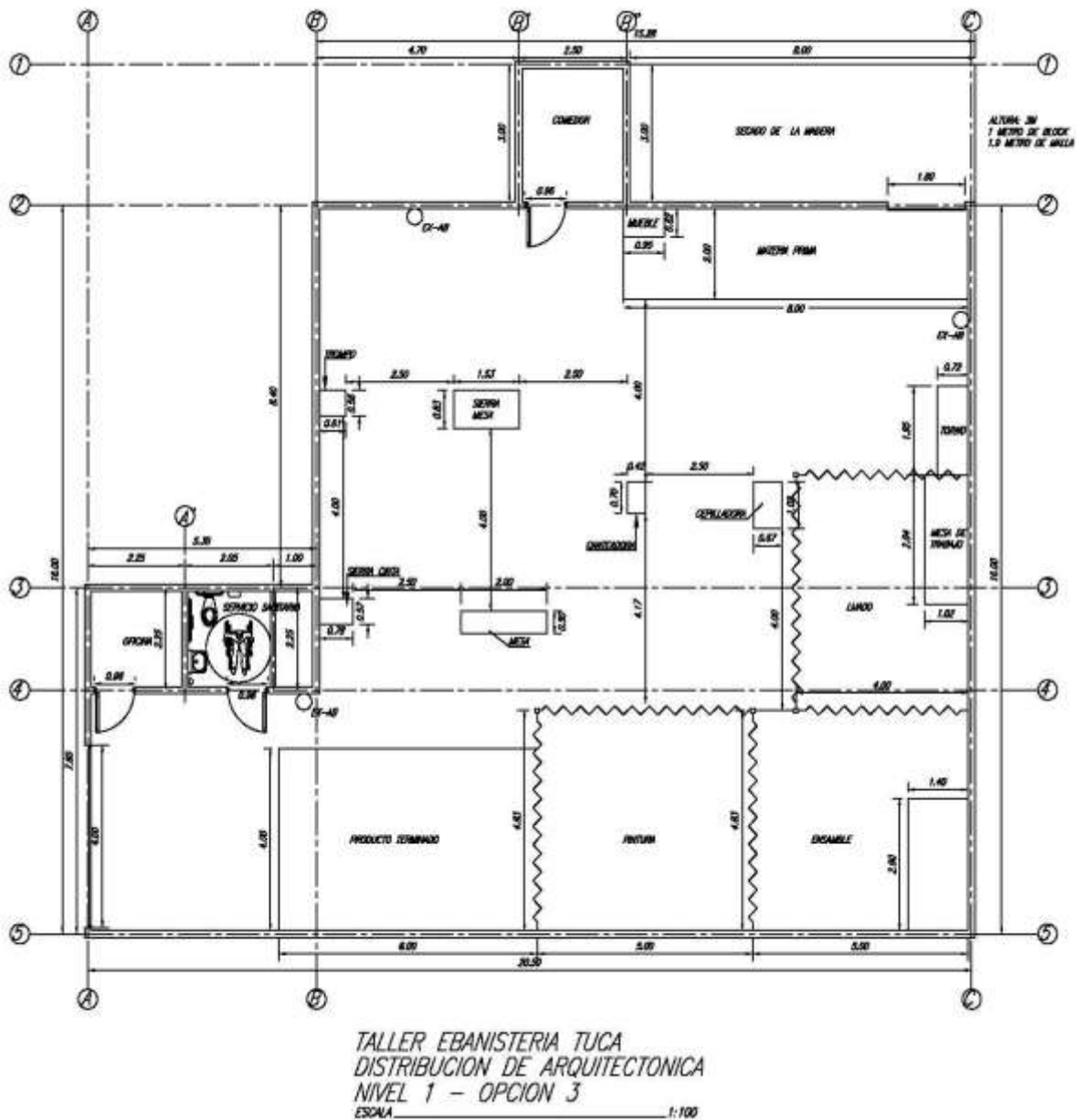
Con esta propuesta la ampliación se extiende todavía un poco más con respecto a las dos anteriores, ya que se adiciona un espacio más para el comedor, con el propósito de no estrechar las demás estaciones, ni tener que interrumpir la producción de manera que no quede cerca de las estaciones que son con criterio no deseable, pensando que lo más conveniente es que se ubique en un espacio donde tenga más ventilación y que no se vea afectado por malos olores, polvo, ruido y demás.

Esta propuesta también cubre el terreno disponible por parte del propietario del taller. Queda con espacios amplios para trabajar y se proyecta al futuro crecimiento que se pueda tener; produciendo no solo a gusto y medida del cliente que viene, siendo estos los proyectos de mayor tamaño, sino, como se mencionó anteriormente, más en masa, inclusive hasta poder incorporar una tienda donde los clientes visiten el lugar y exista un inventario de productos de primera necesidad como lo son “chorreadoras”, “tablas para picar”, “espejos”, “repisas”, “servilleteros” y todo esto de productos que son de precios más accesibles para los clientes, así como diferentes artículos para la decoración de la casa, oficina u habitación; por medio de esto también se le

sacaría más provecho a máquinas como el torno y sierra cinta, que son utilizadas para confecciones más pequeñas o talladas manualmente.

Finalmente, se observa la Figura 37 con el diseño de la tercer y última propuesta realizada.

Figura 37 Layout propuesta 3.

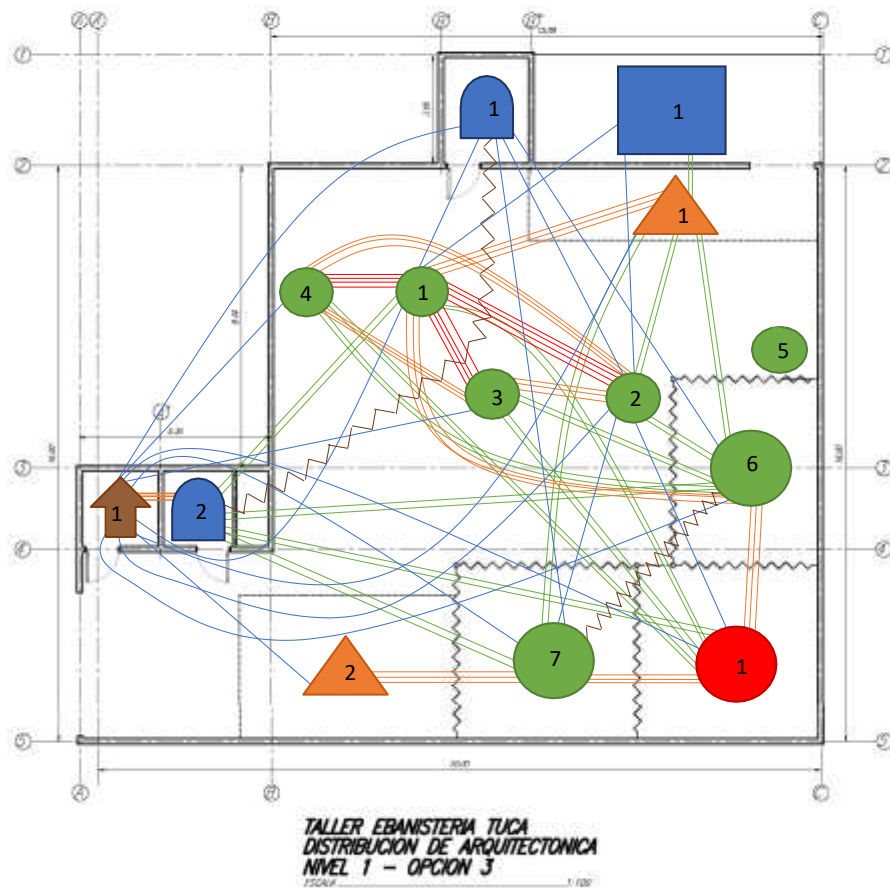


Nota: Adriana Araya Valverde.

Diagrama relacional propuesta 3.

Por su parte, se presenta a continuación el diagrama relacional para la propuesta 3, en la Figura 38:

Figura 38 Diagrama relacional propuesta 3.



Nota: Adriana Araya Valverde.

Para este diagrama al igual que los anteriores, se dará una breve descripción de los recorridos con mayor relevancia, de acuerdo con lo establecido en las relaciones de proximidad de cada proceso, siendo las mismas explicadas en las propuestas anteriores, donde serían las de “absolutamente importante, especialmente importante y no deseable”; con la misma numeración para cada actividad, donde la operación en color verde con número 1 se refiere al corte, la 2 a la cepilladora, 3 para la canteo, 4 rectificación, 5 para el torno, 6 lijado y 7 pintura. La operación de color rojo se refiere al ensamble. Los servicios 1 y 2 señalan el comedor y servicio sanitario respectivamente. El punto de control 1 se refiere al secado de la madera, el sector administrativo de color café a la oficina y por último los triángulos color naranja 1 y 2 a los almacenamiento de materia prima y producto terminado respectivamente.

La Figura 38 hace referencia a los recorridos que se darían con la propuesta 3. Esta propuesta cambia un poco en el diseño de la ubicación de las máquinas de corte con respecto a las otras dos, más que todo en la ubicación, sin embargo, para las relaciones de absolutamente importante, las que se observan con 4 líneas de color rojo, se mantiene el principio de su cercanía entre estas englobando el corte, cepillado, canteo y rectificación.

De igual manera para aquellas de especialmente importante, las cuales se marcan con 3 líneas color naranja, detallando que los recorridos son cortos y fácil de acceder a todas estas.

Para el caso de las no deseables se cumple la lejanía del servicio sanitario y el comedor, sin embargo, para el lijado y el pintado no existe tanta lejanía en comparación con las anteriores, está dentro de una distancia razonable, en donde no queda extremadamente cerca por el polvo, ni extremadamente lejos por temas de proceso productivo o dependencia entre estas estaciones, lo que justificaría su recorrido y ubicación, permitiendo que esta quede entre una de las propuestas por elegir.

Costo de implementación.

Por último, se presenta, el costo de implementación de la propuesta 3, de igual forma tomando en cuenta el total en materiales para la construcción y el doble por la mano de obra, siendo también contrato de tipo suma alzada. Los materiales y costos requeridos se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23 Cotización de materiales propuesta 3.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
MATERIALES EN FERREMAX			
TUBO EST 3x3x1.5mm GALV	14	₡ 15 900,00	₡ 222 600,00
LAMINA RECT #26 ROJA ALU 0.45 1.07X3.66MTS	77	₡ 13 092,92	₡ 1 008 154,84
PERLIN 2x3x1.5 GALV	69	₡ 8 862,02	₡ 611 479,38
MALLA CICLON #10 2MTS	51,8	₡ 4 511,00	₡ 233 669,80
TORN TECHO 2" PB ROJO	1500	₡ 44,41	₡ 66 615,00
GYPSUM LAMINA INTERIOR BLANCA	22	₡ 4 372,28	₡ 96 190,16
GYPSUM STUD 3"x8 0.36	35	₡ 929,49	₡ 32 532,15
GYPSUM T-TRACK 3x10 CAL.36	10	₡ 6 741,34	₡ 67 413,40
TORN GYP TRACK 1/2 PFINA	500	₡ 5,82	₡ 2 910,00
TORN GYP 1 PFINA	500	₡ 3,90	₡ 1 950,00
GYPSUM CINTA JUNTA ADHESIVA 2" 75m	1	₡ 1 826,62	₡ 1 826,62
MASILLA GYP EASY FINISH CUBETA	1	₡ 18 911,00	₡ 18 911,00
TUBO CONCRETO 8"X 065MTS CP	14	₡ 3 812,50	₡ 53 375,00
ARENA NEGRA TAJO	2	₡ 16 784,54	₡ 33 569,08
PIEDRA 4° CUARTA	2	₡ 14 072,70	₡ 28 145,40
CEMENTO GRIS 50 KG SANSON VERDE	20	₡ 5 424,65	₡ 108 493,00
TOMA DOBLE POLAR EAGLE PLATA 1009-W	17	₡ 1 688,21	₡ 28 699,57
TUBO CONDUIT 1/2" TIPO A MC	27	₡ 772,20	₡ 20 849,40
CABLE THNN # 12 ROJO CONDUMEX	80	₡ 295,75	₡ 23 660,00
SW PENIN BASE LATEX MATE B/DEEP K53WSA53-1	2	₡ 10 400,02	₡ 20 800,04
VARILLA DEF #3 6MTS GR40	10	₡ 2 369,46	₡ 23 694,60
TUBO RED 1x1.5mm NEGRO	7	₡ 3 900,93	₡ 27 306,49
SOLDADURA 3/32 6013 HILCO	5	₡ 5 205,23	₡ 26 026,15
VARILLA DEF #3 6MTS GR40	4	₡ 2 369,46	₡ 9 477,84
LAVATORIO ALDOSABLANCO	1	₡ 9 762,42	₡ 9 762,42
INOD.ONIS BLANCO ECO MAYIS	1	₡ 48 429,66	₡ 48 429,66
FREGADERO MAYIS 1T 2B EMP 0.7X0.50X1.50MTS	1	₡ 27 772,71	₡ 27 772,71
DUCHA CORONA GORDUCHA 110V	1	₡ 10 685,55	₡ 10 685,55
PIEDRA 4° CUARTA	2	₡ 14 072,70	₡ 28 145,40
ARENA NEGRA TAJO	2	₡ 16 784,54	₡ 33 569,08
PISO CERAMI/ 34.2x34.2 HAYA PARQUET FIORENTINA CJ 2.15	17	₡ 3 651,80	₡ 62 080,60
PVC TUBO 4" SDR-64	3	₡ 8 641,62	₡ 25 924,86
PVC CODO 90° DRENAJE 4"	6	₡ 1 822,50	₡ 10 935,00
PVC TUBO 1" SCH-40	6	₡ 10 304,98	₡ 61 829,88
PIEDRA 5° QUINTA	0,5	₡ 12 279,71	₡ 6 139,86
SUBTOTAL			₡ 3 093 623,94
IMPUESTO			₡ 397 858,67
TOTAL			₡ 3 491 482,61
MATERIALES EPA			
INTERRUPTOR SENCILLO BLANCO LINEA PLATA	9	₡ 1 050,00	₡ 9 450,00
LAMPARA ANTIPOLVO DE 2 LUCES PARA TUBOS LED T8	8	₡ 15 950,00	₡ 127 600,00
TUBO LED GLASS T8 18W 4000K	16	₡ 3 495,00	₡ 55 920,00
BOMBILLO LED LUZ FRIA A60 10W E27	3	₡ 2 750,00	₡ 8 250,00
POMO ESFERA CON LLAVE BRONCE ANTIGUO	3	₡ 7 150,00	₡ 21 450,00
SUBTOTAL			₡ 197 053,00
IMPUESTO			₡ 25 617,00
TOTAL			₡ 222 670,00
MATERIAL AGROVETERIANA LA FILA			
PLASTICO	9	₡ 4 500,00	₡ 40 500,00
IMPUESTO	13%		₡ 5 265,00
TOTAL			₡ 45 765,00
TOTAL GENERAL EN MATERIALES			₡ 3 759 917,61

Nota: Adriana Araya Valverde.

Por último, se tienen los costos de la propuesta 3, citados en la Tabla 24.

Tabla 24 Costo total de la propuesta 3.

Costo total de la propuesta 3	
Costo total de materiales	₡ 3 759 917,61
Costo de mano de obra	₡ 3 759 917,61
Costo de 3 extintores	₡ 20 850,00
Costo total de propuesta	₡ 7 540 685,21

Nota: Adriana Araya Valverde.

Tal como se observó, esta propuesta es la de mayor costo de implementación con un total de ₡7 540 685,21.

Ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Todos los espacios califican con el espacio mínimo requerido.
- El cuarto de lijado y pintura tiene lejanía con la casa de habitación que se encuentra a la par del taller.
- El cuarto de lijado y el pintado se encuentran al otro extremo del comedor del taller.
- Cuenta con el comedor más amplio en comparación con las otras dos propuestas.
- Las estaciones de trabajo son más amplias.
- El lijado queda cerca del ensamble.
- El comedor queda lejos del servicio sanitario.
- Los recorridos entre las áreas son menores.
- El servicio sanitario cumple con el espacio mínimo para la inclusión según lo expuesto en la ley 7600.

Desventajas:

- Tiene el costo de implementación más alto.
- Existe cierta cercanía entre el lijado y el pintado por temas de polvo.

Propuesta elegida

Para la elección de la propuesta se realizó una matriz de priorización, con una escala del 1 al 3, donde 1 es malo, 2 bueno y 3 excelente, la cual se presenta a continuación en la Tabla 25:

Tabla 25 Matriz de priorización de la propuesta

Matriz de priorización de la propuesta			
Criterios	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Costo de implementación	3	2	2
Espacio mínimo requerido de las estaciones y máquinas	2	2	3
Relación entre el lijado y el pintado	3	3	2
Comedor lejos del servicio sanitario	3	3	3
Cumplimiento de la ley 7600	3	3	3
Lejanía de las estaciones de trabajo	1	1	3
Relación del lijado con el exterior	3	1	3
Relación del pintado con el exterior	1	3	3
Aprovechamiento del terreno	1	3	3
Estaciones amplias	2	2	3
Importancia Total	22	23	<u>28</u>

Nota: Adriana Araya Valverde

Una vez comparados los tres planos expuestos anteriormente y analizando los criterios de valoración según las ventajas y desventajas que estos presentan, así como los recorridos de acuerdo con cada diagrama relacional, se define la propuesta número 3 como la idónea para el Taller de Ebanistería Tuca, considerando que, a pesar de ser la propuesta de mayor costo económico, es la que mayor porcentaje de importancia tiene, de igual forma en comparación con las otras dos propuestas la diferencia del costo tampoco es sumamente elevado.

Si bien es cierto que el lijado y el pintado presentan cierta cercanía en esta propuesta, sin embargo, se especifica la mitigación de este problema por medio las cortinas que se instalarían en ambas estaciones con el fin de evitar la propagación del polvo por las demás áreas. Además,

como se ha venido mencionando, el problema actualmente es que estas estaciones se encuentran unidas en una misma área, no obstante, por la cierta dependencia y por la línea productiva del proceso, tampoco es conveniente que se encuentren a un extremo una de la otra, por estos motivos y por las ventajas mencionadas es que se toma la propuesta número 3 como la elegida.

Según el análisis realizado, con esta propuesta se solventarían problemas encontrados por medio del diagrama de Ishikawa. Por ejemplo, en la parte del personal se eliminarían los problemas actuales, pues teniendo estas estaciones unidas se podrían crear planes de actividades para los tiempos ociosos, como el llenado de sacos de burucha y de trozos de madera para la venta, a su vez dándole tratamiento a los problemas en la parte de materiales con el tema del mal manejo de los desechos, así como un espacio adecuado para que se almacene de manera correcta. Asimismo, para los problemas del método, tal como lo indican las ventajas, se estaría aprovechando todo el espacio disponible, incorporando espacios adecuados para trabajar. Por parte de las mediciones, el hecho de contar con una oficina, permitiría que se lleven este tipo de controles de bases de datos y que se cree un registro histórico. Para el método, se evidencia una distribución según el proceso productivo, evitando reprocesos. Finalmente, la maquinaria contaría con una ubicación estratégica y se podría dar un mantenimiento preventivo de las máquina dentro de los planes de actividades.

Se sabe que los tiempos y desperdicios por eliminar son los de producción, sin embargo, como complemento a la propuesta elegida se trabajó en un punto para disminuir estos durante el proceso de instalación, por ello se expone la incorporación de una hoja de *check list* para la hora en que se planea ir a hacer una instalación. El contenido de este *check list* es un conglomerado de todas las herramientas, utensilios e insumos que requiere el operario para efectuar la instalación donde el cliente y con esto poder asegurarse que lleva todos los materiales indispensables para no tener atrasos en la instalación y mitigar el tiempo ocioso que se da muchas veces, pues se convierte en gastos para el taller y tiempo mal utilizado; ya que, dependiendo de lo que falte y de lo lejos que se encuentren del taller, deben de salir a comprar o bien devolverse hasta el taller por los faltantes incurriendo siempre en gastos de combustible y económicos en general por las compras innecesarias realizadas.

El diseño creado para el taller de la hoja *check list* es el que se presenta en la Figura 39:

Figura 39 Hoja *check list* para instalaciones

Check list instalación de proyectos Ebanistería Tuca		
Tipo de proyecto:		
Lugar de instalación:		
Fecha:		
Cantidad de operarios requeridos:		
Tipo de requerimiento	Estado	
Herramienta	Si	N.A
Patín		
Lijadoras		
Taladros		
Cepillo eléctrico		
Brocas		
Formones		
Caladora		
Sierra ingletadora		
Compresor		
Pistola para pintar		
Martillos		
Router		
Espátulas		
Alicate		
Extensión		
Insumos		
Barniz		
Tinte		
Clavos		
Thinner		
Sellador		
Cola		
Masilla		
Tornillos		
Bisagras		
Tacos de madera		

Nota: Adriana Araya Valverde

Como se explicó el objetivo de esta hoja es realizar una revisión a la hora de tener que ir a instalar un mueble, especificar el tipo de proyecto que es, ya que, dependiendo de esto, se elegirán los materiales que se deben de llevar; así como los datos del lugar de la instalación, la fecha y la cantidad de operarios requeridos para la instalación. Con esta revisión previa se mitiga tiempo de más y gastos innecesarios.

Plan De Implementación.

Para el plan de implementación se consultó con el constructor que realizó las cotizaciones, con el fin de saber cuál es el plazo establecido de la obra y en dado caso poder conocer el nivel de avance del proyecto de acuerdo con las diferentes etapas, por medio de las cuales se conformaría la obra.

Para proyectar esta información se realizó un Diagrama de Gantt, el cual se encuentra a continuación en la Figura 40.

Figura 40 Diagrama de Gantt plan de implementación.

Actividad	Días																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Sacar niveles	■																				
Hacer el perímetro	■																				
Huequear para montar las bases		■																			
Levantar la estructura			■	■	■	■	■														
Hacer cortes				■	■	■	■														
Forrar con zinc y malla								■	■	■											
Instalación eléctrica											■	■									
Divisiones internas													■	■	■	■	■	■			
Levantar la estructura liviana													■								
Forrar las paredes													■								
Empastar														■							
Lijado de paredes														■							
Pintar															■						
Montar cielo raso																■					
Poner la cerámica																	■				
Montar las cortinas corredizas																		■			
Mezclar y chorrear piedra																			■		
Detalles finales de construcción																				■	
Instalación de máquinas																					■

Nota: Adriana Araya Valverde

El diagrama de Gantt anterior, muestra la lista de las actividades que son requeridas para la implementación de la propuesta, así como la duración en días de cada actividad, ocupando una

mayor cantidad de días la creación de las divisiones internas del taller que serán requeridas para el espacio del comedor, servicios sanitario y oficina, pues son las únicas divisiones fijas que se van a encontrar en toda la planta, a excepción de las estaciones de lijado y pintura, las cuales llevan una división, pero ningún tipo de pared, sino de cortinas corredizas que permitan que están se pueda cerrar solamente para la ejecución del proceso, para estas actividades se requieren de un total de 6 días.

Seguidamente, el levantamiento de la estructura externa sería de 5 días, recordando que esta estructura es de 1 metro de zinc estructural y 1,90 metros de malla, cabe volver a señalar que una parte del taller actualmente ya tiene la estructura.

En total, la implementación de este proyecto se llevaría 21 días hábiles, contando de lunes a viernes, 9 horas laborales, por lo tanto, se llevaría aproximadamente 1 mes en la construcción de la propuesta.

Este plan, por supuesto, involucra una ejecución de todas las tareas correspondientes para hacer realidad el proyecto, así como la incorporación de las personas encargadas y responsables de cada actividad de acuerdo con la asignación de tareas que establezca el maestro de obras, con el propósito de ver en funcionamiento el taller para lograr sus objetivos de crecimiento y ampliación en un trabajo eficiente y eficaz.

Es importante recalcar algunas de las ventajas que se obtienen con la elaboración del plan de negocios:

1. Se da una construcción en orden.
2. Ayuda a prevenir posibles riesgos identificados.
3. Ayuda a hacer realidad el negocio.
4. Se planifica de la manera más realista posible.
5. Permite al contratante llevar un hilo de seguimiento de la obra.
6. Priorizar tareas.
7. Evaluación de las tareas.

Adicional del diagrama de Gantt con el orden, secuencia y duración de las acciones, también se pensó en complementar esta labor con las fichas técnicas de trabajo para las actividades, como se muestra seguidamente en la Figura 41.

Figura 41 Ficha de actividad

Ficha de la actividad	
Actividad	
Responsable	
Resultado	
Tiempo de ejecución	
Presupuesto	
Acciones necesarias para su puesta en marcha	

Nota: Adriana Araya Valverde

Para efectos de la ficha anterior, los resúmenes serían:

1. Actividad. Es el nombre de la actividad.
2. Responsable: Es la persona responsable de la actividad.
3. Resultado: El resultado o producto que se espera lograr con la actividad.
4. Tiempo de ejecución: El tiempo de duración de la actividad. El plazo debe ser realista y reducirse lo más posible, pues cuanto más se retrase, mayor será la demora en recuperar lo invertido y mayor será el gasto financiero.
5. Presupuesto destinado: Monto asignado a la actividad.
6. Descripción de acciones o tareas: Lista de tareas o acciones que son necesarias para ejecución de actividad.

Análisis Económico.

En este apartado se desarrolla el estudio de la evaluación económica del proyecto, con el propósito de conocer la rentabilidad lograda, de forma que se pueda resolver la necesidad actual.

La estimación de este proyecto ayuda a decretar los costos y beneficios financieros con el fin de ponderar los datos, tanto positivos como negativos, y así comprobar la rentabilidad y viabilidad del plan, estableciendo las operaciones necesarias para recopilar toda la información económica y financiera mediante la evaluación de Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Este análisis se realizó por medio de dos escenarios, el primero con financiamiento de una entidad bancaria y el segundo con el capital propio de la empresa.

Una vez que se determinó la inversión que se requiere para la propuesta elegida, se calculó el flujo neto de efectivo, el cual es la diferencia entre los ingresos y los egresos, datos que fueron brindados por la empresa y que se encuentran en un periodo anual desde marzo 2020 a marzo 2021 mostrados en la Tabla 26

Tabla 26 Flujo neto de efectivo

Presupuesto anual Marzo 2020 a Marzo 2021			
Mes	Ingresos totales	Egresos totales	Flujo neto de efectivo
mar-20	₡ 1 895 780,00	₡ 1 162 890,89	₡ 732 889,11
abr-20	₡ 887 130,00	₡ 458 165,45	₡ 428 964,55
may-20	₡ 1 390 331,00	₡ 845 166,17	₡ 545 164,83
jun-20	₡ 1 011 665,00	₡ 620 832,61	₡ 390 832,39
jul-20	₡ 1 879 645,00	₡ 1 064 822,66	₡ 814 822,34
ago-20	₡ 1 352 115,00	₡ 798 057,96	₡ 554 057,04
sep-20	₡ 1 716 270,00	₡ 970 135,34	₡ 746 134,66
oct-20	₡ 807 685,00	₡ 533 842,50	₡ 273 842,50
nov-20	₡ 986 240,00	₡ 633 120,27	₡ 353 119,73
dic-20	₡ 1 960 350,00	₡ 1 160 175,23	₡ 800 174,77
ene-21	₡ 1 230 000,00	₡ 748 300,64	₡ 481 699,36
feb-21	₡ 1 666 385,00	₡ 963 193,07	₡ 703 191,93
Total	₡ 16 783 596,00	₡ 9 958 702,79	₡ 6 824 893,21

Nota: Ronald Araya Valverde (Propietario de la empresa)

Seguidamente, se calcula el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) para el escenario con financiamiento bancario y con capital propio, los cuales son calculados por medio de las siguientes fórmulas.

En la Figura 42 se muestra la fórmula para el valor actual neto.

Figura 42 Fórmula del VAN

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

Nota: Google imágenes.

Y en la Figura 43 se observa la fórmula para la tasa interna de retorno.

Figura 43 Fórmula del TIR

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Nota: Google imágenes.

Adicional a esto, se calculó la tasa de crecimiento anual que tendría el taller con el fin de conocer cuánto crecería la empresa anualmente con la ampliación desarrollada, este cálculo se aprecia en la Figura 44.

Figura 44 Fórmula tasa de crecimiento anual

$$\text{Tasa de crecimiento anual} = \frac{\text{Valor final} - \text{Valor inicial}}{\text{Valor inicial}}$$

Nota: Página web de wikiHow

El resultado de este cálculo de crecimiento es el que se muestra en la Figura 45.

Figura 45 Cálculo de la tasa de crecimiento anual

$$\text{Tasa de crecimiento} = \frac{16.783.596,00 - 13.210.680,00}{13.210.680,00} \times 100 = 27\%$$

Nota: Adriana Araya Valverde.

Este 27% es la tasa de crecimiento que se ha tenido desde el 2017, año que inició sus proyectos formalmente, al 2020, es decir, 4 años, por lo tanto, este dato se divide entre 4 para sacar el valor anual, tal como se presenta en la Figura 46.

Figura 46 División anual de la tasa de crecimiento

$$\text{Tasa de crecimiento anual} = \frac{0,27}{4} \times 100 = 6,80\%$$

Nota: Adriana Araya Valverde.

Sabiendo el crecimiento anual que ha venido teniendo el taller, se toma este mismo dato para determinar el crecimiento que seguirá teniendo en los próximos años con un escenario conservador.

VAN y TIR con financiamiento

Se calculó el VAN y el TIR con el propósito de conocer la rentabilidad del proyecto con un escenario de financiamiento bancario, dando como resultado los datos mostrados en la Tabla 27.

Tabla 27 Cálculo del VAN y el TIR con financiamiento

Con Financiamiento		
	Tasa de descuento	9,35%
	Inversión inicial	-¢ 7 600 000
Flujo Neto de Efectivo Proyectado	Año 1	¢ 4 815 744,43
	Año 2	¢ 5 143 215,05
	Año 3	¢ 5 492 953,67
	Año 4	¢ 5 866 474,52
	Año 5	¢ 6 265 394,79
	VAN	¢13 416 546,27
	TIR	62%

Nota: Adriana Araya Valverde.

Para este cálculo se tomó el monto de la inversión, el cual se redondea a ₡7 600 000,00 los flujos de los cinco años proyectados con la tasa de crecimiento de 6,80% y la tasa de descuento, la cual está dada por la tasa de interés de crédito para PYMES del Banco Nacional de Costa Rica, para este caso el VAN es de un monto de ₡13 416 546,27 y el TIR de 62% lo que evidencia que el proyecto es rentable para la empresa.

VAN y TIR sin financiamiento

Para este caso, se calculó el VAN y el TIR con el fin de conocer la rentabilidad del proyecto con un escenario sin financiamiento bancario, es decir, con capital propio, obteniendo como resultado los datos mostrados en la Tabla 28.

Tabla 28 Cálculo del VAN y el TIR sin financiamiento

Sin Financiamiento		
	Tasa de descuento	9,35%
	Inversión inicial	-₡ 7 600 000
Flujo Neto de Efectivo Proyectado	Año 1	₡ 6 824 893,21
	Año 2	₡ 7 288 985,95
	Año 3	₡ 7 784 636,99
	Año 4	₡ 8 313 992,31
	Año 5	₡ 8 879 343,79
	VAN	₡22 184 737,56
	TIR	92%

Nota: Adriana Araya Valverde.

En este caso el VAN es de ₡22 184 737,56 y el TIR de 92% tomando de igual forma una tasa de crecimiento de 6,80% y una tasa de descuento de acuerdo con la referencia del Banco Nacional de Costa Rica en crédito para PYMES, asimismo evidenciando la rentabilidad del proyecto.

Cabe recalcar que la variación del TIR de un 62% con financiamiento a un 92% sin financiamiento, se debe a que la opción con financiamiento debe cubrir la cuota del banco que implica el pago de intereses, gastos administrativos y demás obligaciones que con la opción sin financiamiento no son requeridas.

Sin embargo, teniendo estos dos escenarios, se le recomienda al taller inclinarse por la opción de financiamiento por medio de una entidad bancaria, ya que al ser un crédito PYMES su tasa de interés es baja y con esto evita utilizar fondos propios para que el taller cuente con liquidez suficiente y llevar a cabo los proyectos con un menor riesgo de quedarse sin capital.

REFERENCIAS

- Argüelles, C., Médez , E., López, M., y Herrera, L. (2019). Estudio de localización y distribución de planta para una maquiladora de productos textiles de la región de Misantla. *Revista Ingeniantes* , 3(2), 2-7. Recuperado de <https://bit.ly/3pP13Ud>
- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal , M.A., Baca C., G., Gutiérrez, J.C., Pacheco , A.A., Rivera , A. y Obregón, M.G. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Grupo Editorial Patria .
- Barojas, E., Osorio, C., Juárez, V., Márquez, S., y Medina , J. (2019). Distribución en planta, análisis y diseño. *Academia Journals*, 11(4), 1-19. Recuperado de <https://www.uv.mx/orizaba/ingenieria/files/2020/06/1.-DISTRIBUCION-EN-PLANTA-COMPLETO.pdf>
- Calderón , O. (2018). *Diseño de la distribución en planta para la línea de producción en la empresa Tejido Marko´s*. [Licenciatura en Ingeniería Industrial], Universidad Técnica del Norte, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8154>
- Contreras , A., Cárdenas , C., González , J., Toloza , S., Zambrado , L., y Pulido , A. (2019). Herramientas estadísticas para la mejora del control de inventarios: un caso de estudio . *Revistas Científicas Universidad Simón Bolívar*, 10(1), 14-25. Recuperado de <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/article/view/3486>
- Haro, S. (2018). *Mejora de la productividad mediante la aplicación de la teoría de restricciones en la fabricación de sillas de la empresa Muebles de Acero Viteri*. [Magíster en Gestión Industrial y Sistemas Productivos], Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador. Recuperado de <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/9326/1/20T01122.PDF>
- Hernández , R., Fernández , C., y Baptista , M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill Education .

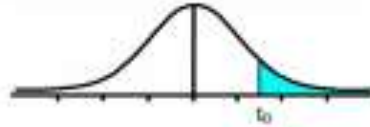
- Mejía , C., Orozco, B., y Palencia, J. (2017). Propuesta de rediseño de distribución de espacios de almacenamiento, *layout. Mercatec*, 3(53), 1-8. Recuperado de <http://revistas.esumer.edu.co/index.php/mercatec/article/view/163>
- Niebel, B., y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Mc Graw Hill.
- Ospina , J. (2016). *Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate, Lima, Perú*. [Licenciatura en Ingeniería Industrial], Universidad San Ignacio de Loyola, Perú. Recuperado de <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/2470>
- Otavalo, C. (2017). *Estudio de la distribución de planta en el área de hornos para el aprovechamiento de espacios y recursos en la empresa Industria Metálica Cotopaxi en el periodo 2016-2017*. [Licenciatura en Ingeniería Industrial], Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4394/1/PI-000557.pdf>
- Pantoja, C., Orejuela, J., y Bravo, J. (2017). Metodología Delaware, distribución Delaware, plantas en ambientes Delaware agrupación celular. *Science Direct*, 33(143), 132-140. doi:<https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.03.003>
- Paredes, A., Peláez, K., Chud, V., Payan, J., y Alarcón, R. (2016). Rediseño de una planta productora de lácteos mediante la utilización de las metodologías SLP, CRAFT y QAP. *Scientia et Technica*, 21(4), 318-327. doi:<https://doi.org/10.22517/23447214.12571>
- Relayze, A. (2019). *Optimización en el sistema de control de producción en una fábrica de hielo*. [Licenciatura en Ingeniería Industrial], Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625744/relayze_ea.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Requejo, B. (2021). *Distribución de planta para incrementar la productividad en la empresa Multiservicios Arriola S.R.L. Chiclayo-2019*. [Licenciatura en Ingeniería Industrial] Universidad Señor de Sipán, Pimentel-Perú. Recuperado de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7710/Requejo%20Rodr%c3%adguez%20Beysmer%20%26%20Requejo%20Rodr%c3%adguez%20Jos%c3%a9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, D. (2017). *Distribución de planta para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Pinturas y Diluyentes Evan's, Carvallo, 2017*. [Licenciatura en Ingeniería Industrial], Universidad César Vallejo , Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/22966>
- Sandí, S. (2020). *Diseño de la distribución de planta y procesos para la comercialización de papaya Pococí en la empresa Agropecuaria Río Balsar de Osa S.A*. [Licenciatura en Ingeniería Industrial], Universidad Internacional de las Américas, Aranjuez, Costa Rica.
- Secaira, L., y Bazan, J. (2018). *Planificación y programación del proceso constructivo de cinementación superficial y estructura de pavimento de la obra songa*. [Licenciatura en Ingeniería Civil], Universidad de Guayaquil , Guayaquil-Ecuador.
- Solano, A. (2020). *Propuesta de una redistribución de la planta en la empresa Disanz*. [Licenciatura en Ingeniería Industrial], Universidad Internacional de las Américas, San José, Costa Rica.
- Uriarte , A. (2018). *Rediseño de Layout para mejorar la productividad en el área del almacén de la empresa Tai Loy S.A. - Cajamarquilla, 2018*. Recuperado de [Licenciatura en Ingeniería Industrial], Universidad César Vallejo, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/22888>

APÉNDICES

Apéndice 1 Tabla T-Student

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6956	2.0396	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800

50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778
51	0.6793	1.2984	1.6753	2.0076	2.4017	2.6757
52	0.6792	1.2980	1.6747	2.0066	2.4002	2.6737
53	0.6791	1.2977	1.6741	2.0057	2.3988	2.6718
54	0.6791	1.2974	1.6736	2.0049	2.3974	2.6700
55	0.6790	1.2971	1.6730	2.0040	2.3961	2.6682
56	0.6789	1.2969	1.6725	2.0032	2.3948	2.6665
57	0.6788	1.2966	1.6720	2.0025	2.3936	2.6649
58	0.6787	1.2963	1.6716	2.0017	2.3924	2.6633
59	0.6787	1.2961	1.6711	2.0010	2.3912	2.6618
60	0.6786	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603
61	0.6785	1.2956	1.6702	1.9996	2.3890	2.6589
62	0.6785	1.2954	1.6698	1.9990	2.3880	2.6575
63	0.6784	1.2951	1.6694	1.9983	2.3870	2.6561
64	0.6783	1.2949	1.6690	1.9977	2.3860	2.6549
65	0.6783	1.2947	1.6686	1.9971	2.3851	2.6536
66	0.6782	1.2945	1.6683	1.9966	2.3842	2.6524
67	0.6782	1.2943	1.6679	1.9960	2.3833	2.6512
68	0.6781	1.2941	1.6676	1.9955	2.3824	2.6501
69	0.6781	1.2939	1.6672	1.9949	2.3816	2.6490
70	0.6780	1.2938	1.6669	1.9944	2.3808	2.6479
71	0.6780	1.2936	1.6666	1.9939	2.3800	2.6469
72	0.6779	1.2934	1.6663	1.9935	2.3793	2.6458
73	0.6779	1.2933	1.6660	1.9930	2.3785	2.6449
74	0.6778	1.2931	1.6657	1.9925	2.3778	2.6439
75	0.6778	1.2929	1.6654	1.9921	2.3771	2.6430
76	0.6777	1.2928	1.6652	1.9917	2.3764	2.6421
77	0.6777	1.2926	1.6649	1.9913	2.3758	2.6412
78	0.6776	1.2925	1.6646	1.9908	2.3751	2.6403
79	0.6776	1.2924	1.6644	1.9905	2.3745	2.6395
80	0.6776	1.2922	1.6641	1.9901	2.3739	2.6387
81	0.6775	1.2921	1.6639	1.9897	2.3733	2.6379
82	0.6775	1.2920	1.6636	1.9893	2.3727	2.6371
83	0.6775	1.2918	1.6634	1.9890	2.3721	2.6364
84	0.6774	1.2917	1.6632	1.9886	2.3716	2.6356
85	0.6774	1.2916	1.6630	1.9883	2.3710	2.6349
86	0.6774	1.2915	1.6628	1.9879	2.3705	2.6342
87	0.6773	1.2914	1.6626	1.9876	2.3700	2.6335
88	0.6773	1.2912	1.6624	1.9873	2.3695	2.6329
89	0.6773	1.2911	1.6622	1.9870	2.3690	2.6322
90	0.6772	1.2910	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316
91	0.6772	1.2909	1.6618	1.9864	2.3680	2.6309
92	0.6772	1.2908	1.6616	1.9861	2.3676	2.6303
93	0.6771	1.2907	1.6614	1.9858	2.3671	2.6297
94	0.6771	1.2906	1.6612	1.9855	2.3667	2.6291
95	0.6771	1.2905	1.6611	1.9852	2.3662	2.6286
96	0.6771	1.2904	1.6609	1.9850	2.3658	2.6280
97	0.6770	1.2903	1.6607	1.9847	2.3654	2.6275
98	0.6770	1.2903	1.6606	1.9845	2.3650	2.6269
99	0.6770	1.2902	1.6604	1.9842	2.3646	2.6264
100	0.6770	1.2901	1.6602	1.9840	2.3642	2.6259
∞	0.6745	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758

Nota: Google imágenes.

Apéndice 2 Tabla de suplementos personales

TABLA DE SUPLEMENTOS PERSONALES


INDEPENDIENTES DEL TRABAJO	NECESIDADES PERSONALES	HOMBRE 5%	MUJER 7%
	FATIGA BASICA	HOMBRE 4%	MUJER 4%

DESDE ENERO DE 1999 DESAPARECE LA DIFERENCIA DE COEFICIENTES ENTRE HOMBRES Y MUJERES, QUEDANDO EN VIGOR LA QUE ANTES SE ASIGNABA A LOS HOMBRES

DEPENDIENTES DEL PUESTO	ESFUERZO ESTÁTICO	SENTADO	DE PIE TRONCO VERTICAL		TRONCO INCLINADO 45°		TRONCO INCLINADO HACIA ATRÁS (FOSO)		TRONCO INCLINADO 90° ECHADO ESTRADO			
		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER			
		0% 0%	2% 4%	4% 7%	7% 9%	9% 11%						
	ESFUERZO DINÁMICO	2,5 KG	5 KG		7,5 KG		10 KG		12,5 KG		15 KG	
		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	
		0% 1%	1% 2%	2% 3%	3% 4%	4% 6%	5% 8%					
		17,5 KG	20 KG		22,5 KG		25 KG		30 KG		35,5 KG	
		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	
		7% 10%	9% 13%	11% 16%	13% 20%	17% -	22% -					
	DE ORIGEN CELULAR	CIERTA PRECISION	DE PRECISION O FATIGOSO		DE GRAN PRECISION O MUY FATIGOSO							
HOMBRE MUJER		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER								
	0% 0%	2% 2%	5% 5%									
DE ORIGEN MEDULAR (MONOTONIA)	ALGO MONOTONO	BASTANTE MONOTONO		MUY MONOTONO								
	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER								
	0% 0%	1% 1%	4% 4%									
DE ORIGEN MEDULAR TEDIO	ALGO ABURRIDO	CICLOS DE 0.11 A 0,50 MIN.		CICLOS DE 0 A 0.10 MIN.		TRABAJOS MUY ABURRIDOS						
	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER						
	0% 0%	1% 0%	2% 1%	5% 2%								
DEPENDIENTES DEL AMBIENTE	CONDICIONES ATMOSFERICAS (INDICE DE ENFRIAMIENTO)	16	14		12		10		8			
		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER			
		0% 0%	0% 0%	0% 0%	3% 3%	10% 10%						
		6	5		4		3		2			
	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER			
		21% 21%	31% 31%	45% 45%	54% 54%	100% 100%						
	VIBRACIONES LUMINOSAS	LIGERAMENTE POR DEBAJO DE LA ILUMINACION RECOMENDADA	NECESIDAD DE ALUMBRADO ESPECIAL		BASTANTE POR DEBAJO DE LA ILUMINACION RECOMENDADA		RETOQUE, SOLDADURA (NO ARCO)		ILUMINACION ABSOLUTAMENTE INSUFICIENTE (SOLDADURA POR ARCO)			
		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER		
		0% 0%	1% 1%	2% 2%	3% 3%	5% 5%						
	VIBRACIONES ACUSTICAS (RUIDO)	CONTINUO	INTERMITENTE Y FUERTE		EXTRIDENTE Y MUY FUERTE							
HOMBRE MUJER		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER								
	0% 0%	2% 2%	5% 5%									




Nota: Alejandro Leiva González

Apéndice 3 Cotización en línea EPA materiales

EPA 

[Productos](#) [Preferidos](#) [Nuevos](#) [Tiendas](#) [Ideas](#) [Promociones](#) [Temporadas](#) [Espacio](#) [Acción Social](#) [Folleto](#) [Inicio sesión](#)

Carrito de Compras

Artículo	Precio	Cantidad	Subtotal
 <p>Tubo led glass t8 18w 4000k</p>	€3.495,00	16	€55.919,99
<div style="float: right;"> <p>Resumen</p> <p>Estimación de envío e impuestos -</p> <p>Subtotal €197.053</p> <p>Impuesto €25.617</p> <p>Total €222.670 IVA</p> <p>Pagar</p> </div>			
 <p>Lámpara antipolvo de 2 luces para tubos led t8 - no incluye bombillos</p>	€15.950,00	8	€127.599,97
 <p>Bombillo led luz fría a60 10w e27</p>	€2.750,00	3	€8.250,00



Interruptor sencillo blanco línea plata

€1.050,00

€9.449,96



Pomo esfera con llave bronce antiguo



€7.150,00

€21.449,99




Nota: EPA en línea

Apéndice 4 Cotización EPA extintores

EPA  

[Productos](#) [Preferidos](#) [Nuevos](#) [Tiendas](#) [Ideas](#) [Promociones](#) [Temporadas](#) [Espacio](#) [Acción Social](#) [Folleto](#) [Inicio sesión](#)

Carrito de Compras

Artículo	Precio	Cantidad	Subtotal
 <p>Extintor abc 2,3 lb</p>	€6.950,00	3	€20.849,99

Resumen

Estimación de envío e impuestos -

Subtotal €18.451

Impuesto €2.399

Total €20.850 IVA

Nota: Epa en línea

Apéndice 5 Proforma propuesta 1 Ferremax Hnos. Araya

0

FERREMAX HNOS ARAYA S.A
 Ced. 3-101-672778 / Tels: 2548-1919
 Ventas: 6040-2173 / 6040-2094

Nro. 171315
 Fecha 21/05/2021
 Pagina 1

PROFORMA

Propuesto a:

CLIENTE CONTADO
 Tlf:
 EBANISTERIA TUCA

Codigo:01

Enviado a:

Tlf:

Enviar: Entrega

Terminos: Efectivo

Vendedor:

Referencia:

Codigo producto	Descripcion del producto	Cantidad	Precio Unit. Cl.	Subtotal Cl.
100155	TUBO EST 3x3x1.5mm GALV	13.00	15,900.00	206,700.00
10451005	LAMINA RECT #26 ROJA ALU 0.45 1.07X3.66MTS	75.00	13,092.92	981,969.00
100019	PERLIN 2x3x1.5 GALV	69.00	8,862.02	611,479.38
100311	MALLA CICLON #10 2MTS	51.80	4,511.00	233,669.80
014080	TORN TECHO 2" PB ROJO	1,500.00	44.41	66,615.00
130053	GYP SUM LAMINA INTERIOR BLANCA	22.00	4,372.28	96,190.16
130345	GYP SUM STUD 3"x8 0.36	35.00	929.49	32,532.15
100225	GYP SUM T-TRACK 3x10 CAL.36	10.00	1,127.19	11,271.90
1200	TORN GYP TRACK 1/2 PFINA	500.00	5.82	2,910.00
010005	TORN GYP 1 PFINA	500.00	3.90	1,950.00
130180	GYP SUM CINTA JUNTA ADHESIVA 2" 75m	1.00	1,826.62	1,826.62
130292	MASILLA GYP EASY FINISH CUBETA	1.00	18,911.00	18,911.00
1371	TUBO CONCRETO 8"X 065MTS CP	13.00	3,812.50	49,562.50
130008	ARENA NEGRA TAJO	2.00	16,784.54	33,569.08
130009	PIEDRA 4" CUARTA	2.00	14,072.70	28,145.40
100077	CEMENTO GRIS 50 KG SANSON VERDE	22.00	5,424.65	119,342.30
070790	TOMA DOBLE POLAR EAGLE PLATA 1009-W	15.00	1,688.21	25,323.15
071050	TUBO CONDUIT 1/2" TIPO A MC	25.00	772.20	19,305.00
1712	CABLE THNN # 12 ROJO CONDUMEX	75.00	295.75	22,181.25
6091	SW PENN BASE LATEX MATE B/DEEP K53WSA53-1	2.00	10,400.02	20,800.04
100012	VARILLA DEF #3 6MTS GR40	12.00	2,369.46	28,433.52
104239	TUBO RED 1x1.5mm NEGRO	7.00	3,900.93	27,306.49
100239	SOLDADURA 3/32 6013 HILCO	5.00	5,205.23	26,026.15

0

FERREMAX HNOS ARAYA S.A
 Ced. 3-101-672778 / Tels: 2548-1919
 Ventas: 6040-2173 / 6040-2094

Nro: 171315
 Fecha: 21/05/2021
 Pagina: 2

PROFORMA

Propuesto a:

CLIENTE CONTADO
 Tlf:
 EBANISTERIA TUCA

Codigo:01

Enviado a:

Tlf:

Enviar: Entrega

Terminos: Efectivo

Vendedor:

Referencia:

Codigo producto	Descripcion del producto	Cantidad	Precio Unit. C/.	Subtotal C/.
100012	VARILLA DEF #3 6MTS GR40	4.00	2,369.46	9,477.84
31442500	LAVATORIO ALDOSA BLANCO	1.00	9,762.42	9,762.42
31320315	INODONIS BLANCO ECO MAYIS	1.00	48,429.66	48,429.66
64420680	FREGADERO MAYIS 1T 2B EMP 0.7X0.50X1.50MTS	1.00	27,772.71	27,772.71
36787	DUCHA CORONA GORDUCHA 110V	1.00	10,685.55	10,685.55
130009	PIEDRA 4" CUARTA	2.00	14,072.70	28,145.40
130008	ARENA NEGRA TAJO	2.00	16,784.54	33,569.08
160221	PISO CERAMI/ 34.2x34.2 HAYA PARQUET FIORENTINA CJ 2.15	22.00	3,651.80	80,339.60
060149	PVC TUBO 4" SDR-64	3.00	8,641.62	25,924.86
060195	PVC CODO 90" DRENAJE 4"	6.00	1,822.50	10,935.00
060257	PVC TUBO 1" SCH-40	6.00	10,304.98	61,829.88
130198	PIEDRA 5" QUINTA	0.50	12,279.71	6,139.86
		3,007.30	Subtotal	3,019,031.75

Impuesto: 387,545.64

TOTAL C/.	3,406,577.39
-----------	--------------

Nota: Ferremax Hnos. Araya S.A.

Apéndice 6 Proforma propuesta 2 Ferremax Hnos. Araya

0

FERREMAX HNOS ARAYA S.A
 Ced. 3-101-672778 / Tels: 2548-1919
 Ventas: 6040-2173 / 6040-2094

Nro. 171316
 Fecha 21/05/2021
 Pagina 1

PROFORMA

Propuesto a:

CLIENTE CONTADO
 Tlf.:
 EBANISTERIA TUCA
 Código:01

Enviado a:

Tlf.:

Enviar: Entrega

Terminos: Efectivo

Vendedor:

Referencia:

Código producto	Descripción del producto	Cantidad	Precio Unit. Cl.	Subtotal Cl.
100155	TUBO EST 3x3x1.5mm GALV	14.00	15,900.00	222,600.00
10451005	LAMINA RECT #26 ROJA ALU 0.45 1.07X3.66MTS	77.00	13,092.92	1,008,154.84
100019	PERLIN 2x3x1.5 GALV	69.00	8,862.02	611,479.38
100311	MALLA CICLON #10 2MTS	51.80	4,511.00	233,669.80
014080	TORN TECHO 2" PB ROJO	1,500.00	44.41	66,615.00
130053	GYPSUM LAMINA INTERIOR BLANCA	22.00	4,372.28	96,190.16
130345	GYPSUM STUD 3"x8 0.36	35.00	929.49	32,532.15
1000225	TUBO IND 1x2x1.2mm GALV	10.00	6,741.34	67,413.40
1200	TORN GYP TRACK 1/2 PFINA	500.00	5.82	2,910.00
010005	TORN GYP 1 PFINA	500.00	3.90	1,950.00
130180	GYPSUM CINTA JUNTA ADHESIVA 2" 75m	1.00	1,826.62	1,826.62
130292	MASILLA GYP EASY FINISH CUBETA	1.00	18,911.00	18,911.00
1371	TUBO CONCRETO 8"X 0.65MTS CP	14.00	3,812.50	53,375.00
130008	ARENA NEGRA TAJO	2.00	16,784.54	33,569.08
130009	PIEDRA 4" CUARTA	2.00	14,072.70	28,145.40
100077	CEMENTO GRIS 50 KG SANSON VERDE	22.00	5,424.65	119,342.30
070790	TOMA DOBLE POLAR EAGLE PLATA 1009-W	17.00	1,688.21	28,699.57
071050	TUBO CONDUIT 1/2" TIPO A MC	27.00	772.20	20,849.40
1712	CABLE THNN # 12 ROJO CONDUMEX	80.00	295.75	23,660.00
6091	SW PENDN BASE LATEX MATE B/DEEP K53WSA53-1	2.00	10,400.02	20,800.04
100012	VARILLA DEF #3 6MTS GR40	10.00	2,369.46	23,694.60
104239	TUBO RED 1x1.5mm NEGRO	7.00	3,900.93	27,306.49
100239	SOLDADURA 3/32 6013 HILCO	5.00	5,205.23	26,026.15

0

FERREMAX HNOS ARAYA S.A
 Ced. 3-101-672778 / Tels: 2548-1919
 Ventas: 6040-2173 / 6040-2094

Nro. 171316
 Fecha 21/05/2021
 Pagina 2

PROFORMA

Propuesto a:

CLIENTE CONTADO
 Tlf:
 EBANISTERIA TUCA
 Código:01

Enviado a:

Tlf:

Enviar: Entrega

Terminos: Efectivo

Vendedor:

Referencia:

Código producto	Descripción del producto	Cantidad	Precio Unit. Cl.	Subtotal Cl.
100012	VARILLA DEF #3 6MTS GR40	4.00	2,369.46	9,477.84
31442500	LAVATORIO ALDOSA BLANCO	1.00	9,762.42	9,762.42
31320315	INOD.ONIS BLANCO ECO MAYIS	1.00	48,429.66	48,429.66
64420680	FREGADERO MAYIS 1T 2B EMP 0.7X0.50X1.50MTS	1.00	27,772.71	27,772.71
36787	DUCHA CORONA GORDUCHA 110V	1.00	10,685.55	10,685.55
130009	PIEDRA 4" CUARTA	2.00	14,072.70	28,145.40
130008	ARENA NEGRA TAJO	2.00	16,784.54	33,569.08
160221	PISO CERAMI/ 34.2x34.2 HAYA PARQUET FIORENTINA CJ 2.15	16.00	3,651.80	58,428.80
060149	PVC TUBO 4" SDR-64	3.00	8,641.62	25,924.86
060195	PVC CODO 90° DRENAJE 4"	6.00	1,822.50	10,935.00
060257	PVC TUBO 1" SCH-40	6.00	10,304.98	61,829.88
130198	PIEDRA 5" QUINTA	0.50	12,279.71	6,139.86
		3,012.30	Subtotal	3,100,821.44

Impuesto: 398,794.34

TOTAL Cl.	3,499,615.78
------------------	---------------------

Nota: Ferremax Hnos. Araya S.A.

Apéndice 7 Proforma propuesta 3 Ferremax Hnos. Araya

0

FERREMAX HNOS ARAYA S.A
 Ced. 3-101-672778 / Tels: 2548-1919
 Ventas: 6040-2173 / 6040-2094

Nro. 171321
 Fecha 21/05/2021
 Página 1

PROFORMA

Propuesto a:

CLIENTE CONTADO
 Tlf:
 EBANISTERIA TUCA
 Código:01

Enviado a:

Tlf:

Enviar: Entrega

Terminos: Efectivo

Vendedor:

Referencia:

Código producto	Descripción del producto	Cantidad	Precio Unit. Cl.	Subtotal Cl.
100155	TUBO EST 3x3x1.5mm GALV	14.00	15,900.00	222,600.00
10451005	LAMINA RECT #26 ROJA ALU 0.45 1.07X3.66MTS	77.00	13,092.92	1,008,154.84
100019	PERLIN 2x3x1.5 GALV	69.00	8,862.02	611,479.38
100311	MALLA CICLON #10 2MTS	51.80	4,511.00	233,669.80
014080	TORN TECHO 2" PB ROJO	1,500.00	44.41	66,615.00
130053	GYP SUM LAMINA INTERIOR BLANCA	22.00	4,372.28	96,190.16
130345	GYP SUM STUD 3"x8 0.36	35.00	929.49	32,532.15
1000225	TUBO IND 1x2x1.2mm GALV	10.00	6,741.34	67,413.40
1200	TORN GYP TRACK 1/2 PFINA	500.00	5.82	2,910.00
010005	TORN GYP 1 PFINA	500.00	3.90	1,950.00
130180	GYP SUM CINTA JUNTA ADHESIVA 2" 75m	1.00	1,826.62	1,826.62
130292	MASILLA GYP EASY FINISH CUBETA	1.00	18,911.00	18,911.00
1371	TUBO CONCRETO 5"X 065MTS CP	14.00	3,812.50	53,375.00
130008	ARENA NEGRA TAJO	2.00	16,784.54	33,569.08
130009	PIEDRA 4" CUARTA	2.00	14,072.70	28,145.40
100077	CEMENTO GRIS 50 KG SANSON VERDE	20.00	5,424.65	108,493.00
070790	TOMA DOBLE POLAR EAGLE PLATA 1009-W	17.00	1,688.21	28,699.57
071050	TUBO CONDUIT 1/2" TIPO A MC	27.00	772.20	20,849.40
1712	CABLE THNN # 12 ROJO CONDUMEX	80.00	295.75	23,660.00
6091	SW PENIN BASE LATEX MATE B/DEEP K53W5A53-1	2.00	10,400.02	20,800.04
100012	VARILLA DEF #3 6MTS GR40	10.00	2,369.46	23,694.60
104239	TUBO RED 1x1.5mm NEGRO	7.00	3,900.93	27,306.49
100239	SOLDADURA 3/32 6013 HILCO	5.00	5,205.23	26,026.15

0

FERREMAX HNOS ARAYA S.A
 Ced. 3-101-672778 / Tel: 2548-1919
 Ventas: 6040-2173 / 6040-2094

Nro. 171321
 Fecha 21/05/2021
 Pagina 2

PROFORMA

Propuesto a:

CLIENTE CONTADO
 Tlf:
 EBANISTERIA TUCA

Codigo:01

Enviado a:

Tlf:

Enviar: Entrega

Terminos: Efectivo

Vendedor:

Referencia:

Código producto	Descripción del producto	Cantidad	Precio Unit. Cl.	Subtotal Cl.
100012	VARILLA DEF #3 6MTS GR40	4.00	2,369.46	9,477.84
31442500	LAVATORIO ALDOSA BLANCO	1.00	9,762.42	9,762.42
31320315	INODONIS BLANCO ECO MAYIS	1.00	48,429.66	48,429.66
64420680	FREGADERO MAYIS 1T 2B EMP 0.7X0.50X1.50MTS	1.00	27,772.71	27,772.71
36787	DUCHA CORONA GORDUCHA 110V	1.00	10,685.55	10,685.55
130009	PIEDRA 4" CUARTA	2.00	14,072.70	28,145.40
130008	ARENA NEGRA TAJO	2.00	16,784.54	33,569.08
160221	PISO CERAMI/ 34.2x34.2 HAYA PARQUET FIORENTINA CJ 2.15	17.00	3,651.80	62,080.60
060149	PVC TUBO 4" SDR-64	3.00	8,641.62	25,924.86
060195	PVC CODO 90" DRENAJE 4"	6.00	1,822.50	10,935.00
060257	PVC TUBO 1" SCH-40	6.00	10,304.98	61,829.88
130198	PIEDRA 5" QUINTA	0.50	12,279.71	6,139.86
		3,011.30	Subtotal	3,093,623.94

Impuesto: 397,858.67

TOTAL Cl.	3,491,482.61
------------------	---------------------

Nota: Nota: Ferremax Hnos. Araya S.A.

Apéndice 8 Cotización contratista propuesta elegida

Cotización obra de construcción

Cliente: Adriana Araya Valverde

Cédula: I-1589-0153

Ubicación: San Juan Sur, Corralillo, Cartago.

Según la visita realizada al lugar de la obra y analizando los requerimientos del cliente, se define un costo de mano de obra por €3.759.917.61 monto equivalente al costo de los materiales requeridos para la obra, el cual estaría regulado por medio de un contrato de tipo suma alzada, donde como contratista me comprometo a entregar la construcción completa para su funcionamiento por este monto sin ningún tipo de variación.

Dentro de esta cotización se toma la construcción del taller junto con la instalación eléctrica y tanque séptico.

La duración de la obra es de 21 días hábiles, laborados de lunes a viernes de 8:00 am a 5:00 pm.

Luis Fallas

Ced. I-1449-0545

Contratista



Nota: Luis Fallas

Apéndice 9 Calculadora en línea crédito PYMES Banco Nacional

Moneda

Colones

Monto a solicitar

7,600,000.00

Monto Máximo: 350,000,000.0 | Monto Mínimo: 100,000.0

Plazo estimado (Meses)

60

Tasa (%)

9.35

Cuota mensual

CRC 159,057.61

Nota: Página web Banco Nacional de Costa Rica

Apéndice 10 Tabla de amortización

MES	# CUOTA	SALDO INICIAL	INTERESES	AMORTIZACION	CUOTA	SALDO FINAL
1/9/2021	1	₡ 7 600 000	₡ 59 217	₡ 99 841	₡ 159 058	₡ 7 500 159
1/10/2021	2	₡ 7 500 159	₡ 58 439	₡ 100 619	₡ 159 058	₡ 7 399 540
1/11/2021	3	₡ 7 399 540	₡ 57 655	₡ 101 403	₡ 159 058	₡ 7 298 137
1/12/2021	4	₡ 7 298 137	₡ 56 865	₡ 102 193	₡ 159 058	₡ 7 195 944
1/1/2022	5	₡ 7 195 944	₡ 56 068	₡ 102 989	₡ 159 058	₡ 7 092 955
1/2/2022	6	₡ 7 092 955	₡ 55 266	₡ 103 792	₡ 159 058	₡ 6 989 163
1/3/2022	7	₡ 6 989 163	₡ 54 457	₡ 104 600	₡ 159 058	₡ 6 884 563
1/4/2022	8	₡ 6 884 563	₡ 53 642	₡ 105 415	₡ 159 058	₡ 6 779 148
1/5/2022	9	₡ 6 779 148	₡ 52 821	₡ 106 237	₡ 159 058	₡ 6 672 911
1/6/2022	10	₡ 6 672 911	₡ 51 993	₡ 107 065	₡ 159 058	₡ 6 565 846
1/7/2022	11	₡ 6 565 846	₡ 51 159	₡ 107 899	₡ 159 058	₡ 6 457 948
1/8/2022	12	₡ 6 457 948	₡ 50 318	₡ 108 739	₡ 159 058	₡ 6 349 208
1/9/2022	13	₡ 6 349 208	₡ 49 471	₡ 109 587	₡ 159 058	₡ 6 239 622
1/10/2022	14	₡ 6 239 622	₡ 48 617	₡ 110 441	₡ 159 058	₡ 6 129 181
1/11/2022	15	₡ 6 129 181	₡ 47 757	₡ 111 301	₡ 159 058	₡ 6 017 880
1/12/2022	16	₡ 6 017 880	₡ 46 889	₡ 112 168	₡ 159 058	₡ 5 905 712
1/1/2023	17	₡ 5 905 712	₡ 46 015	₡ 113 042	₡ 159 058	₡ 5 792 669
1/2/2023	18	₡ 5 792 669	₡ 45 135	₡ 113 923	₡ 159 058	₡ 5 678 746
1/3/2023	19	₡ 5 678 746	₡ 44 247	₡ 114 811	₡ 159 058	₡ 5 563 936
1/4/2023	20	₡ 5 563 936	₡ 43 352	₡ 115 705	₡ 159 058	₡ 5 448 230
1/5/2023	21	₡ 5 448 230	₡ 42 451	₡ 116 607	₡ 159 058	₡ 5 331 624
1/6/2023	22	₡ 5 331 624	₡ 41 542	₡ 117 515	₡ 159 058	₡ 5 214 108
1/7/2023	23	₡ 5 214 108	₡ 40 627	₡ 118 431	₡ 159 058	₡ 5 095 677
1/8/2023	24	₡ 5 095 677	₡ 39 704	₡ 119 354	₡ 159 058	₡ 4 976 323
1/9/2023	25	₡ 4 976 323	₡ 38 774	₡ 120 284	₡ 159 058	₡ 4 856 040
1/10/2023	26	₡ 4 856 040	₡ 37 837	₡ 121 221	₡ 159 058	₡ 4 734 819
1/11/2023	27	₡ 4 734 819	₡ 36 892	₡ 122 165	₡ 159 058	₡ 4 612 653
1/12/2023	28	₡ 4 612 653	₡ 35 940	₡ 123 117	₡ 159 058	₡ 4 489 536
1/1/2024	29	₡ 4 489 536	₡ 34 981	₡ 124 077	₡ 159 058	₡ 4 365 459
1/2/2024	30	₡ 4 365 459	₡ 34 014	₡ 125 043	₡ 159 058	₡ 4 240 416
1/3/2024	31	₡ 4 240 416	₡ 33 040	₡ 126 018	₡ 159 058	₡ 4 114 398
1/4/2024	32	₡ 4 114 398	₡ 32 058	₡ 127 000	₡ 159 058	₡ 3 987 398
1/5/2024	33	₡ 3 987 398	₡ 31 068	₡ 127 989	₡ 159 058	₡ 3 859 409
1/6/2024	34	₡ 3 859 409	₡ 30 071	₡ 128 986	₡ 159 058	₡ 3 730 423
1/7/2024	35	₡ 3 730 423	₡ 29 066	₡ 129 991	₡ 159 058	₡ 3 600 431
1/8/2024	36	₡ 3 600 431	₡ 28 053	₡ 131 004	₡ 159 058	₡ 3 469 427
1/9/2024	37	₡ 3 469 427	₡ 27 033	₡ 132 025	₡ 159 058	₡ 3 337 402
1/10/2024	38	₡ 3 337 402	₡ 26 004	₡ 133 054	₡ 159 058	₡ 3 204 349
1/11/2024	39	₡ 3 204 349	₡ 24 967	₡ 134 090	₡ 159 058	₡ 3 070 258
1/12/2024	40	₡ 3 070 258	₡ 23 922	₡ 135 135	₡ 159 058	₡ 2 935 123
1/1/2025	41	₡ 2 935 123	₡ 22 869	₡ 136 188	₡ 159 058	₡ 2 798 935
1/2/2025	42	₡ 2 798 935	₡ 21 808	₡ 137 249	₡ 159 058	₡ 2 661 686
1/3/2025	43	₡ 2 661 686	₡ 20 739	₡ 138 319	₡ 159 058	₡ 2 523 367
1/4/2025	44	₡ 2 523 367	₡ 19 661	₡ 139 396	₡ 159 058	₡ 2 383 971
1/5/2025	45	₡ 2 383 971	₡ 18 575	₡ 140 483	₡ 159 058	₡ 2 243 488
1/6/2025	46	₡ 2 243 488	₡ 17 481	₡ 141 577	₡ 159 058	₡ 2 101 911
1/7/2025	47	₡ 2 101 911	₡ 16 377	₡ 142 680	₡ 159 058	₡ 1 959 231
1/8/2025	48	₡ 1 959 231	₡ 15 266	₡ 143 792	₡ 159 058	₡ 1 815 439
1/9/2025	49	₡ 1 815 439	₡ 14 145	₡ 144 912	₡ 159 058	₡ 1 670 526
1/10/2025	50	₡ 1 670 526	₡ 13 016	₡ 146 041	₡ 159 058	₡ 1 524 485
1/11/2025	51	₡ 1 524 485	₡ 11 878	₡ 147 179	₡ 159 058	₡ 1 377 306
1/12/2025	52	₡ 1 377 306	₡ 10 732	₡ 148 326	₡ 159 058	₡ 1 228 980
1/1/2026	53	₡ 1 228 980	₡ 9 576	₡ 149 482	₡ 159 058	₡ 1 079 498
1/2/2026	54	₡ 1 079 498	₡ 8 411	₡ 150 647	₡ 159 058	₡ 928 851
1/3/2026	55	₡ 928 851	₡ 7 237	₡ 151 820	₡ 159 058	₡ 777 031
1/4/2026	56	₡ 777 031	₡ 6 054	₡ 153 003	₡ 159 058	₡ 624 028
1/5/2026	57	₡ 624 028	₡ 4 862	₡ 154 195	₡ 159 058	₡ 469 832
1/6/2026	58	₡ 469 832	₡ 3 661	₡ 155 397	₡ 159 058	₡ 314 436
1/7/2026	59	₡ 314 436	₡ 2 450	₡ 156 608	₡ 159 058	₡ 157 828
1/8/2026	60	₡ 157 828	₡ 1 230	₡ 157 828	₡ 159 058	₡ 0

Nota: Adriana Araya Valverde

Apéndice 11 Proceso de secado de la madera



Nota: Taller de Ebanistería Tuca

Apéndice 12 Máquina sierra mesa



Nota: Taller de Ebanistería Tuca

Apéndice 13 Máquina sierra cinta



Nota: Taller de Ebanistería Tuca

Apéndice 14 Máquina canteadora



Nota: Taller de Ebanistería Tuca

Apéndice 15 Máquina trompo



Nota: Taller de Ebanistería Tuca

Apéndice 16 Máquina torno



Nota: Taller de Ebanistería Tuca

Apéndice 17 Máquina cepilladora



Nota: Taller de Ebanistería Tuca

Apéndice 18 Parte del almacenamiento de materia prima



Nota: Taller de Ebanistería Tuca

Apéndice 19 Ejemplo de desperdicio de trozos de madera para leña



Nota: Taller de Ebanistería Tuca

Apéndice 20 Burucha



Nota: Nota: Taller de Ebanistería Tuca