

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA
EMPRESA EDIFICACIONES METÁLICAS SAVI S. A. C. PARA
CUMPLIR CON LA DEMANDA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

ERNESTO FABIAN CASTILLO MIRANDA

ASESOR

Mgtr. OSCAR VÁSQUEZ GERVASI

Chiclayo, 2018

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir, por estar conmigo en cada paso que doy y por haberme permitido llegar hasta este punto de culminar mis estudios.

A mis padres y hermanos, por apoyarme en todo momento al elaborar este proyecto

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Edificaciones Metálicas SAVI S. A. C., por poner a mi disposición los medios necesarios para el desarrollo de este trabajo final de carrera.

Sobre todo, gracias a toda mi familia, el mejor equipo que puedo desear, por darme siempre la fuerza, el ánimo y el cariño para seguir para adelante, ya que sin ellos esto no hubiera sido posible.

A mis amigos, que han estado para apoyarme cuando más lo necesitaba.

RESUMEN

En la actualidad las empresas necesitan una buena organización para poder sobrevivir en el mercado actual, la empresa en la cual se desarrolla esta investigación, está ubicada en el rubro de producción metalmeccánica, denominada Edificaciones Metálicas SAVI S. A. C. , la cual tiene pérdidas económicas, ya sea por la demanda insatisfecha o demoras en el proceso de producción, siendo su ganancia monetaria mensual menor a la esperada.

Esta tesis va a presentar la propuesta de mejora en el sistema productivo de la empresa para disminuir pérdidas económicas; teniendo como primer objetivo diagnosticar el sistema productivo de la empresa, lo cual se obtendrá de recopilar información importante como diagrama de operaciones de proceso, diagrama de análisis de proceso, diagrama de bloques, diagrama de circulación y diagrama Ishikawa de la empresa en mención, analizándose el flujo productivo del producto más representativo de la empresa. Además, de realizar un estudio de tiempos y movimientos. Como segundo objetivo se elaborará la propuesta de mejora en el sistema productivo de la empresa, donde se definirá una metodología de mejora seleccionando las herramientas que pudieran ser identificadas y finalmente se analizó el costo – beneficio de la propuesta, donde se determinara el flujo de caja donde una vez realizado la mejora de proceso se determinara el beneficio.

Los planes de mejora propuestos nos indican un aumento de producción, además de un significativo aumento de la capacidad utilizada de planta a 30% de su capacidad total incrementando la producción para poder reducir sus pérdidas económicas en un 22%.

Finalmente, A través del análisis económico se determinó que la propuesta de mejora es rentable con una tasa interna de retorno del 31% utilizando una tasa de referencia del 12%.

Palabras claves: Sistema Productivo, Pérdidas Económicas

ABSTRACT

At present the companies need a good organization to be able to survive in the current market, the company in which this research is carried out, is located in the metalworking production category, called "Metallic Constructions SAVI SAC", which has economic losses, either due to unsatisfied demand or delays in the production process, with the monthly monetary gain being lower than expected.

This thesis is going to present the proposal of improvement in the productive system of the company to reduce economic losses; Having as the first objective to diagnose the productive system of the company, which will be obtained from gathering important information, both general and specific, of the company in question, analyzing the production flow of the most representative product of the company, for this was taken into account The process analysis diagram (DAP), in addition to performing a study of times and movements. The second objective is to elaborate the proposal for improvement in the company's production system, where an improvement methodology will be defined, selecting the tools that could be identified and finally the cost - benefit of the proposal will be analyzed, where it will be determined. The cash flow where once the process improvement has been determined the benefit

The proposed improvement plans indicate an increase in productivity such as production and labor productivity and a significant increase in plant capacity utilization of 30% of its total capacity by increasing the volume of production to meet demand the company is failing to address.

Finally, through economic analysis it determined that the proposed improvement is profitable with an internal rate of return of 25% using a reference rate of 14%.

KEYWORDS: Productive System, Economic Losses

ÍNDICE

i.	DEDICATORIA.....	2
ii.	AGRADECIMIENTOS.....	3
iii.	RESUMEN.....	4
iv.	ABSTRACT.....	5
I.	INTRODUCCIÓN.....	12
II.	MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	13
	2.1.ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	13
	2.2.FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	14
	2.2.1. Proceso de productivo.....	14
	2.2.2.Indicadores.....	15
	2.2.3.Mejoras en el proceso productivo.....	17
	2.2.4.Perdidas económicas.....	22
	2.2.5.Estación de trabajo.....	23
III.	RESULTADOS.....	24
	3.1. DIAGNOSTICAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA.....	24
	3.1.1. Datos generales.....	24
	3.1.2. Organigrama.....	25
	3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	27
	3.2.1 Productos.....	27
	3.2.2 Clasificación ABC.....	28
	3.2.3 Descripción del producto.....	29
	3.2.4 Materiales e Insumos.....	32
	3.2.5 Talento Humano.....	36
	3.2.6 Equipos y herramientas del proceso de producción.....	36
	3.2.7 Proceso de producción.....	41
	3.2.8 Sistema de producción.....	45
	3.2.9 Análisis para el proceso de producción.....	45
	3.2.10 Estudio de tiempos.....	48
	3.2.11 Indicadores actuales de producción y productividad.....	60
	3.2.12.Descripción de las Causas.....	65
	3.3.IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA.....	71
	3.4.PROPUESTA DE MEJORAS.....	72
	3.5.ELABORAR LA PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA EDFICACIONES METÁLICAS SAVI S.A.C.....	73
	3.5.1 Desarrollo de Mejoras.....	73

3.5.2	Nuevos Indicadores de Producción y Productividad.....	94
3.6	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	101
3.6.1	Proyección de ventas	101
3.6.2.	Beneficios de la propuesta.....	108
3.6.3.	Análisis costos beneficio	109
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
4.1.	CONCLUSIONES.....	114
4.2.	RECOMENDACIONES.....	114
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
VI.	ANEXOS 1	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definición y símbolos de las actividades de un proceso	21
Tabla 2: Datos principales de la empresa edificaciones metálicas savi S.A.C.....	24
Tabla 3: Modelo de silla más vendido de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.” (2016).....	27
Tabla 4: Precio de venta (2016).....	28
Tabla 5: Clasificación ABC de la empresa edificaciones metálicas savi S.A.C. (2016).....	28
Tabla 6: Ficha Técnica de la Silla Pandora	29
Tabla 7: Ficha Técnica del tubo liso.....	32
Tabla 8: Ficha Técnica de Tubo Liso de 5/8” x 6m.	33
Tabla 9: Ficha Técnica de la Pintura para hierro.....	33
Tabla 10: Ficha Técnica del Ácido clorhídrico industrial	34
Tabla 11: Ficha Técnica de Regatones de 7/8”	34
Tabla 12: Ficha Técnica de las piezas de PVC.....	35
Tabla 13: Ficha Técnica de pernos de 10 x 30	35
Tabla 14: Información actual de los operarios de la empresa (2016).....	36
Tabla 15: Especificaciones de la Dobladora.....	37
Tabla 16: Especificaciones del Taladro de pie	37
Tabla 17: Especificaciones del Horno	38
Tabla 18: Especificaciones del Esmeril.....	39
Tabla 19: Especificaciones técnicas de la tronzadora	40
Tabla 20: Especificaciones de la Soldadora Eléctrica	40
Tabla 21: Número recomendado de ciclos de observación	48
Tabla 22: Muestra de ciclo observado.....	49
Tabla 23: Tiempos estándares	51
Tabla 24: Medidas de tubos.....	60
Tabla 25: Costo de mano de obra directa	60
Tabla 26 : Costos indirectos de fabricación.....	61
Tabla 27 : Costos indirectos de fabricación para la silla Pandora	61
Tabla 28: Costo de materiales prima e insumos	61
Tabla 29: Tabla resumen	62
Tabla 30: Tabla de indicadores.....	64
Tabla 31: Pedidos no entregados (2016)	65
Tabla 32: Pérdidas económicas (2016).....	66
Tabla 33: Resumen de causas y sub-causas del problema.....	70
Tabla 34: Metodología propuesta para causa	72
Tabla 35:Diagrama bimanual del cuello de botella(Soldadura)	74
Tabla 36:Diagrama bimanual mejorado del cuello de botella(Soldadura)	75
Tabla 37: Tiempo estándar	77
Tabla 38: Implementos de Seguridad	82
Tabla 39: Nuevos tiempos promedios	93
Tabla 40: Costo de mano de obra directa	94
Tabla 41 : Costos indirectos de fabricación.....	94
Tabla 42 : Costos indirectos de fabricación para la silla Pandora	95
Tabla 43: Costo de materiales prima e insumos	95
Tabla 44: Tabla resumen	96
Tabla 45: Pronóstico y Satisfacción de demanda	98
Tabla 46: Tabla de indicadores.....	100

Tabla 47: Proyección de la demanda mediante el método de regresión lineal 2017	102
Tabla 48: Proyección de la demanda mediante el método de regresión lineal 2018.....	103
Tabla 49: Proyección de la demanda mediante el método de regresión lineal 2019	104
Tabla 50: Proyección de la demanda mediante el método de regresión lineal 2020	105
Tabla 51: Proyección de la demanda mediante el método de regresión lineal 2021	106
Tabla 52: Pronóstico de la demanda.....	107
Tabla 53: Satisfacción de la demanda	107
Tabla 54: Beneficio por ventas	108
Tabla 55: Inversión para la propuesta de mejora.....	109
Tabla 56: Infraestructura industrial	109
Tabla 57 : Equipos de protección personal.....	110
Tabla 58: Costo de mano de obra directa	110
Tabla 59 : Costos indirectos de fabricación.....	110
Tabla 60 : Costos indirectos de fabricación para la silla Pandora	110
Tabla 61: Costo de materiales prima e insumos	111
Tabla 62: Tabla resumen	111
Tabla 63: Flujo de caja de la propuesta	112
Tabla 64: Tiempo de recuperación de la inversión.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estudio de métodos y medidas de Trabajo.....	17
Figura 2: Técnicas de medición del trabajo	18
Figura 3: Símbolos para el diagrama de análisis de proceso.....	20
Figura 4: Diagrama de recorrido	22
Figura 5: Ubicación de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”	25
Figura 6: Organigrama de la empresa.....	26
Figura 7: Modelo de Silla Pandora	29
Figura 8: Fragmento de material residual en el área de taladrado.....	30
Figura 9: Polvillo en el área de trabajo.....	30
Figura 10: Regatones con posibles imperfecciones.....	31
Figura 11: Desperdicios en la empresa Edificaciones metálicas savi S.A.C.....	31
Figura 12: Dobladora.....	37
Figura 13: Taladro de pie.....	38
Figura 14: Horno	38
Figura 15: Esmeril	39
Figura 16 : Tronzadora	40
Figura 17: Soldadora	41
Figura 18 : Proceso de doblado de tubo	42
Figura 19: Proceso de soldadura.....	42
Figura 20 : Proceso de agujereado.....	43
Figura 21: Proceso de lavado.....	43
Figura 22: Proceso de enjuagado.....	44
Figura 23: Proceso de horneado	44
Figura 24: Diagrama de bloques de la empresa “Edificaciones metálicas SAVI S.A.C.”	46
Figura 25: Diagrama de operaciones de proceso de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”	52
Figura 26: Diagrama de análisis de proceso de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”.....	54
Figura 27 : Diagrama de recorrido de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”	58
Figura 28: Cursograma analítico de la empresa edificaciones metálicas savi S.A.C.....	59
Figura 29: Posturas inadecuadas de trabajo.....	67
Figura 30: Posturas inadecuadas de trabajo.....	67
Figura 31: Ambiente de trabajo desordenado.....	68
Figura 32: Desorden en el área de trabajo	69
Figura 33 : No cuenta con implementos de seguridad.....	69
Figura 34: Diagrama Causa – Efecto de la empresa edificaciones metálicas SAVI S. A. C.	71
Figura 35: Ambiente de trabajo desordenado e inadecuado.....	78
Figura 36: Área de trabajo de la empresa Edificaciones Metálicas SAVI S. A. C.....	79
Figura 37: Área de trabajo de la empresa Edificaciones Metálicas SAVI S. A. C.....	80
Figura 38: Postura inadecuada e improductiva.....	80
Figura 39 : Guías de trabajo	81
Figura 40: Cuadro De Relaciones.....	83
Figura 41: Diagrama de relación inicial	83
Figura 42: Nuevo Diagrama de recorrido de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”, marzo 2016.....	84
Figura 43 : Cursograma analítico de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”	86

Figura 44: Factor de calificación de o desempeño	116
Figura 45 : Tabla para calcular los suplementos	117
Figura 46: Escala de valores de proximidad.....	118
Figura 47: Número de líneas por cada valor de proximidad	118
Figura 48: Esquema de la tabla relacional.....	119

I. INTRODUCCIÓN

A través de los años los empresarios han manejado sus negocios trazándose sólo metas limitadas, que les han impedido ver más allá de sus necesidades inmediatas, es decir, planean únicamente a corto plazo; lo que conlleva a no alcanzar niveles óptimos en sus procesos y por lo tanto a obtener una baja rentabilidad en sus negocios. Para mejorar un proceso es necesario cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

El mejoramiento continuo permite visualizar un horizonte más amplio, donde se buscará siempre la excelencia y la innovación que llevarán a los empresarios a aumentar su competitividad, disminuir los costos, orientando los esfuerzos a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes (Felsing 2002)

Actualmente en el Perú las sillas de visita están marcando una tendencia en las empresas, gracias a que el costo de producción es económico y resultan ser accesibles en el mercado. No obstante, la principal ventaja de este tipo de sillas es que su diseño confortable permite una mejor aceptación por el público.

La empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”, se encarga de producir este tipo de sillas, en el 2016 se registraron pérdidas económicas ya que no cumple con los pedidos atendidos, siendo el mes de junio en donde la empresa perdió un 11.8%, que son 20 sillas, debido a los operarios realizan actividades innecesarias en el proceso, el segundo mes donde más pierde la empresa es el mes de Julio con un 10,5%, que son 20 sillas, esto debido a recorridos innecesarios de la empresa. Así mismo, se evidencia un gran desorden dentro de la empresa debido a la acumulación de materia prima, insumos y residuos en las diferentes estaciones de trabajo. Al trabajar en un ambiente laboral desorganizado influye en el desempeño de las funciones de los operarios, afectando el proceso de producción de la empresa.

Frente a esa problemática surge la interrogante ¿De qué manera un plan de mejora en el proceso de producción de la empresa “Edificaciones metálicas SAVI S.A.C.” permitirá cumplir con la demanda? Como respuesta a esta pregunta se propuso un plan de mejora en el proceso de productivo de la empresa “Edificaciones metálicas SAVI S.A.C.” para cumplir con la demanda, para ello fue importante primero diagnosticar el proceso de productivo actual la empresa, después, proponer las mejoras del proceso de productivo y finalmente se realizar un análisis costo – beneficio de la propuesta de mejora.

Esta investigación juega un papel importante en la empresa “Edificaciones metálicas SAVI S.A.C.”, pues es necesario que la empresa pueda cumplir con la demanda, sin fallas ni equivocaciones, para asegurar la permanencia y desarrollo de la empresa en el mercado en el que se desenvuelve. Ser capaces de lograr esta tarea en un mercado cada vez más competitivo significa todo un reto, por eso es importante que las empresas cuenten con mejoras en los procesos productivos que permitan ser competitivos en el mercado. La aparición de nuevos mercados, en el sector manufacturero, alrededor de todo el mundo ha traído consigo un grado de competencia que obliga a toda empresa a mejorar o, de lo contrario, a desaparecer del mercado. Por ello se llevó a cabo el proyecto de investigación, en donde se buscó mejorar mediante herramientas de un proceso productivo para incrementar la productividad en la empresa Edificaciones metálica SAVI S. A. C.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Rodríguez (2014), en su investigación: **“Propuesta para la reducción de los tiempos improductivos en Dugotex S.A”**, presentaron la situación de la empresa Dugotex S. A., en el área de tintorería, la cual cuenta con un porcentaje de tiempos improductivos del 40 %, ocasionados por falta de procedimientos estandarizados para las operaciones previas al montaje de cada orden de producción, lo que representa incumplimientos en las programaciones, retrasos en las entregas de las órdenes de pedido y baja productividad en la planta. Objetivo. Plantear una propuesta para la empresa Dugotex S. A, que permita reducir los tiempos improductivos en la planta de tintorería de elásticos. Materiales y métodos. Se realizó un trabajo de campo durante 6 meses para recolectar e identificar las principales causas generadoras de los tiempos improductivos, y proponer planes de acción que contribuyan a su reducción. Resultados. Se generaron procedimientos estandarizados para la regulación de las operaciones de mayor impacto, tales como paso de muestras, alistamiento y limpieza de máquina, necesarias para el proceso, lo que proyectó una reducción de los tiempos improductivos en 27 % y un ahorro mensual de \$43 000 000,00. Conclusión. Se evidencia la importancia de contar con procesos y procedimientos estandarizados en la planta de tintorería, dado que, adicionalmente a los ahorros proyectados, se espera una mejora en la calidad debido a la disminución de los productos a reprocesar.

Sierralta (2012), en su investigación: **“Mejoramiento del nivel de producción de las máquinas empaquetadoras en la empresa Mavenga C.A”**, Tuvo como objetivo general mejorar el nivel de producción de las maquinas empaquetadoras con la finalidad de elaborar productos de calidad que puedan competir en el mercado nacional e internacional tan exigente de hoy en día. En este trabajo se utilizaron diferentes técnicas y herramientas necesarias para la recolección de la información, entre las cuales se encuentran: la observación directa, encuestas, tormenta de ideas, diagrama de operaciones del proceso, diagrama de causa-efecto, diagrama de Pareto, entrevistas estructuradas. A través de esto se pudo determinar las principales causas que ocasionan el bajo nivel de producción. Se concluyó, mala distribución de planta, no existen planes de producción, inexistencia de estándares de producción, existen equipos fuera de mantenimiento, lo que ocasiona un retraso en la producción. En tal sentido es necesario establecer mejoras en el nivel de producción de dicha empresa que permita el desarrollo económico.

Según Gastelo (2015) en su investigación: **“Mejora de la línea de producción de mallas para incrementar la productividad en una empresa de confecciones textiles”**, desarrollo un estudio de implementación, basada el Mapa de la Cadena de Valor (VSM, por sus siglas en inglés), en una empresa de confecciones textiles, ubicada en la ciudad de Chiclayo (Perú), en la cual se identificaron excesivos desperdicios en el sistema productivo. Equilibrando el flujo y utilizando células flexibles que contengan algunas operaciones, se obtuvo como principales resultados una reducción del tiempo de producción de 137,5 minutos a 82,35 minutos; así mismo se logró una disminución de las actividades que no agregan valor en un 96,89%.

According Daian (2012) in the investigation: **“Wood waste management practices and strategies to increase sustainability standards in the Australian wooden furniture manufacturing sector”**, this investigation is about the wood waste generation and its associated

true cost in the wooden furniture manufacturing. The investigation aims to create awareness within the wooden furniture manufacturing industry about how much wood is wasted into the production process and how this is translated in financial terms, how wood waste can be reduced, what can and can't be recycled. The results indicate that during processing, 7% up to 40–50% of the annual supply of wooden raw material become residues and the costs connected directly to these wastes represent 2–8% of the turnover

Según Daian (2012) en la investigación: "**residuos de madera prácticas y estrategias de gestión para aumentar los estándares de sostenibilidad en el sector de fabricación de muebles de madera de Australia**", esta investigación se trata de la generación de residuos de madera y su coste real asociado a la fabricación de muebles de madera. La investigación tiene como objetivo crear conciencia dentro de la industria de fabricación de muebles de madera sobre la cantidad de madera se desperdicia en el proceso de producción y cómo esto se traduce en términos financieros, cómo el residuo de madera se puede reducir, lo que puede y no pueden ser reciclados. Los resultados indican que, durante el procesamiento, el 7% hasta el 40-50% del suministro anual de residuos de madera de materia prima y los costos se conecta directamente a estos residuos representan el 2-8% de la facturación

Al realizar esta investigación, no se encontró hasta la fecha algún antecedente relacionado al tema de manera específica, es por eso que se tomó como referencia estos antecedes.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Proceso de productivo

Según Cuatrecasas et al. (2007), Un proceso productivo consiste en transformar entradas (insumos) en salidas, por medio del uso de recursos físicos, tecnológicos, humanos, etc. Un proceso productivo incluye acciones que ocurren en forma planificada, y producen un cambio o transformación de materiales, objetos o sistemas, al final de los cuales obtenemos un producto.

Asimismo, las empresas tienen distintos procesos productivos, dependiendo de su proceso de manufactura:

✓ Producción continua:

Según Díaz y Jarufe (2013), cuando hablamos de producción continua, enfocamos las situaciones de fabricación, en las cuales las instalaciones se adaptan a ciertos itinerarios y flujos de operación, que siguen una escala no afectada por interrupciones. Los materiales o materias primas se reciben continuamente de los proveedores para ser almacenados, transportándose convenientemente, para su procesamiento químico.

Según Díaz y Jarufe (2013), a continuación, se reduce su temperatura enfriando el producto químico resultante, filtrándolo posteriormente para ser envasado. Se utiliza este sistema cuando la economía de fabricación favorece a la producción continua. Es decir, cuando la demanda de un producto determinado es elevada, nos veremos obligados a trabajar continuamente. Una de las ventajas de este sistema es que no necesita demasiado personal para su producción, siendo la mayoría de procesos automatizados, teniendo que contratar

menos personal ya sea especializado o semi especializada, reduciendo así los costos por mano de obra, y posteriormente los costos variables unitarios del producto.

➤ **Sistemas de producción intermitente:**

Según Díaz y Jarufe (2013), la producción intermitente se caracteriza por el sistema productivo de "lotes" de fabricación. En estos casos, se trabaja con un lote determinado de productos que se limita a un nivel de producción, seguido por otro lote de un producto diferente, esto se da cuando la demanda no es muy grande dentro de su mercado, por lo tanto, no solo hacen productos X, si no también productos Y, Z, A, etc.

Cada uno de estos productos tiene procesos en común que permiten desarrollar estas piezas en la misma planta de producción. Un ejemplo claro de este tipo de procesos se ve en las empresas manufactureras, en donde su producción es de piezas, distintas, pero similares en sus procesos de fabricación. En este sistema de producción los costos variables unitarios se incrementan ya que no hay compra de materia prima en grandes cantidades, ni tampoco la planta es totalmente automatizada, más bien es una plana de producción que necesita mano de obra especializada siendo este relativamente alto y, en consecuencia, los costos de producción son más altos que los de un sistema de producción continua.

➤ **Sistema de producción por proyectos:**

Según Díaz y Jarufe (2013), en este sistema, las empresas están organizadas por proyectos que atienden una variedad de productos o de servicios elaboradas a la medida del cliente; su estandarización es muy difícil, por lo que el proceso debe permitir la flexibilidad en las características y capacidades de los equipos, así como en las habilidades humanas y en los métodos, así como en las habilidades humanas y en los métodos.

Entre los ejemplos típicos:

- La construcción de edificios, plantas industriales, carreteras, puentes, entre otros.
- La construcción de buques y barcos
- El desarrollo e implementación de sistemas computarizados

2.2.2. Indicadores

➤ **Productividad**

Según Cuatrecasas et al. (2007), se denomina productividad a la relación entre la producción o cantidad de productos obtenidos por un sistema de producción de bienes y los recursos utilizados para obtenerla y, como tal, tanto la producción como los recursos han de ser medidos en unidades físicas. Por tanto, evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Insumos utilizados en el proceso}}$$

La productividad va en relación con los estándares de producción, por lo que, si estos se mejoran, entonces hay un ahorro de recursos que se ven reflejados en el aumento de la utilidad.

✓ **Eficacia**

Según García (2005), la eficacia es el grado de cumplimiento de los objetivos, metas, estándares, etcétera. Se determina de la siguiente manera:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción útil}}{\text{Objetivo de la empresa}}$$

✓ **Eficiencia**

Según Heizen (2007), la forma en que se usan los recursos de la empresa: humanos, materia prima, tecnológicos, etcétera.

- Tiempos muertos.
- Desperdicio.
- Porcentaje de utilización de la capacidad instalada.

➤ **Eficiencia física (Ef):**

Relación aritmética entre la cantidad de materia prima existente en la producción total obtenida y la cantidad de materia prima, o insumos, empleados.

$$\text{Ef} = \frac{\text{Salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}}$$

➤ **Eficiencia económica (Ee):**

Relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta.

$$\text{Ee} = \frac{\text{Ventas (Ingresos)}}{\text{Costos (Inversiones)}}$$

✓ **Capacidad**

Según García (2005), El número de unidades por producir en un lapso de tiempo determinado.

- Capacidad diseñada: Capacidad máxima que tiene una maquinaria.
- Capacidad real: Capacidad que espera alcanzar una empresa.
- Capacidad ociosa: Viene a ser la diferencia entre la capacidad diseñada y real.
- Utilización

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad Proyectada}}$$

✓ **Cuello de Botella**

Según García (2005), el cuello de botella determina la cantidad de piezas posibles después de un determinado periodo de tiempo. Es importante identificar los cuellos de botella en los procesos de producción y sobre todo efectuar un análisis profundo en cómo aumentar la eficiencia en esta operación.

2.2.3. Mejoras en el proceso productivo

✓ **Ingeniería de métodos**

➤ **Estudio de trabajo: Estudio de métodos y Medida de trabajo**

Según Caso (2006), en ocasiones será necesario realizar un estudio de métodos antes de proceder a la medida de trabajo y en otras ocasiones se deberá comenzar por la medida del trabajo.

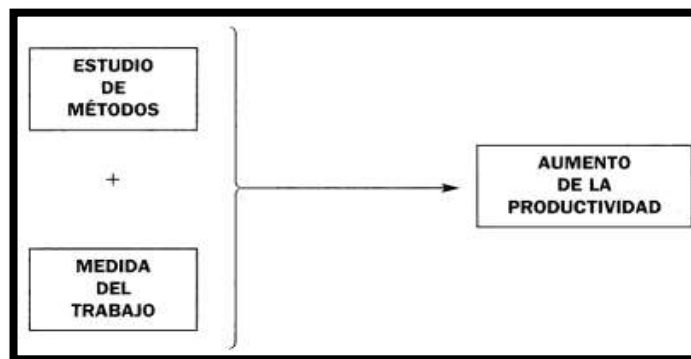


Figura 1: Estudio de métodos y medidas de Trabajo

Fuente: Técnicas de medición de trabajo (2006)

Según Caso (2006), define el estudio del trabajo a ciertas técnicas, y en particular estudio de métodos y medida del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficacia y en la economía de la situación estudiada, con el fin de mejorarla.

➤ **Estudio de métodos**

Según Caso (2006), define como estudio de métodos al registro y al examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir costos. Así mismo el objetivo final del estudio de métodos es el aumento de los beneficios de la empresa analizando:

- Materias primas, Herramientas y consumibles
- Espacios, edificios, depósitos, almacenes, instalaciones

- Esfuerzos, tanto mentales como físicos, a fin de utilizar racionalmente todos los medios disponibles.

➤ **Medida del trabajo**

Es una técnica que persigue el establecimiento de un estándar que será asignado para la realización de un trabajo concreto. Esta técnica se basa en la medida del contenido de trabajo en el método que se estable para realizar una operación, teniendo en cuenta la fatiga del trabajador y los retrasos personales inevitables. (Caso, 2006)

La medida de trabajo sirve para investigar, reducir y eliminar, si es posible, el tiempo improductivo, que es aquel tiempo en el que no se realiza trabajo productivo alguno, sea cual sea la causa. Una vez conocido el tiempo improductivo, se pueden tomar medidas para eliminarlo o al menos minimizarlo

Para realizar una medida de trabajo es necesario utilizar las siguientes etapas:

ETAPAS PARA LA MEDIDA DEL TRABAJO	
1. Seleccionar	La tarea que va a ser objeto de estudio.
2. Registrar	Todos los datos y circunstancias relativos al trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad.
3. Analizar	Con mente crítica los datos que se han registrado, comprobando que se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, separando los improductivos.
4. Medir	La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo.
5. Reunir o compilar	El tiempo estándar de la operación, teniendo en cuenta en el estudio de tiempos los suplementos.
6. Definir	El método de operación y las actividades a las que corresponde el tiempo medido.

Figura 2: Técnicas de medición del trabajo

Fuente: Técnicas de medición del trabajo (2006)

✓ **Técnicas Utilizadas en la medida del trabajo**

Según Caso (2006), el procedimiento técnico empleado en calcular el tiempo de ejecución de una tarea consiste en determinar el llamado tiempo tipo o tiempo estándar, que es el tiempo que necesita un trabajador cualificado y motivado para realizar la tarea tomándose los descansos correspondientes, para recuperarse de la fatiga y para sus necesidades personales.

Es necesario definir los siguientes conceptos básicos:

- **TR= Tiempo de reloj**

Es el tiempo que interviene el operario para realizar la tarea encomendada y que se mide mediante un cronómetro (no se toman en cuenta los tiempos de descanso del operario ni por fatiga ni por necesidades personales). (Caso, 2006)

- **FR= Factor de actividad**

Este concepto surge de la necesidad de corregir las diferencias que se producen al existir trabajadores rápidos, normales y lentos al ejecutar una misma tarea.

Se calcula el coeficiente de FR al comparar el ritmo de trabajo de un trabajador cualquiera con el de un operario capacitado, normal y conocedor de dicha tarea. (Caso, 2006)

- **TN= Tiempo normal**

Es el tiempo medido por el cronómetro que un operario capacitado, conocedor de la tarea y desarrollándola a un ritmo normal, invertiría en la realización de la tarea objeto del estudio. (Caso, 2006)

➤ **Suplementos por descansos**

Según Caso (2006) , al igual que en la etapa de valoración del ritmo de trabajo, la fase correspondiente a la determinación de suplementos es sumamente sensible en el estudio de tiempos, pues en esta etapa se requiere del más alto grado de objetividad por parte del especialista y una evidente claridad en su sentido de justicia. En la etapa de valoración del ritmo de trabajo se obtiene el tiempo básico o normal del trabajo, si con este tiempo calculamos la cantidad de producción estándar que se debe obtener durante un periodo dado, en una fase inmediata de observación nos encontraríamos con que difícilmente se pueda alcanzar.

➤ **Tiempo estándar**

El cálculo del tiempo estándar marca el inicio del trabajo de oficina en el estudio de tiempos, el cual trata del tiempo básico o normal adicionándole los suplementos por descanso, y Factor por actividad previamente observados. (Caso, 2006)

✓ **Técnicas para el estudio de movimientos**

➤ **Diagrama de Operaciones del Proceso**

Según Díaz y Jarufe (2013), Es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados.

El Diagrama de Operaciones del Proceso ayuda a tomar decisiones en cuanto a las unidades que deban comprarse, y las que deben producirse en la propia empresa además nos sirve para un plan de distribución ya que muestra en forma clara las operaciones que deben ejecutarse con su secuencia y la maquinaria a utilizar.

➤ **Diagrama de Análisis del Proceso**

Según Díaz y Jarufe (2013), Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis; por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida.


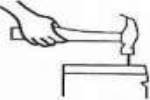


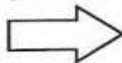




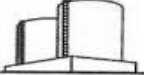
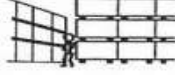


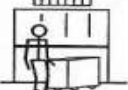



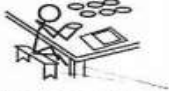


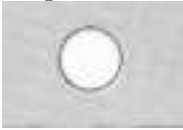
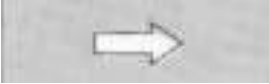



Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Martillar	 Mezclar	 Taladrar o barrenar
Transporte  Una flecha indica un transporte, como	 Mover material en vehículo	 Mover material por banda transportadora	 Mover material cargado (mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo indica un almacenamiento, como	 Materia prima almacenada a granel	 Producto terminado apilado en tarimas	 Archivo de documentos
Demora  Una letra D mayúscula indica una demora, como	 Esperar el elevador	 Material en espera de ser procesado	 Documentos en espera para archivarse
Inspección  Un cuadrado indica una inspección, como	 Examinar calidad y cantidad	 Lectura de niveles en caldera	 Examinar información en forma impresa

Figura 3: Símbolos para el diagrama de análisis de proceso.

Fuente: Métodos, estándares y diseños de trabajo (2004)

Tabla 1: Definición y símbolos de las actividades de un proceso

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN
<p>Operación</p> 	<p>Son las etapas principales del proceso. Se crea, se cambia o se añade algo. Normalmente los transportes demoras y almacenamientos son elementos más o menos auxiliares.</p>
<p>Transporte</p> 	<p>Es el movimiento del material, personal u objeto de estudio desde una posición o situación a otra. Cuando los materiales se almacenan cerca o a menos de un metro del blanco o de la maquina donde se efectúa la operación, el movimiento que se realiza para obtener el material antes de la operación, y para depositarlo después de ella, se considera parte de la operación.</p>
<p>Inspección</p> 	<p>Se produce cuando la calidad y cantidad de los artículos son comprobadas, verificadas, revisadas o examinadas, sin que sufran ningún cambio.</p>
<p>Demora</p> 	<p>Se produce cuando las condiciones no permiten o no requieren una ejecución inmediata de la próxima acción planificada. La demora puede ser evitable o inevitable</p>
<p>Almacenamiento</p> 	<p>Se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración, en espera de una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente.</p>

Fuente: Métodos, estándares y diseños de trabajo (2004)

➤ Diagrama de Circulación o Recorrido

Según Díaz y Jarufe (2013), Es un esquema que se utiliza para complementar el análisis del proceso. Se elabora con base en un plano bidimensional o tridimensional a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se plasma la ruta de movimientos por medio de líneas, cada actividad es identificada por los mismos símbolos empleados en el Diagrama de Análisis del Proceso.

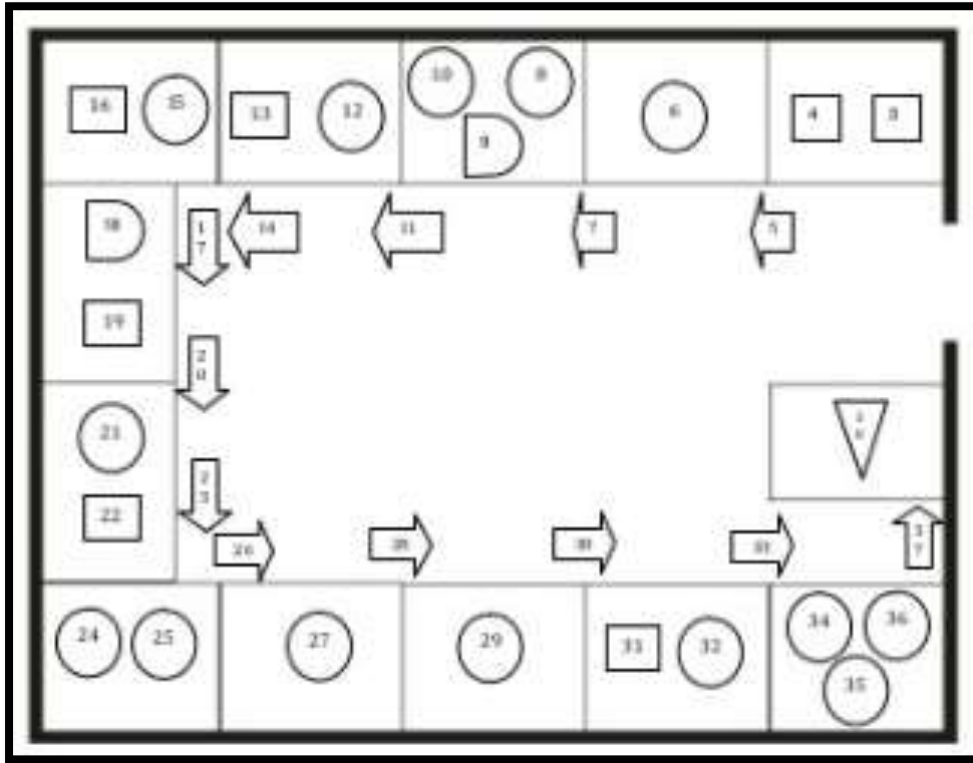


Figura 4: Diagrama de recorrido

Fuente: Disposición de planta (2007)

2.2.4. Pérdidas económicas

Según Jones (2001), la pérdida económica es una disminución del activo de la empresa, es decir es una minoración de los bienes y derechos. La palabra pérdida se utiliza para referirse a situaciones con resultados negativos que perjudican a la empresa, entre las cuales tenemos:

➤ Graves fallas en los procesos internos

Según Jones (2001), los altos niveles de deficiencia en materia de calidad y productividad, sobre todo si no están acordes con los niveles del mercado y de la competencia, llevará a elevados costos y pérdida de clientes.

➤ **Ausencia de políticas de mejora continua**

Según Jones (2001), creer que con los éxitos y logros del pasado puede seguir obteniéndose resultados positivos en el presente y en el futuro es uno de los más graves errores. Tanto los productos y servicios, como los procesos para su generación deben ser mejorados de manera continua, sobre todo en éste momento de mercados globalizados donde se ven expuestos a la competición con empresas de otras naciones, las cuales tienen una clara estrategia de mejora continua sacando el máximo provecho de la curva de experiencia.

➤ **Altos niveles de desperdicios y despilfarros**

Según Jones (2001), entre los principales desperdicios tenemos: sobreproducción, exceso de inventarios (de insumos y productos en proceso), falencias de procesamiento, excesos de transportes internos y movimientos, fallas y errores en materia de calidad, scrap, actividades de corrección, actividades de inspección, tiempos de espera excesivos, roturas y reparaciones de maquinarias, tiempos de preparación, errores de diseño.

2.2.5. Estación de trabajo

Según Garcia (2005), área o sección de un centro de producción, donde el trabajador ejecuta los elementos de trabajo de una operación específica asignada. Incluye el espacio necesario para las herramientas, bancos de trabajo o máquinas

➤ **Tabla relacional**

Según Díaz y Jarufe (2013), la tabla relacional es un cuadro organizado en diagonal, en el que aparecen las relaciones de cercanía o proximidad entre cada actividad (entre cada función, entre cada sector y entre cada función) y todas las demás actividades. Además, de mostrarnos las relaciones mutuas, evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades apoyándose en una codificación apropiada.

➤ **Diagrama relacional de recorrido**

Según Díaz y Jarufe (2013), es una técnica que permite observar gráficamente todas las actividades en estudio de acuerdo con su grado o valor de proximidad entre ellos. En caso se tome como valor de proximidad la intensidad de recorrido, el diagramado estará representando la necesidad de minimizar las distancias entre áreas de trabajo.

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNOSTICAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

3.1.1. Datos generales

La historia de la empresa edificaciones metálicas SAVI S. A. C se remonta al año 2009 cuando su fundador: el señor Oscar Burga incursiona en la producción y comercialización de sillas de visita u oficina y muebles de melamine. Junto a su hermano el señor Humberto burga deciden en el año 2009 implementan una fábrica de mediana capacidad para poder realizar la producción de estas sillas, con la finalidad de garantizar la calidad del producto final. Para poder cumplir con los objetivos de la empresa, contratan nuevos operarios y comienzan a operar y cumplir con los pedidos realizados.

Tabla 2: Datos principales de la empresa edificaciones metálicas savi S.A.C.

RUC	20487796545
RAZÓN SOCIAL	SAVI S.A.C
NOMBRE COMERCIAL	Edificaciones metálicas savi S.A.C
TIPO EMPRESA	Sociedad Anónima Cerrada
FECHA INICIO ACTIVIDADES	12/ Marzo / 2009
CONDICIÓN	Activo
ACTIVIDAD COMERCIAL	Edificaciones Metálicas

Fuente: La empresa edificaciones metálicas SAVI S. A. C. (2016)

En la siguiente tabla, se puede observar los datos de la empresa, ya sea Ruc, Razón social, Nombre comercial, El tipo de sociedad a la que pertenece, si se encuentra activo actualmente, así como la actividad comercial que realiza. Esto nos ayuda tener una idea de cómo se encuentra actualmente la empresa.

La empresa edificaciones metálicas SAVI S. A. C., se encuentra Prolongación Grau Mz A Lt 26, Distrito de la victoria, departamento de Lambayeque.



Figura 5: Ubicación de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”

Fuente: Google Maps (2017)

En esta figura se observa la ubicación actual de la empresa edificaciones metálicas SAVI S. A. C.

➤ **Misión**

Elaborar y comercializar productos mobiliarios de metal y melamine, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes con calidad, precio y servicio, a través del mejoramiento continuo en el aspecto tecnológico y humano.

➤ **Visión**

Empresa líder dentro de la industria de metal y melamine, por su éxito con los clientes, innovación, tecnología y habilidad para competir exitosamente en los mercados nacionales. Apostando siempre por la información, capacitación y desarrollo de sus empleados, respeto integral al medio ambiente.

3.1.2. Organigrama

El organigrama de la empresa es de tipo vertical, presentan las unidades ramificadas de arriba abajo a partir del titular en la parte superior, y desagregan los diferentes niveles jerárquicos en forma escalonada. Esto se observa en la Figura 7.

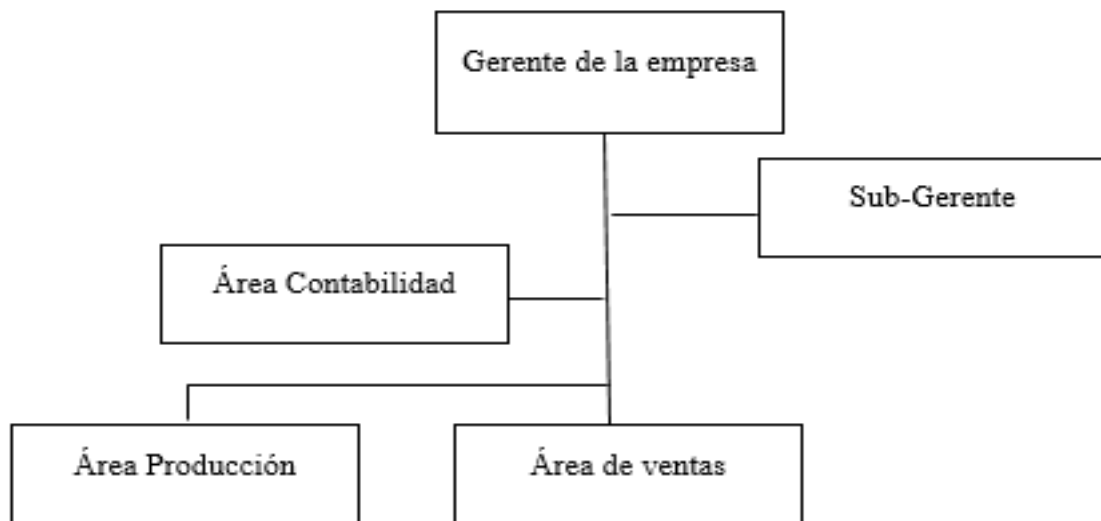


Figura 6: Organigrama de la empresa

Fuente: La empresa (2016)

➤ **Gerencia General**

Este cargo lo tiene el propietario de la empresa, quien se encarga de controlar y monitorear el desempeño y funcionamiento adecuado de todas las áreas.

➤ **Sub Gerente**

Es el encargado de la empresa cuando el gerente viaja o tiene reuniones. Además, se encarga de monitorear el desempeño de las áreas.

➤ **Contabilidad**

El contador es el responsable del seguimiento de los recursos financieros que genera la empresa, así como del análisis, preparación de informes sobre estados financieros y demás reportes necesarios. También verifica la facturación, realiza las declaraciones y pagos de impuestos correspondientes a la SUNAT.

|

➤ **Producción**

El área responsable de coordinar las actividades de fabricación del producto. Se encarga de producir las cantidades necesarios para la venta del producto.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

3.2.1 Productos

La empresa Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C., ofrece en el mercado diversos modelos de sillas de sala, los diseños varían dependiendo del tipo de compra del cliente. Sin embargo, existe un modelo de silla que es la más solicitada en la empresa. Para poder comprobar el modelo de silla más vendida en la empresa, además de otorgar el mayor margen de ganancia, se realizará una clasificación ABC, donde se obtendrá como resultado el producto que va a ser analizado.

Tabla 3: Modelo de silla más vendido de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.” (2016)

Modelo de Silla					
Mes	Unidades				Total
	Butterfly	Ceca	Sap	Pandora	
Enero	100	50	30	40	220
Febrero	30	40	30	200	300
Marzo	20	25	30	60	135
Abril	10	30	40	45	125
Mayo	30	20	60	200	310
Junio	20	30	20	100	170
Julio	30	20	40	100	190
Agoto	25	30	40	150	245
Setiembre	30	20	30	140	220
Octubre	40	40	20	130	230
Noviembre	30	30	20	70	150
Diciembre	20	20	30	50	120
Producción total de Silla	385	355	390	1285	2415

Fuente: La Empresa (2016)

Como se puede observar en la tabla 3, la silla Pandora es el producto que más se produce en la empresa, ya que, tomando los registros de la empresa, se determinó que en un año, se realizaron 2415 sillas siendo, siendo la silla pandora con 1285 el producto más vendido

3.2.2 Clasificación ABC

✓ Determinar precio unitario

Para determinar una clasificación ABC, primero se debe obtener el precio de venta de cada modelo de silla, el cual fue otorgado por la empresa

Tabla 4: Precio de venta (2016)

Tipo de silla	Precio de venta
Pandora	120
Butterfly	40
Cesca	40
Sap	20

Fuente: La empresa

✓ Clasificación ABC

La clasificación ABC se realizó para obtener el producto más vendido en la empresa, así como también determinar la rentabilidad de este.

Tabla 5: Clasificación ABC de la empresa edificaciones metálicas savi S.A.C. (2016)

Tipo de silla	Cantidad de sillas	Precio unitario	Sub total	%	ABC	
Pandora	1 285	120	154 200	80%	A	80,5%
Butterfly	385	40	15 400	8%	B	
Cesca	355	40	14 200	7%	B	15,4%
Sap	390	20	7 800	4%	C	4,1%
Total	2 415		191 600	100%		

Fuente: La empresa (2016)

Según la tabla 5, la silla Pandora, es la silla más vendida para la empresa, con una participación de 80,5 %, mientras la silla Butterfly y Cesca tienen un 15,4 % y por último la silla Sap, que tiene 4,1 %. Es por eso, que se tomará en cuenta sola solo la silla pandora para el análisis del proceso productivo.

Como se puede observar en esta tabla 5, la empresa obtiene mayor ingreso por ventas en la silla pandora, comprobando así que es la silla con la que más gana la empresa. Al ser la silla más vendida para la empresa y con la que obtiene mayor ganancia, se considera a esta silla para realizar este análisis.

3.2.3 Descripción del producto



Figura 7: Modelo de Silla Pandora
Fuente: Sodimac

Las sillas de visita están marcando una tendencia en las empresas, gracias a que el costo de producción es económico y resultan ser accesibles en el mercado. No obstante, la principal ventaja de este tipo de sillas es que su diseño confortable permite una mejor aceptación por el público. En la figura 8, se observa la silla pandora, ya que la empresa Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C., tiene como mayor demanda esta silla.

Tabla 6: Ficha Técnica de la Silla Pandora

Ficha técnica del silla pandora		FECHA: 22/04/16
		N° FICHA: 01
Nombre de materia prima		
Acero		
Descripción del producto		
Es una silla que combina estilo y sencillez		
Características		
Dimensiones del respaldar		cm
Ancho		46,99 cm
Altura		40,60 cm
Dimensiones generales		cm
Ancho		57,15 cm
Largo		54,61 cm
Altura		82,55 cm
Dimensiones de asiento		cm
Altura		45,73 cm
Ancho		43,18 cm
Largo		43,28 cm

Fuente: La Empresa.

✓ **Desechos**

Según la RAE, es aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo.

➤ **Viruta de metal**

Es un fragmento de material residual que se extrae mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de perforación, sobre metales. Se suele considerar un residuo de las industrias madereras o del metal; no obstante, tiene variadas aplicaciones. (Ver figura 9)



Figura 8: Fragmento de material residual en el área de taladrado
Fuente: La empresa

➤ **Polvillo**

Es el desecho que resulta de utilizar el taladro, este polvillo se puede observar en la figura 10, donde los empleados caminan y hasta pueden respirar este polvillo



Figura 9: Polvillo en el área de trabajo.
Fuente: La empresa.

➤ **Regatones defectuosos**

Los regatones que han sido descartados por posibles imperfecciones, ya sea por un mal montaje del operario o el regatón vino con desperfectos figura 11.



Figura 10: Regatones con posibles imperfecciones
Fuente: La empresa

➤ **Envases de Ácido**

El desecho que resulta de utilizar el ácido clorhídrico industrial

✓ **Desperdicios**

Según la RAE, el residuo es lo que no se puede o no es fácil de aprovechar o se deja de utilizar por descuido.

➤ **PVC**

Sobrantes de PVC o defectuosos.



Figura 11: Desperdicios en la empresa Edificaciones metálicas savi S.A.C.
Fuente: La empresa

Como se puede observar en la figura 12, la empresa utiliza un espacio del terreno, para arrojar todos los desperdicios que arroja el proceso de producción, ya que no cuentan con un lugar para poder arrojar los desperdicios.

3.2.4 Materiales e Insumos

✓ Materia Prima

➤ Tubo liso de 7/8'' x 1.5mm x 6m.

Por sus muchas ventajas y rapidez de construcción, durabilidad y bajo costo, el acero es cada día más utilizado en edificaciones de diversos estilos, así como también en la construcción de complejas estructuras, como elemento decorativo o bien para cumplir con ambas funciones. Además, la empresa recurre constantemente a sus proveedores para abastecerse de este tubo liso, ya que, este tubo es la materia prima del producto, es por eso que es indispensable para la producción.

Tabla 7: Ficha Técnica del tubo liso

Ficha técnica de tubo liso de 7/8'' x 1.5mm x 6m.		FECHA: 23/09/2016
		N° FICHA: 02
Materia prima		
Tubo liso de 7/8'' x 1.5mm x 6m.		
Descripción		
Orientado a la industria del mueble, estructuras livianas como rejas, protecciones, fabricación de juguetes y rodados, etc		
Características		
Peso	4,62 kg	
Material	Acero laminado en frío estructural soldable	
Largo	6 m	
Origen	Perú	
Espesor	1,5 mm	

Fuente: Sodimac

✓ **Insumos**

➤ **Tubo liso de 5/8'' x 6m.**

Por sus múltiples ventajas y rapidez de construcción, durabilidad y bajo costo, el acero es cada día más utilizado en edificaciones de diversos estilos, como también en la construcción de complejas estructuras, como elemento decorativo o bien cumpliendo ambas funciones. Este útil elemento está orientado a la industria del mueble, estructuras livianas como rejas, protecciones, fabricación de juguetes y rodados, etc. Este tubo es abastecido por los proveedores de la empresa y hasta la fecha están disponibles para la empresa.

Tabla 8: Ficha Técnica de Tubo Liso de 5/8'' x 6m.

Ficha técnica de tubo liso de 5/8'' x 6m.		FECHA: 23/09/2016
		N° FICHA: 03
Materia prima		
Tubo liso de 5/8'' x 6m.		
Descripción		
Orientado a la industria del mueble, estructuras livianas como rejas, protecciones, fabricación de juguetes y rodados, etc.		
Características		
Peso		3,18 kg
Material		Acero laminado en frío estructural soldable
Largo		6 m
Origen		Perú
Espesor		1,5 mm

Fuente: Sodimac

➤ **Pintura para hierro**

La pintura anticorrosiva es una base o primera capa de imprimación de pintura que se ha de dar a una superficie, que se aplica directamente a los cuerpos de acero, y otros metales. Para ello puede usarse un proceso de inmersión o de aspersion, (dependiendo del funcionamiento de la planta de trabajo y de la geometría de la estructura).

Tabla 9: Ficha Técnica de la Pintura para hierro

Pintura para hierro		FECHA: 23/09/2016
		N° FICHA: 04
DESCRIPCIÓN		
Pintura extra brillante ideal para automóviles. Para madera y metal.		
CARACTERÍSTICAS		
Uso		Exterior
Coloro		Negro
Marca		Bonn
Contenido		1 GL
Rendimiento		79 m ² x gl
Acabado		Brillante
Aplicación		Pistola, brocha, rodillo.
Procedencia		Perú
Garantía		12 meses

Fuente: Sodimac

➤ **Ácido clorhídrico industrial**

El ácido clorhídrico, es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrógeno (HCl). La disolución es un líquido transparente o ligeramente amarillo, que en estado concentrado produce gases de cloruro de hidrógeno (por eso es conocida como sal fumante).

Tabla 10: Ficha Técnica del Ácido clorhídrico industrial

Ácido clorhídrico industrial	FECHA: 23/09/2016
	N° FICHA: 05
DESCRIPCIÓN	
Su capacidad de disolución para sales de agua dura, óxidos de hierro, depósitos de mugre, hierro, manchas de agua y remoción de sarro le proporcionan excelentes características de limpieza	
CARACTERÍSTICAS	
Material	Botella de plástico
Contenido	2 kg
Aroma	Sin olor
Color	Transparente
Uso	Doméstico, industrial, hospitales, oficinas, empresas
Procedencia	Perú
Recomendaciones	Mantener fuera del alcance de los niños

Fuente: Sodimac

➤ **Regatones 7/8”**

El Regatón es una especie de “remate” o pieza final de goma antiderrapante que va insertado en algún extremo de diferentes aparatos, dispositivos, o muebles; y que tienen la función de servir como niveladores, o para proporcionar mayor firmeza al apoyar, o para evitar deslizamientos, o para protección de superficies sobre la que se apoya un electrodoméstico

Tabla 11: Ficha Técnica de Regatones de 7/8”

Regatones 7/8”	FECHA: 23/09/2016
	N° FICHA: 06
CARACTERÍSTICAS	
Modelo	Rojondo
Tipo	Deslizadores, fieltros y regatones
Altura	19 cm
Ancho	27 cm
Diámetro	2,7 cm
Profundidad	15 cm
Peso	90 gr
Contenido	4 unid
Material	Jebe
Color	Negro
Marca	Coraza 2

Fuente: Sodimac

➤ Piezas de PVC

Es uno de los polímeros más estudiados y utilizados por el hombre para su desarrollo y confort, dado que por su amplia versatilidad es utilizado en áreas tan diversas como la construcción, energía, salud, preservación de alimentos y artículos de uso diario, entre otros. Además de su gran versatilidad, el PVC es la resina sintética más compleja y difícil de formular y procesar, pues requiere de un número importante de ingredientes y un balance adecuado de éstos para poder transformarlo al producto final deseado.

Tabla 12: Ficha Técnica de las piezas de PVC

Piezas de PVC	FECHA: 23/09/2016
	N° FICHA: 07
CARACTERÍSTICAS	
Ancho	52 cm
Color	Beige
Plegable	No
Tipo	Sillas de terraza
Incluye	Topes
Resistencia	100 kg
Garantía	1 año
Procedencia	China
Ambiente	Exteriores

Fuente: Sodimac

➤ Pernos 10x30mm

El perno o espárrago es una pieza metálica larga de sección constante cilíndrica, normalmente hecha de acero o hierro. Está relacionada con el tornillo, pero tiene un extremo de cabeza redonda, una parte lisa, y otro extremo roscado para tuerca o remache, y se usa para sujetar piezas en una estructura, por lo general de gran volumen.

Tabla 13: Ficha Técnica de pernos de 10 x 30

Pernos 10 x 30 mm	FECHA: 23/09/2016
	N° FICHA: 03
DESCRIPCIÓN	
Orientado a la industria del mueble, estructuras livianas como rejas, protecciones, fabricación de juguetes y rodados, etc.	
CARACTERÍSTICAS	
Tipo	Pernos hexagonales
Diámetro	10
Peso	0.55 gr
Contenido	2 unid.
Material	Acero
Unidad de medida	Piezas
Marca	Mamut
Procedencia	China

Fuente: Sodimac

3.2.5 Talento Humano

✓ Mano de obra para el proceso productivo

Como se puede observar en la tabla 15, existen 5 operarios en la empresa actualmente, de los cuales 1 tiene mano de obra calificada y 4 mano de obra no calificada. Además, el tiempo mínimo de experiencia es de 4 años, mientras que el trabajador con más tiempo en la empresa es de 10 años.

Tabla 14: Información actual de los operarios de la empresa (2016)

Proceso	Operarios	Educación	Mano de obra	Experiencia
Medir y cortar tubo liso de 7/8	1 operario	Secundaria	No calificada	4 años
Doblar tubo				
Formado				
Medir y cortar tubo liso de 5/8				
Soldar	1 operario	Técnico	Calificada	5 años
Perforado	1 operario	Secundaria	No calificada	10 años
Esmerilar				
Lavado				
Enjuague				
Aplicar pintura	1 operario	Secundaria	No calificada	7 años
Horneado				
Colocar regatones	1 operario	Primaria	No calificada	5 años
Colocar PVC y pernos				
Total	5 operarios			

3.2.6 Equipos y herramientas del proceso de producción

✓ Equipos

➤ Dobladora

Una vez cortado los tubos de 6 metros, en sus respectivas medidas, estas son pasadas a una dobladora, que se encarga de doblar el tubo en medida que se requiere. La dobladora es necesaria ya que, si no se encuentra en operativa, no se podrían doblar los tubos, y se dejaría de producir.

Tabla 15: Especificaciones de la Dobladora

Variables	Especificaciones
Descripción	Está especialmente fabricada para moldear y curvar hojas, placas o piezas de metal
Modelo	Dobladora de tubo manual
Año	2009
Capacidad de tubo	0,5 – 1’’
Espesor de tubos	3 mm
Ángulo de dobles	0-180°
Altura	110 cm
Peso	35 kg

Fuente: La empresa.



Figura 12: Dobladora

Fuente: La empresa.

➤ Taladro de pie

El taladro de pie es utilizado para realizar pequeñas aberturas en los tubos de 7/8 y 5/8 , ya que luego, en el proceso se le añadirá los plásticos de PVC con tornillos.

Tabla 16: Especificaciones del Taladro de pie

Variables	Especificaciones
Características	Interruptor de seguridad. 12 velocidades.
Medidas	Base:25 x 41 cm. Mesa:19 x 19 cm. Altura:157 cm
Material	Acero
Modelo	BD500
Potencia	750 W
Voltaje	220 V
Peso	54 kg
Velocidad	240 - 3090 r.p.m.
Mandril	16mm
Color	Plateado
Uso	Ideal para talleres de mecanizado

Fuente: La empresa.



Figura 13: Taladro de pie
Fuente: La empresa.

➤ **Horno**

Luego que la silla es pintada, es llevada al área de horneado, donde la silla pasa por un proceso de calentamiento, para que la pintura en la silla pueda permanecer años sin afectar el metal o la estructura de la silla.

Tabla N° 17: Especificaciones del Horno

Variables	Especificaciones
Potencia	220 W
Temperatura	180°
Año	2009
Altura	2 m
Ancho	2,5 m

Fuente: La empresa.



Figura 14: Horno
Fuente: La empresa.

✓ Herramientas

➤ Esmeril

El esmeril se utiliza para eliminar las imperfecciones que tiene la silla, luego de haber sido soldada, la silla queda en condiciones aceptables para luego ser pasada al área de pintura.

Tabla 18: Especificaciones del Esmeril

Variables	Especificaciones
Marca	Dewalt
Modelo	D28136
Capacidad	Disco esmeril 4 1/2" a 5"
Diámetro de disco	115 mm
Velocidad	11000 RPM
Máxima Potencia de salida:	1200W
Peso	1,7kg
Diseño	Cabezal de bajo perfil con acceso rápido a engranajes

Fuente: La empresa.



Figura 15: Esmeril
Fuente: Google imágenes.

➤ Tronzadora

La empresa utiliza la tronzadora para cortar materiales metálicos principalmente. Corta por abrasión mediante disco y nos permite realizar cortes rectos y en ángulo sobre los tubos de 7/8 Y 5/8. Esta tronzadora es de vital importancia para la empresa ya que no cuentan con otra máquina que la pueda reemplazar.

Tabla 19: Especificaciones técnicas de la tronzadora

Variables	Especificaciones
Marca	Dewalt
Diámetro de disco	355 mm
Voltaje	220 V
Color	Amarillo
Incluye	Disco abrasivo de corte de 14" y llave de ajuste.
Medidas	78 x 68 x 54 cm
Potencia	1800 W
Peso	21.5 kg
Velocidad	4700 r.p.m.
Uso	Ideal para carpintería, mueblerías, ebanistas, construcción civil e instalaciones en general.

Fuente: La empresa.



Figura 16 : Tronzadora

Fuente: La empresa

➤ Soldadora eléctrica

Funciona convirtiendo la energía eléctrica en calor, que a su vez provoca la fusión del material utilizado en la soldadura.

Tabla 20: Especificaciones de la Soldadora Eléctrica

Variables	Especificaciones
Ancho	27.5 cm
Largo	48 cm
Alto	40cm
Potencia	5000 watt
Voltaje	220 V
Peso	87 kg
Color	Negro
Regulable	Regule el Amperaje desde 65A hasta los 200 ^a

Fuente: La empresa.



Figura 17: Soldadora
Fuente: La empresa.

3.2.7 Proceso de producción

Se tomó en cuenta el proceso de elaboración de una silla pandora, ya que es la silla que más se produce como se puede observar en diagrama ABC (tabla 5). Involucra una serie de actividades hasta obtener el producto terminado. Este proceso comienza con la recepción de la materia de prima, luego es trasladado al área de cortar y medir, se dobla el tubo, para luego ser formado, es soldado, después es agujereado y pasa a ser esmerilado, para luego pasar a ser lavado y enjuagado. Una vez enjuagado es pintado, horneado y se le coloca los regatones, el PVC y regatones. A continuación, se describe cada operación a detalle.

➤ **Recepción de materia prima**

En esta operación, la empresa recibe la materia prima que es llevada por los proveedores de la empresa.

➤ **Cortar y medir el tubo**

En esta actividad, el tubo es medido y cortado de acuerdo con las medidas establecidas de las sillas 57.15 cm x 54.61 cm x 82.55 cm en la tronzadora, para lo cual se emplea tubos de 7/8 pulg y 5/8 pulg de 6 metros cada uno.

➤ **Doblar tubo**

En esta operación, el tubo cortado, es transportado hacia la máquina dobladora, en la cual realiza la acción de doblar de acuerdo a las medidas específicas de 10°. Después de esto es inspeccionada para verificar que se cuenta con las medidas dadas.



Figura 18 : Proceso de doblado de tubo
Fuente: La empresa.

➤ **Formado**

En esta operación, el operario a través de la fuerza de tracción (empleo de una comba), le da forma a la silla y se va verificando para ver si cumple con lo requerido.

➤ **Soldar**

Las piezas de las sillas son llevadas al área de soldadura en donde se unen los 2 tubos lisos de 7/8 pulg con los 2 tubos lisos de 5/8 pulg que anteriormente se habían cortado y medido a través de la máquina soldadora, armando así el molde de la silla.



Figura 19: Proceso de soldadura
Fuente: La empresa.

➤ **Agujereado**

En esta operación la silla soldada pasa a la máquina taladro de pie, donde se coloca la silla y se realizan 4 agujeros correspondientes para cada silla por donde ingresarán los pernos para sujetar las piezas de la silla.



Figura 20 : Proceso de agujereado
Fuente: La empresa.

➤ **Esmerilado**

En esta parte del proceso se emplea el esmeril que retoca la parte del agujereado, en donde se observa que no quede ninguna rugosidad en cada parte de la silla.

➤ **Lavado**

En esta área, los productos son colocados en el lavador, donde se aplica el ácido industrial. Asimismo, se limpia de cualquier imperfección.



Figura 21: Proceso de lavado
Fuente: La empresa.

➤ **Enjuagado**

Proceso en el cual la silla es enjuagada con agua y detergente, y se espera a que se seque para poder ser llevada a área de pintura.



Figura 22: Proceso de enjuagado
Fuente: La empresa

➤ **Pintura**

Es la operación en la cual los productos que se quedaron en espera son colocados en el área de pinturas ayudadas con una compresora.

➤ **Horneado**

Después del área de pintura se colocan en el horno durante un tiempo aproximadamente de 40 min para que la pintura quede impregnada en la silla. Este horno tiene una capacidad de 30 sillas.



Figura 23: Proceso de horneado
Fuente: La empresa

➤ **Ensamblar regatones**

Esta operación se lleva a cabo después del proceso de horneado. El operario se encarga de agregar los regatones a cada pata de las sillas, lo cual permite estabilidad en la silla, también es una protección de la silla para que no raye el piso y que tenga un mejor estilo.

➤ **Ensamblar PVC y pernos**

Luego de haber colocado los regatones, se procede a colocar PVC y pernos para así tener lista la silla Pandora que irá posteriormente a almacén de producto terminado.

3.2.8 Sistema de producción

Nuestro producto trabaja en base a un sistema de producción intermitente abierto; ya que el producto se fabrica en base a especificaciones dadas directamente por el cliente al colocar su orden de pedido particular.

3.2.9 Análisis para el proceso de producción

✓ **Diagrama de bloques**

El diagrama de bloques muestra el proceso general que sigue la empresa edificaciones metálicas SAVI S.A.C., para la elaboración de una silla Pandora, indicando las etapas descritas anteriormente y los insumos que ingresan al proceso, así como también los residuos que se generan en cada etapa (Figura 25).

Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.

Fabrica: _____

Producto : Silla Pandora Departamento : Producción

Diagrama N : 1

Aprobado por : _____ Revisado por : _____

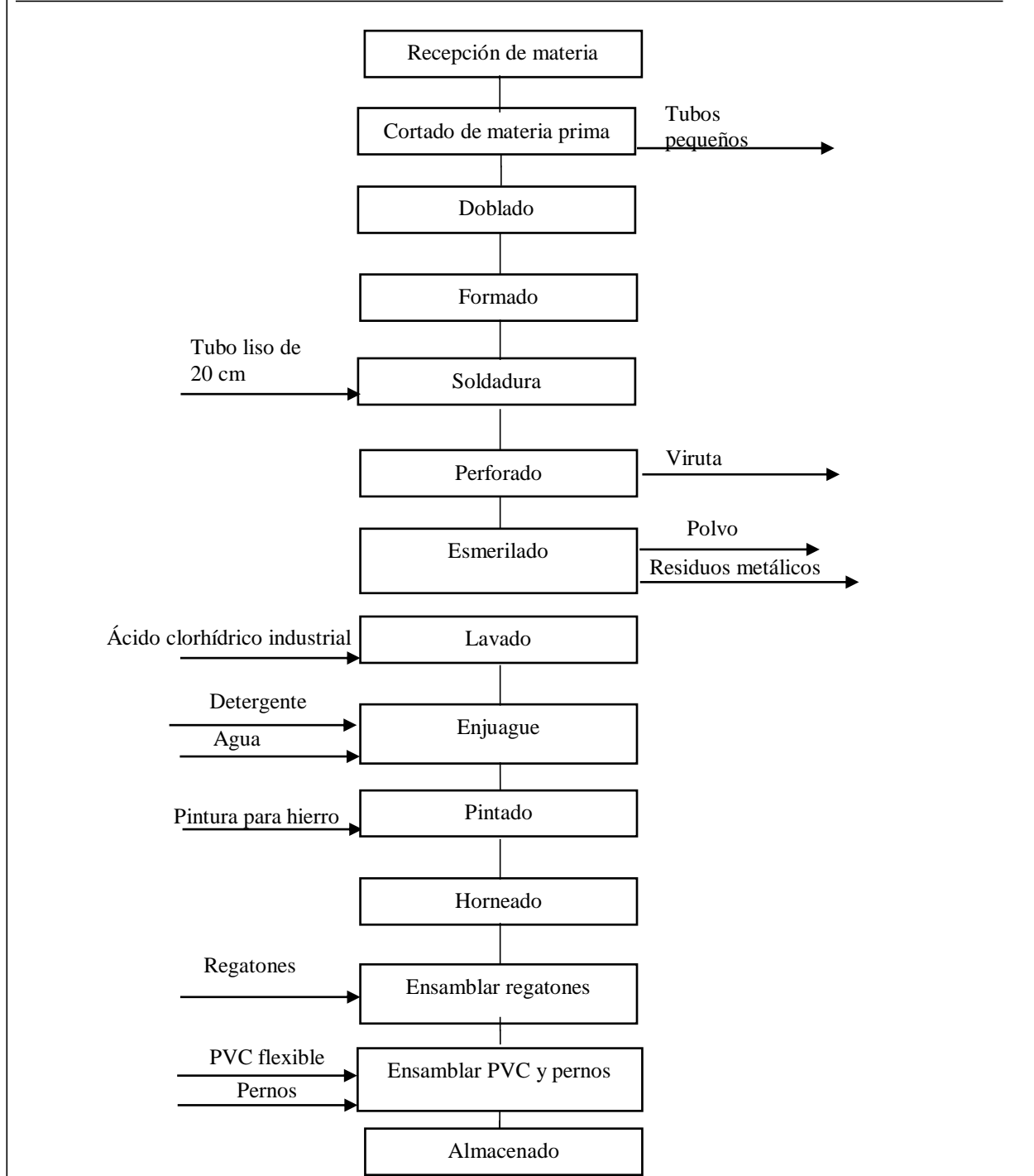


Figura 24: Diagrama de bloques de la empresa “Edificaciones metálicas SAVI S.A.C.”

Fuente: Elaboración propia, extraído de la empresa.

➤ **Medición del diseño del trabajo en el proceso**

Se aplicará técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según el método de trabajo preestablecido. Para ello se tomará en cuenta las siguientes etapas:

- **Estudio de tiempos:**

Identificada la etapa anterior, se procede a la medición del trabajo para establecer estándares de tiempo para efectuar una determinada tarea. Identificando los estándares de trabajo, que representan la cantidad de tiempo que debe tomar a un empleado promedio en llevar a cabo un trabajo específico bajo condiciones de trabajo normales.

Es necesario hacer un análisis desde el punto de vista funcional del proceso, respondiendo cuestionamientos como: ¿por qué existe esta actividad? Y ¿para qué sirve esta actividad?, englobadas en la pregunta **¿Que se hace?**, justificando el propósito de cada actividad en el proceso. Los segundos cuestionamientos se refieren a ¿Dónde debe hacerse la actividad?, determinando si el lugar, la maquina o los equipos en que se hace el trabajo son los más convenientes, ¿Cuándo debe hacerse la actividad?, investigando si el tiempo y la secuencia en que se ejecuta el trabajo es el más adecuado, y ¿Quién debe hacer la actividad? , si el trabajador que ejecuta el trabajo es el que debe hacerlo , todo ello dentro de la pregunta general **¿con que se hace?**. Por último, la pregunta: ¿Cómo se ejecuta el proceso?, o **¿Cómo se hace?**, nos lleva a buscar una mejor forma de hacerlo.

➤ **Procedimiento del estudio de tiempos de la línea de producción**

Para el estudio de tiempos se utilizaron procedimientos gráficos, que nos proporcionan una descripción sistemática del ciclo de trabajo o proceso con suficientes detalles de análisis para planear la mejora de los métodos y su posterior presentación en forma de propuestas a los niveles de administración. Se realizarán diagramas de flujo de procesos en los cuales se mostrará la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que se efectúen en el proceso o procedimiento, incluyendo además información importante para el análisis como el tiempo requerido y la distancia recorrida. Se medirá el contenido de trabajo del método prescrito, tomando en cuenta los distintos retrasos inevitables, factores ambientales, etc.

Para la medición se usa un cronómetro digital, el cual tenía una exactitud de una centésima de segundo, aunque para los cálculos de los tiempos estándares solamente se considerara los minutos y los segundos ya que se tenían diferencias marcadas entre los tiempos obtenidos.

Durante el proceso se tomará el tiempo a cada una de las activadas, para lo cual determinaremos el número de muestras necesarias aritméticamente, la precisión del estudio de tiempos depende del número de ciclos cronometrados.

Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen el número de ciclos que se estudian, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar completamente gobernado por la práctica estadística común que la demanda cierto tamaño de muestra basado en la dispersión

El tamaño de la muestra se determinará tomando en cuenta la información del libro técnicas de medición, donde se obtuvo el cuadro de General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E.Shaw, la cual nos muestra una tabla en la que determina el número de ciclos de observación, según el tiempo de ciclo observado preliminarmente

Tabla N°21: Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo(minutos)	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 - 5,00	15
5,00 - 10,00	10
10,00 - 20,00	8
20,00 - 40,00	5
40,00 - a mas	3

Fuente: Técnicas de medición de trabajo

3.2.10 Estudio de tiempos

➤ Verificación de la muestra

Se hizo un estudio preliminar del proceso de producción y registramos 5 muestras de ciclo observados, en distintas horas de trabajo al mismo operador, considerando que se trabaja las 8 horas al día de lunes a sábado. Luego determinamos si estos eran suficientes, calculando en número real de ciclos necesarios:

Tabla 22: Muestra de ciclo observado

Actividades del proceso	CICLO OBSERVADO					Σ XI	TIEMPO PROM(min)
	1	2	3	4	5		
Medir y cortar tubo liso de 7/8	4,42	4,32	4,4	4,34	4,21	21,69	4,34
Transporte al área de doblado	0,64	0,55	0,62	0,55	0,64	3,00	0,60
Doblar e inspeccionar	0,99	1,1	0,98	0,95	0,97	4,99	1,00
Transporte al área de formado	1,09	1,06	1,21	1,31	1,26	5,93	1,19
Formado e inspección	0,53	0,56	0,54	0,5	0,51	2,64	0,53
Transporte al área de soldado	0,78	0,75	0,73	0,68	0,69	3,63	0,73
Medir tubo liso de 5/8	3,4	3,1	3,2	3,5	3,4	13,20	3,30
Espera de formado de tubo de 7/8	8,36	8,38	8,44	8,40	8,39	41,97	8,39
Transporte al área de soldado	0,56	0,55	0,54	0,49	0,63	2,77	0,55
Soldar	10,5	11,2	10,7	10,5	10,4	53,30	10,66
Transporte al area de perforado	0,47	0,55	0,49	0,47	0,55	2,53	0,51
Perforado	4,5	3,98	3,99	4	4,1	20,57	4,11
Esmerilado	3,49	3,49	3,53	3,52	3,49	17,52	3,50
Transporte al área de lavado	3,51	3,52	3,53	3,54	3,51	17,61	3,52
Lavado	3,2	3,33	3,42	3,32	3,53	16,80	3,36
Enjuague	2,2	1,94	2,01	2	1,99	10,14	2,03
Espera de secado de material	2,5	2,5	2,2	2,1	2	11,30	2,26
Transporte al área de pintura y horneado	3,34	3,32	3,44	3,43	3,41	16,94	3,39
Aplicar pintura	3,15	3,1	3,21	3,11	3,14	15,71	3,14
Horneado	1,3	1,34	1,33	1,35	1,36	6,68	1,34
Espera a secado de pintura	2,3	2	1,9	2,4	2	10,60	2,12
Transporte al área de ensamble	1,14	1,17	1,23	1,08	1	5,62	1,12
Colocar regatones	4,02	3,99	4,08	4,1	4,01	20,20	4,04
Colocar pvc y pernos	4,01	4,21	4,11	4,12	4,15	20,60	4,12
Transporte al área de almacén	7,42	7,43	7,35	7,37	7,44	37,01	7,40
Total	66,06	69,06	68,74	68,73	68,39	311,32	77,26

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Según muestreo preliminar el tiempo promedio del ciclo del proceso es de 77,26 minutos, y el rango de muestra según la información tomada del libro técnicas de medición de trabajo, de general electric Company, determinamos que según el tiempo de ciclo observado preliminarmente este se encuentra entre 40 a más, con un número recomendado de 3 ciclos. Por lo que concluimos que las observaciones realizadas en el estudio preliminar de 5 muestras, es la adecuada.

➤ Factor de calificación de desempeño

Este factor se estimará a través del sistema de calificación Westinghouse que considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: la habilidad como la destreza para seguir el método dado, el esfuerzo como una demostración de la voluntad de trabajar de manera eficaz, las condiciones que afectan al operario como la temperatura, la ventilación, la luz y el ruido, la consistencia referente a los valores de tiempo elementales que se repiten de manera constante.

Para determinar esta calificación, figura 46 (Anexo 1), donde se tomó valores teóricos en cada calificación. Para la habilidad se consideró un 0,03 ya que los operarios no realizan el

proceso de producción adecuadamente considerando entonces una calificación de buena C2, el esfuerzo que realizan al producir la silla es un esfuerzo moderado, tomando entonces un esfuerzo de bueno C1 de 0,05, así mismo las condiciones en las que trabajan son condiciones aceptables, tomando entonces una condición buena C de 0,02 y por último se tomó como consistencia buena C 0,01.

Habilidad.....	Buena	C2 = 0,03
Esfuerzo.....	Bueno	C1 = 0,05
Condiciones de trabajo.....	Buenas	C = 0,02
Consistencia.....	Buena	C = 0,01

$$FC = 1 + 0,03 + 0,05 + 0,02 + 0,01$$

$$\text{Factor de calificación (FC)} = 1,11$$

➤ **Factor de suplemento o tolerancia**

Las tolerancias constituyen otras consideraciones que deben tener un trato especial, ya que reflejan los retrasos que se dan en los procesos. Si las tolerancias no expresan la realidad los tiempos estándares obtenidos serán irreales y se tendrá una pérdida de recursos y de tiempo. La organización tendrá una pérdida de recursos y de tiempo.

El libro Técnicas de medición de trabajo nos muestra la estructura a seguir para poder determinar el factor de suplemento, teniendo en cuenta la figura N°53 (Anexo 1), de los cuales se tomó en cuenta: Suplemento personal 5%, suplemento por estar de pie 2%, suplemento por cuerpo encorvado 2%, suplemento por nivel de ruido (intermitente – fuerte) 2%, suplemento por esfuerzo mental (proceso que requiere atención) 1%. Estos se deben de sumar para poder determinar un porcentaje de suplemento siendo este de 12%

Estos valores son teóricos y se utilizan como herramienta para poder determinar el tiempo estándar, al no ser aplicado en la empresa, estos tiempos teóricos se toman como referencia.

➤ **Tiempo estándar**

Con estos tiempos, se podrán hallar los nuevos indicadores de la propuesta de mejora.

Con toda la información requerida determinada, podemos calcular los tiempos estándares de cada actividad para que la empresa pueda obtener su tiempo real de producción

Tabla 23: Tiempos estándares

Actividades del proceso	Tiempo promedio	Factor de calificación de desempeño	(TN)	Factor de suplemento	(TE)
Medir y cortar tubo liso de 7/8	4.34	1.11	4.82	0.12	5.40
Transporte al área de doblado	0.60	1.11	0.67	0.12	0.75
Doblar e inspeccionar	1.00	1.11	1.11	0.12	1.24
Transporte al área de formado	1.19	1.11	1.32	0.12	1.48
Formado e inspección	0.53	1.11	0.59	0.12	0.66
Transporte al área de soldado	0.73	1.11	0.81	0.12	0.91
Medir tubo liso de 5/8	3.30	1.11	3.66	0.12	4.10
Transporte al área de soldado	0.55	1.11	0.61	0.12	0.68
Soldar	10.66	1.11	11.83	0.12	13.25
Transporte al área de perforado	0.51	1.11	0.57	0.12	0.63
Perforado	4.11	1.11	4.56	0.12	5.11
Esmerilado	3.50	1.11	3.89	0.12	4.35
Transporte al área de lavado	3.52	1.11	3.91	0.12	4.38
Lavado	3.36	1.11	3.73	0.12	4.18
Enjuague	2.03	1.11	2.25	0.12	2.52
Espera de secado de material	2.26	1.11	2.51	0.12	2.81
Transporte al área de pintura y horneado	3.39	1.11	3.76	0.12	4.21
Aplicar pintura	3.14	1.11	3.49	0.12	3.90
Horneado	1.34	1.11	1.49	0.12	1.67
Espera a secado de pintura	2.12	1.11	2.35	0.12	2.64
Transporte al área de ensamble	1.12	1.11	1.24	0.12	1.39
Colocar regatones	4.04	1.11	4.48	0.12	5.02
Colocar PVC y pernos	4.12	1.11	4.57	0.12	5.12
Transporte al área de almacén	7.40	1.11	8.21	0.12	9.20
Total	68.86	1.11	76.43	0.12	85.61

Fuente: La empresa
Elaboración: Propia

En esta tabla, se observa los tiempos reales de trabajo de los operarios de la empresa.

Para realizar el diagrama de operaciones de proceso y el diagrama de análisis de proceso se tomaron en cuenta estos tiempos promedios. Para el DOP no se tomaron en cuenta las actividades de transporte y demora, y para el DAP se toma en cuenta todo el proceso de producción

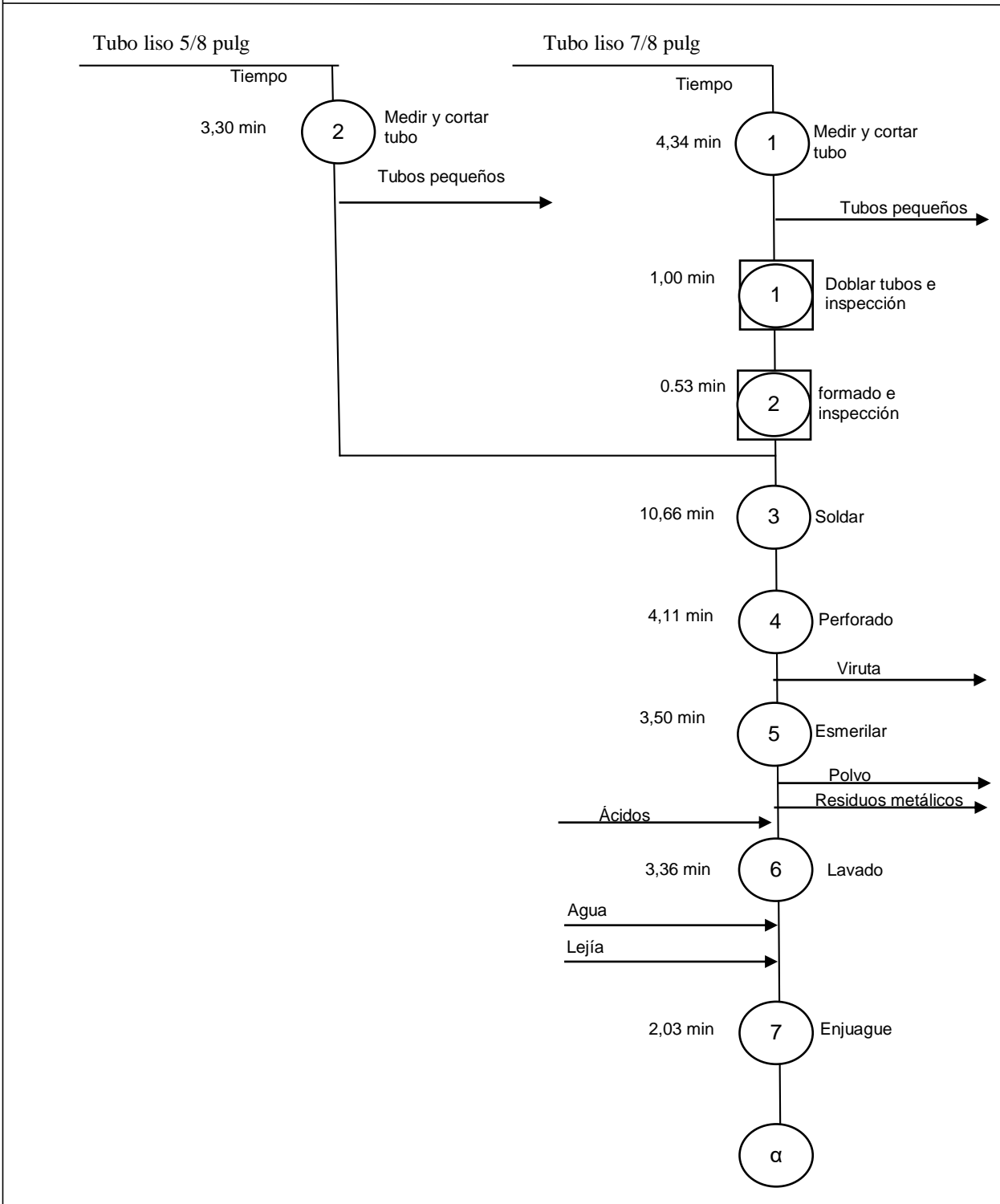
Figura 25: Diagrama de operaciones de proceso de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”

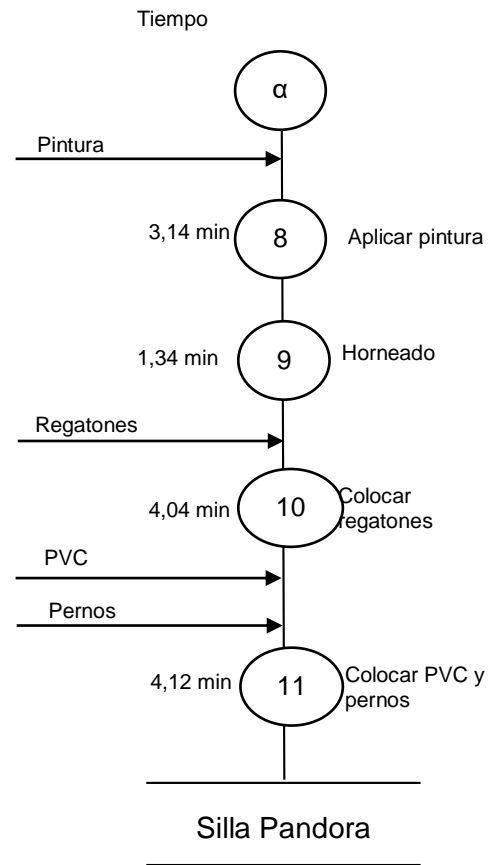
Fabrica: Edificaciones Metálicas savi S.A.C.

Producto : Silla Pandora Departamento : Producción

Diagrama N : 1

Aprobado por : _____ Revisado por : _____





ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operación	11	43,94 min
Combinada	2	1,53 min
TOTAL	13	45,47 min

Fuente: Elaboración propia, extraído de la empresa.

Figura 26: Diagrama de análisis de proceso de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”

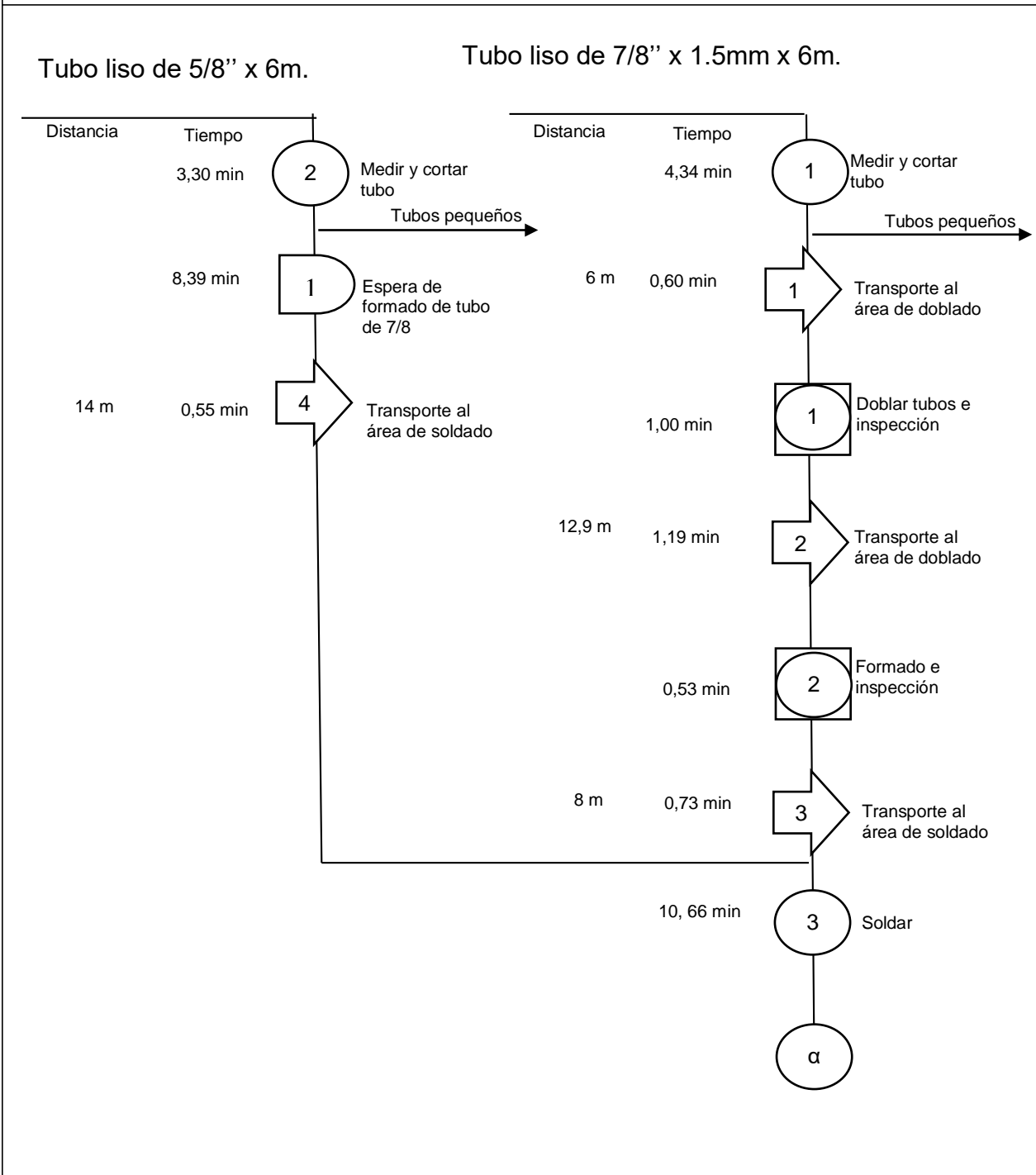
Edificaciones Metálicas savi S.A.C.

Fabrica: _____

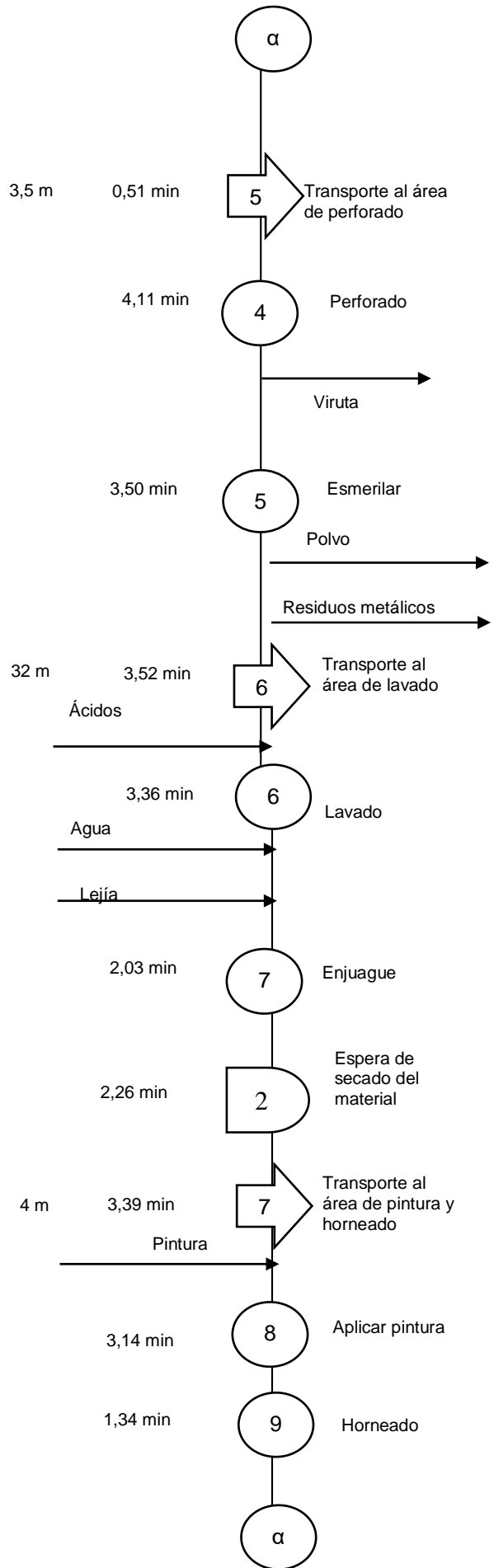
Producto : Silla Pandora Departamento : Producción

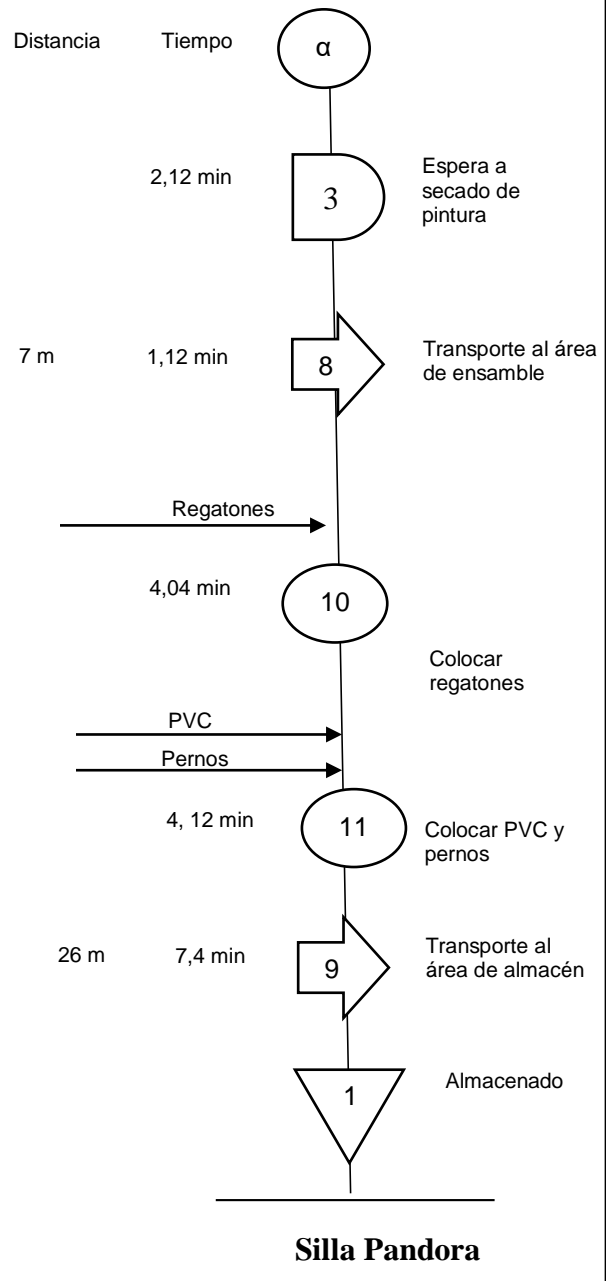
Diagrama N : 1

Aprobado por : _____ Revisado por : _____



Distancia Tiempo





RESUMEN DE ACTIVIDADES			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	Distancia
Operación	11	43,94 min	
Combinada	2	1,53 min	
Transporte	9	19,02 min	113,4 m
Demora	3	12,77 min	
Almacén	1	0 min	
TOTAL	26	77,26 min	113,4 m

Fuente: Elaboración propia, extraído de la empresa.

En la figura 26, se observa el diagrama de operaciones del proceso que muestra toda la secuencia de las actividades productivas del proceso de fabricación, aquellas que con su ejecución agregan valor al producto.

Esta figura 27, se muestra el diagrama de análisis de proceso para la fabricación de una silla en la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI SAC”, siendo la etapa de soldado la restricción del proceso, ya que toma más tiempo en realizar su actividad en todo el proceso de producción. Además, para poder hallar los tiempos improductivos se tomó en cuenta las demoras en el proceso, así como también el transporte en el proceso de producción

➤ **Porcentaje de actividades:**

$$\% \text{de Actividades Productivas} = \frac{43,94 + 1,53}{43,94 + 1,53 + 19,02 + 12,77} \times 100 = 58,85\%$$

$$\% \text{de Actividades Improductivas} = \frac{19,02 + 12,77}{43,94 + 1,53 + 19,02 + 12,77} \times 100 = 41,14\%$$

Tomando como referencia la figura 26 y figura 27 para la fabricación de una silla en la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI SAC” se hallaron los tiempos productivos, donde se tomó como referencia, los tiempos de las operaciones, inspecciones y combinada. Así mismo, para los tiempos improductivos se tomó en cuenta los tiempos de demoras en el proceso, así como también el tiempo de transporte. Obteniendo un 58,85% de tiempos productivos, mientras que un 41,14% de tiempos improductivos.

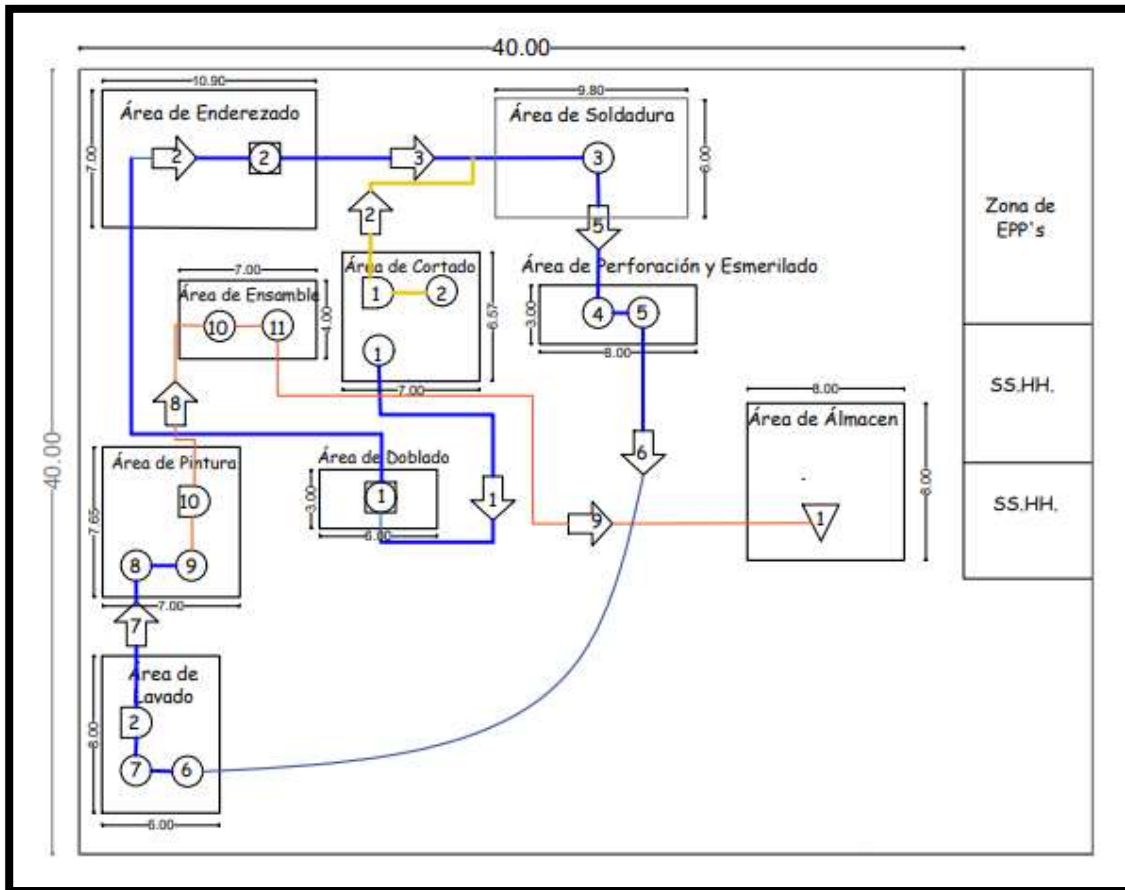


Figura 27 : Diagrama de recorrido de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”

Fuente: Elaboración Propia, Extraído de la empresa

LEYENDA			
Actividad	Operación	Líneas	
Operación			Tubo de 1/8 pulg
Combina			Tubo de 1/8 pulg
Transporte			Producto
Demora			
Almacén			

Como se puede observar en el diagrama de recorrido de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI SAC”, la materia prima es llevada al área de cortado , luego es transportado (línea azul) al área de doblado donde el operario tiene una interrupción ya que se cruza con otro operario que viene del área de ensamble, una vez terminado es transportado al aérea de enderezado, donde tiene otra interrupción ya que se cruza con el operario de pintura, una vez terminado , pasa al área de soldadura, luego pasa al área de perforación donde es interrumpido por el operario que va hacia el almacén, donde el producto una vez lavado con químicos es trasportada al área de pintura y horneado, es ensamblado y luego pasan al almacén. En esta empresa no tienen las áreas de trabajo bien distribuidas, lo que ocasiona que el operario recorre casi toda la empresa ocasionando fatiga.

Edificaciones Metálicas savi S.A.C.									
Fabrica:									
Producto :		Silla Pandora			Departamento : Producción				
Diagrama N :		1							
Aprobado por :		Revisado por :							
Pasos	Descripción del metodo actual	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Combinada	Almacen	Distancia en metros	Tiempo
1	Medir y cortar tubo liso de 7/8	○							4,38
2	Transporte al área de doblado			→				6 m	0,6
3	Doblar e inspeccionar					□			1
4	Transporte al área de formado			→				12.9 m	1,19
5	Formado e inspección					□			0,528
6	Transporte al área de soldado			→				8 m	0,726
7	Medir y cortar tubo liso de 5/8	○							3,3
8	Espera de tubo 7/8				⌋				8,39
9	Transporte al área de soldado			→				5 m	0,554
10	Soldar	○							10,66
11	Transporte al area de perforado			→				3.5 m	0,506
12	Perforado	○							4,11
13	Esmerilar	○							3,50
14	Transporte al área de lavado			→					3,52
15	Lavado	○						21 m	3,36
16	Enjuague	○							2,02
17	Espera de secado de material				⌋				2,26
18	Transporte al área de pintura y homeado			→				4 m	3,38
19	Aplicar pintura	○							3,14
20	Horneado	○							1,34
21	Espera a secado de pintura				⌋				2,12
22	Transporte al área de ensamble			→				7 m	1,12
23	Colocar regatones	○							4,04
24	Colocar PVC y pernos	○							4,12
25	Transporte al área de almacén			→				25 m	7,4
26	Almacenado						△		
Total								113.4 m	77,26

Figura 28: Cursosograma analítico de la empresa edificaciones metálicas savi S.A.C.

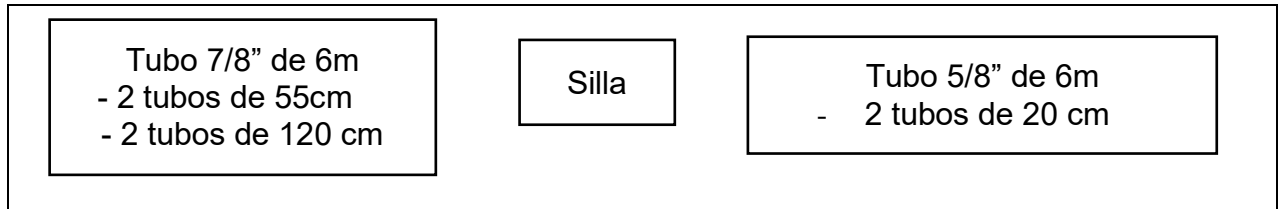
Fuente: La empresa, Extraída de la empresa

Para determinar el tiempo de cada actividad se tomó en cuenta en si la cantidad de minutos que se demora para realizar la actividad, más no se tomó en cuenta ninguna distracción o paro adicional en el proceso, es por eso que se le agregara el factor de calificación, así como el factor de suplemento para poder obtener un tiempo más real en el proceso.

3.2.11 Indicadores actuales de producción y productividad

✓ **Eficiencia física**

Tabla 24: Medidas de tubos



Fuente: La empresa

Para poder determinar los indicadores se tomó un lote de 45 unidades. Es por eso que para determinar su eficiencia física se tendrá en cuenta la materia prima necesaria para producir estas 45 sillas.

$$\frac{40 \text{ tubos} \times \frac{5.90 \text{ m}}{1 \text{ tubo}} + 4 \text{ tubos} \times \frac{5.50 \text{ m}}{1 \text{ tubo}} + 1 \text{ tubos} \times \frac{4.40 \text{ m}}{1 \text{ tubo}}}{45 \text{ tubos} \times \frac{6 \text{ m}}{1 \text{ tubo}}} = 0.97$$

Se utiliza eficientemente el 97 % de la materia prima que ingresará la producción de 45 sillas/día.

✓ **Eficiencia económica**

Tabla N°25: Costo de mano de obra directa

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA		
Cargo	Cantidad	Sueldo mensual
Operarios	5	S/. 600
Costo total		S/. 3 000
Costo por día		S/. 115,38

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Estos costos de mano de obra son por pedidos que recibe la empresa en determinado mes. Se tomó en cuenta que en un solo mes se producirá la silla Pandora. Así mismo al dividir los 3000 soles entre 26 días de trabajo que tiene la empresa, y se obtendrá como resultado

Tabla 26 : Costos indirectos de fabricación

Agua	Litros	Cantidad usada al día (m3)	Costo por m3	Total diario
Tina	300	0,300	2,1	0,63
Tina 2	500	0,500	2,1	1,05
Total	800	0,8	2,1	1.68

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla 27 : Costos indirectos de fabricación para la silla Pandora

Energía	Cantidad en kw	kwh	Costo kwh	Total al día
Tronzadora	1,8	14,40	0,18	2,59
Taladro de pie	0,7	5,60	0,18	1,01
Esmeril	1,2	9,60	0,18	1,73
Horno	0,22	1,76	0,18	0,32
Soldadora eléctrica	5	40,00	0,18	7,20
Total	8,92	71,36	0,18	12,84

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla 28: Costo de materiales prima e insumos

Costos de Materiales Directos			
Material	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
Tubo 7/8	45	S/. 12,00	S/. 540,00
Tubo 5/8	4	S/. 11,00	S/. 44,00
Pernos 30x40 mm	180	S/. 0,30	S/. 54,00
Regatones	180	S/. 0,05	S/. 9,00
Piezas de PVC	45	S/. 49,00	S/. 2 205,00
Pintura para hierro	3	S/. 25,00	S/. 75,00
Ácido industrial	1	S/. 21,00	S/. 21,00
Total			S/. 2 948,00

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Para el pedido de 45 sillas, se realizan pedidos de materia prima e insumos, teniendo un total de 2 948 soles.

Para poder determinar el costo de producción por unidad, se debe de hallar el costo de materia prima e insumos para un pedido de 45 sillas es de 2 948 soles, el funcionamiento de la empresa le cuesta al día en luz y agua 12,84 y 1,68 soles respectivamente. Mientras que la mano de obra le cuesta al día 115,38 soles. Al sumar todos estos costos de producción nos sale 3077,90 soles.

Tabla 29: Tabla resumen

Tabla resumen de costo de producción de una silla pandora	
Costos	Subtotal
Costos de Materia prima e insumos	S/. 2 923
Costos indirectos de fabricación (Agua)	S/.1,68
Costos indirectos de fabricación (Luz)	S/. 12,84
Costos de mano de obra directa	S/. 115, 38
Total	S/. 3 077,90

Fuente: La empresa

$$Eficiencia\ económica = \frac{120 \frac{\$/}{silla} \times 45\ sillas}{3\ 077,90} = 1,75$$

Por cada sol invertido se gana S/ 0,75 al producir 45 sillas.

✓ Cuellos de botella

Al analizar los diagramas antes presentados podemos determinar que el ciclo se encuentra en el área de soldado, siendo la actividad con mayor tiempo. (Tabla 24)

El cuello de botella es de 10,66 minutos en el proceso de producción de una silla de oficina.

✓ Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo del proceso de producción de la silla Pandora está determinado por el cuello de botella que es de 10,66 minutos. (Tabla 24)

$$c = \frac{10,66\ min}{1\ sillas} = \frac{10,66\ min}{unid}$$

✓ Producción con tiempo promedio

$$P = \frac{tb}{c} = \frac{\frac{60\ min}{1h} \times \frac{8h}{1d}}{\frac{10,66\ min}{1\ unid}} = 45\ unid/día$$

Actualmente se puede producir diariamente 45 sillas por turno de trabajo. Por lo que también podemos determinar que esta es su capacidad de producción real diaria.

✓ **Producción con tiempo estándar**

$$P = \frac{tb}{c} = \frac{\frac{60 \text{ min}}{1h} \times \frac{8h}{1d}}{\frac{13,25 \text{ min}}{1} \frac{\text{min}}{\text{unid}}} = 36 \text{ unid/día}$$

Con tiempo estándar se puede producir diariamente 36 sillas por turno de trabajo. Por lo que también podemos determinar que esta es su capacidad de producción real diaria

✓ **Productividad**

• **Productividad de los materiales:**

Para la producción de 45 sillas/día se utiliza 45 tubos (de fierro) de 7/8', todos tienen una medida de 6m cada uno. Para encontrar su productividad se a dividido la producción obtenida (45 sillas/día) entre la cantidad de recursos utilizados (45 tubos de 7/8')

$$p_{mp} = \frac{\frac{45 \text{ sillas}}{\text{día}}}{45 \text{ tubos} \times \frac{6m}{1 \text{ tubo}}} = \frac{6 \text{ sillas}}{m.\text{día}}$$

Como se observa en el cálculo se obtiene que se fabrican 6 sillas/ día

✓ **Productividad de mano de obra:**

Edificaciones metálicas sabe cuenta con 5 operarios para la producción de sillas Pandora. Entonces para la producción de 45 sillas, cada operario debe hacer 9 sillas.

$$p_{m.o.} = \frac{45 \text{ sillas/día}}{5 \text{ operarios}} = \frac{9 \text{ sillas}}{\text{operarios.día}}$$

✓ **Productividad de capital:**

$$p_k = \frac{120 \text{ sillas} \times 45 \text{ sillas/día}}{67,8 \frac{\text{s/.}}{\text{silla}} \times 45 \text{ sillas}} = 1,76 \frac{\text{sillas}}{\text{soles/día}}$$

Se obtiene que por cada sol invertido se obtiene 0,76 céntimos.

✓ **Capacidad efectiva o real**

Para hallar la capacidad real de la empresa Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C. se analizó el tiempo de procesamiento de las operaciones de soldado que se realiza con la soldadora eléctrica, en la cual se encuentra la restricción. Por lo cual la capacidad real es de 45 sillas /día.

$$Capacidad Real = \frac{45 \text{ sillas}}{\text{día}}$$

✓ **Pérdidas económicas**

Al no cumplir con los pedidos totales, la empresa genera una pérdida económica. La cual puede recuperarse al mejorar su proceso de producción (tabla 31).

$$Pérdida económica = \frac{1285 - 1000}{1285} = 0,22$$

La empresa tiene pérdidas económicas al no cumplir con un 22% de su demanda.

➤ **Resumen de indicadores de Silla Pandora**

Tabla 30: Tabla de indicadores

Indicadores		Actual	Unidad
Pérdida económica		22	%
Tiempos productivos		58,86	%
Tiempos improductivos		41,14	%
Eficiencia	Física	97	%
	Económica	1,75	%
Cuello de botella		10,66	min/Silla
Producción		45	Silla/día
Productividad	Materia Prima	6	Silla/m.día
	Mano de Obra	9	Silla/Operario
	Capital	1,76	Silla/soles.día
Capacidad real		45	Silla/día

Fuente: La empresa
Elaboración: Propia

3.2.12. Descripción de las Causas

✓ Método

- Retrasos en la entrega del producto

Los pedidos no entregados son generados mayormente en el proceso de producción tabla 30, donde se observa que tiene un total de 285 pedidos no entregados, siendo un 22% del total de pedidos que atiende la empresa.

Tabla 31: Pedidos no entregados (2016)

Mes	Pedidos totales	Pedidos entregados	Pedidos no entregados	Porcentaje (%)	Razón
Enero	40	30	10	25%	Proceso de producción
Febrero	200	150	50	25%	Proceso de producción
Marzo	60	50	10	17%	Proceso de producción
Abril	45	35	10	22%	Proceso de producción
Mayo	200	150	50	25%	Proceso de producción
Junio	100	80	20	20%	Proceso de producción
Julio	100	80	20	20%	Proceso de producción
Agosto	150	110	40	27%	Proceso de producción
Setiembre	140	110	30	21%	Proceso de producción
Octubre	130	100	30	23%	Proceso de producción
Noviembre	70	60	10	14%	Proceso de producción
Diciembre	50	45	5	10%	Proceso de producción
Total	1285	1000	285	22%	Proceso de producción

Fuente: La Empresa

Elaboración: Propia

Tabla 32: Pérdidas económicas (2016)

Mes	Pedidos totales (Sillas)	Margen unitario	Pedidos no entregados (Sillas)	Pérdidas económicas (soles)
Enero	40	120	10	2400
Febrero	200	120	50	2400
Marzo	60	120	10	1200
Abril	45	120	10	600
Mayo	200	120	50	3600
Junio	100	120	20	2400
Julio	100	120	20	2400
Agosto	150	120	40	1800
Setiembre	140	120	30	2400
Octubre	130	120	30	2400
Noviembre	70	120	10	1800
Diciembre	50	120	5	600
Total	1285	120	285	24000

Fuente: La empresa
 Elaboración: Propia

Como se observa en la tabla 31, la empresa tiene un total de 285 sillas que no llega entregar, que, al multiplicarlo por el margen unitario, obtiene 24000 soles en pérdidas. Así mismo, se observa que en la tabla 30, el problema se encuentra en el proceso de producción de las sillas, ya que tienen recorridos innecesario, así como también realiza movimientos incensarios al realizar el producto.

- Posturas inadecuadas de trabajo

Esta empresa principalmente presenta problemas de baja productividad de mano de obra figura 30, debido a que los operarios adoptan posturas inadecuadas para la ejecución de sus actividades



Figura 29: Posturas inadecuadas de trabajo
Fuente: La empresa

En la figura 31, se observa que el operario al realizar su actividad de trabajo, opta por una postura incorrecta, que puede causar fatiga laboral y disminuir su productividad



Figura 30: Posturas inadecuadas de trabajo
Fuente: La empresa

- Tiempos estandarizados

La empresa Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C., no cuenta con tiempos estándares (tiempos reales de producción), ya que como se puede observar en la tabla 22, la empresa trabaja actualmente con tiempos promedios.

✓ **Ambiente de trabajo**

- Ambiente de trabajo desordenado



Figura 31: Ambiente de trabajo desordenado

Fuente: La empresa

Como se puede observar en la figura 32, la empresa tiene actualmente un ambiente de trabajo desordenado, donde los operarios tienen que esquivar los materiales pudiendo ocasionar accidentes laborales.



Figura N° 32: Desorden en el área de trabajo
Fuente: La empresa.

Como se puede observar en esta figura 33, la empresa no tiene establecido donde dejar los materiales de trabajo, teniendo desorden en la empresa, generando incomodidad en los trabajadores. Además, en toda la empresa se puede observar un gran desorden, ya que muchas cosas no están en el lugar adecuado, obstaculizando el paso de los trabajadores.

- Falta de EPP en el proceso de producción



Figura N° 33 : No cuenta con implementos de seguridad
Fuente: La empresa.

Como podemos observar en la figura, el operario no tiene los equipos de protección personal que necesita para realizar un trabajo eficiente, ya que está a un constante peligro, esto no solo perjudica al trabajador, sino también a la empresa, ya que puede haber accidentes laborales.

✓ **Mano de obra**

En la figura 32 y 33, muestra el área de trabajo en completo desorden, el operario realiza recorridos innecesarios para poder esquivar los desperdicios o materiales en el área de trabajo.

Sin embargo, se pueden reducir los tiempos de transporte entre cada estación si se hace una adecuada distribución.

Tabla 33: Resumen de causas y sub-causas del problema

PROBLEMA	CAUSAS	SUB-CASUSAS
Perdidas Económicas	Método	Retraso en la entrega de productos
		Posturas inadecuadas de trabajo
		Tiempos no estandarizados
	Ambiente de Trabajo	Ambiente de trabajo desordenado
		Falta de Epp en el proceso de producción
	Mano de obra	Fatiga del personal

Fuente: La Empresa
Elaboración: Propia

A partir del diagnóstico realizado en base a las metodologías de medición y estudio del trabajo, se identificaron las principales restricciones del sistema, así como las principales causas de las restricciones del proceso de elaboración de sillas en la empresa edificaciones metálicas SAVIS. A. C

3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA

De acuerdo al diagnóstico realizado del proceso productivo actual de la silla Pandora, se identificó que el problema principal son las pérdidas económicas que tiene la empresa por no cumplir con sus pedidos en la tabla 30 y 31 se muestra las distintas causas. En este método de análisis, se especifica las causas del problema y sus sub-causas.

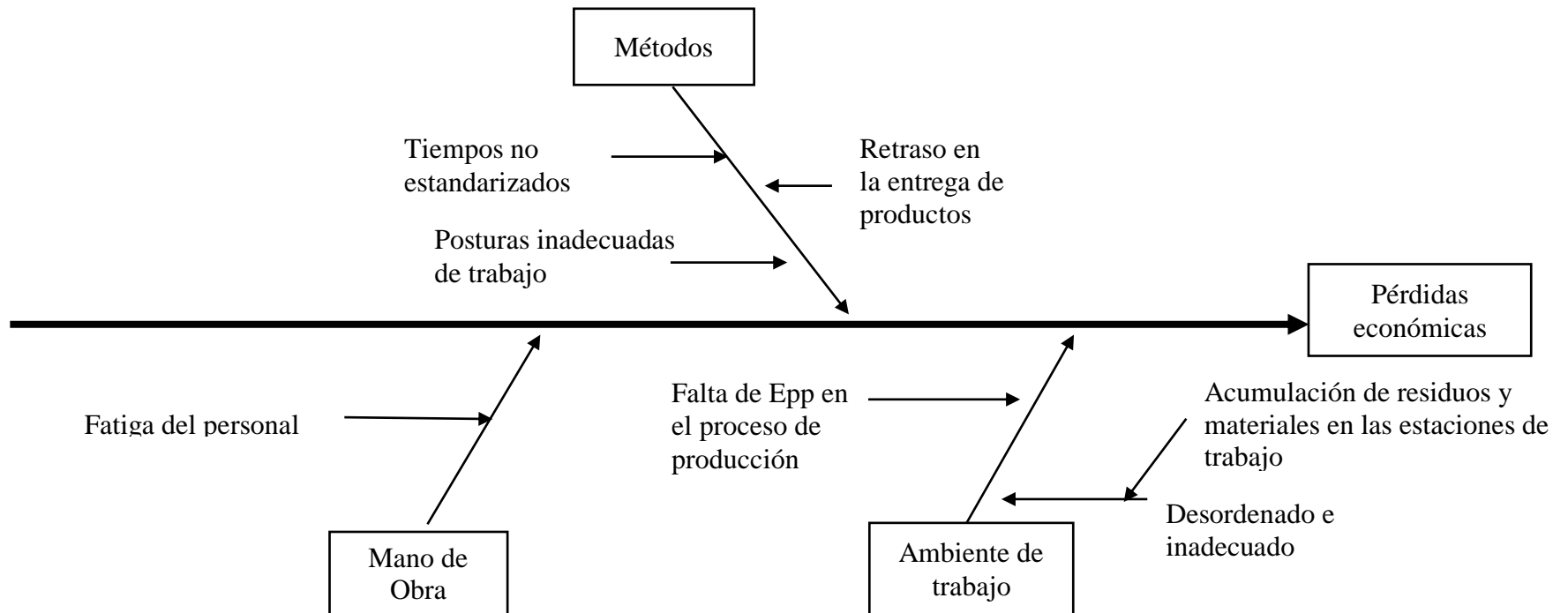


Figura 34: Diagrama Causa – Efecto de la empresa edificaciones metálicas SAVI S. A. C.

Fuente: La Empresa
Elaboración: Propia

3.4. PROPUESTA DE MEJORAS

Tabla 34: Metodología propuesta para causa

PROBLEMA	CAUSAS	SUB-CASUSAS	INDICADORES	PROPUESTA GENERAL DE SOLUCIÓN
Pérdidas Económicas	Método	Retraso en la entrega de productos	Cuello de botella = $10,66 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}$	Estudio de tiempos y movimientos
		Tiempos estandarizados		
		Posturas inadecuadas de trabajo	Producción actual = $45 \frac{\text{sillas}}{\text{día}}$	
	Ambiente de Trabajo	Ambiente de trabajo desordenado e inadecuado	Distancia recorrida = 113,6 metros.	Adecuar las herramientas de trabajo empleadas por el operario, aplicando las guías del área de trabajo.
		Falta de EPP en proceso productivo	Esto es obligatorio para todos los trabajadores de la empresa según la norma de seguridad y salud en el trabajo	Implementar EPP para los trabajadores
	Mano de obra	Fatiga del personal	Distancia recorrida = 113,6 metros.	SLP (Planeación Sistemática de Distribuciones)

Fuente: La empresa

En base al problema encontrado y a la identificación de las causas se plantearon las metodologías que se serán aplicadas para darle solución a las pérdidas económicas de la empresa Edificaciones Metálicas SAVI S. A. C.

3.5 ELABORAR LA PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA EDIFICACIONES METÁLICAS SAVI S.A.C.

3.5.1 Desarrollo de Mejoras

✓ Mejora 1: Estudio de Tiempos y Movimientos

• Diagrama Bimanual del Cuello de Botella


Se debe de reducir el tiempo para realizar la actividad de soldadura, ubicada en la estación de soldadura, esto podría ser ocasionado por la mala ubicación de los materiales en el área de trabajo. Esto podría resolverse estableciendo los tiempos estándares a través del estudio de movimientos. Donde la muestra de tiempos se tomaron de la tabla de 23, donde se toma como referencia los tiempos promedio de producción. Para realizar esta mejora en la empresa, es necesario aplicar un diagrama bimanual, para poder saber a detalle el tiempo que demorar cada actividad realizada por el operario, para así determinar los tiempos o actividades improductivas y poder eliminarlas.

En la tabla N° 25, se eliminó actividades como despejar área de soldado, limpiar área de soldado, ya que, implementando las guías de diseño de estaciones de trabajo, este lugar ya se encontrará despejado y limpia, así como también se eliminará la búsqueda de guantes, búsqueda de casco, llevar casco a mesa y transportar soldadora, ya que aplicando estas guías de trabajo el área de trabajo esta ordenado y limpio.

Además, se redujeron el número de inspecciones de 5 a sólo una inspección final y retoque ya que no se consideró que no es necesario que el operario realice una inspección por cada soldado si no que se esta inspección se realice después de que se hallan terminado todas las soldaduras y al final el operario se encargara de hacer una inspección final.










Al eliminar y modificar actividades en el diagrama bimanual, el tiempo de cuello de botella disminuirá de 10,66 minutos a 7,48 minutos.

Tabla 35:Diagrama bimanual del cuello de botella(Soldadura)

DIAGRAMA BIMANUAL											
EMPRESA: EDIFICACIONES METÁLICAS SAVI S.A.C.											
PRODUCTO: SILLA DE OFICINA											
UNIDAD DE ANÁLISIS: 1 PIEZA											
MANO IZQUIERDA		SIMBOLOS				SIMBOLOS				MANO DERECHA	
		●	➔	▼	D	●	➔	▼	D		
Sujetar tubos de 7/8	3"	x				x				3"	Sujetar tubos de 7/8
Acercar tubos al cuerpo	5"	x				x				5"	Acercar tubos al cuerpo
Llevar tubos de 7/8 a la mesa	25"		x				x			25"	Llevar tubos de 7/8
Alejar tubos del cuerpo	5"	x				x				5"	Alejar tubos del cuerpo
Dejar tubo de 7/8 en la mesa	3"	x				x				3"	Dejar tubos de 7/8 en la mesa
Sujetar tubo de 5/8	3"	x				x				3"	Sujetar tubos de 5/8
Acercar tubo al cuerpo	5"	x				x				5"	Acercar tubo al cuerpo
Llevar tubo de 5/8 a la mesa	25"		x				x			25"	Llevar tubo de 5/8 a la mesa
Alejar tubo del cuerpo	5"	x				x				5"	Alejar tubo del cuerpo
Dejar tubo de 5/8 en la mesa	3"	x				x				3"	Dejar tubo de 5/8 en la mesa
Despejar área de soldado	15"	x				x				15"	Despejar área de soldado
Espera	8"					x	x			8"	Limpiar de área de soldado
Buscar guantes	7"	x				x				7"	Buscar guantes
Sostener guantes	4"			x					x	4"	Espera
Llevar guantes a la mesa	10"		x						x	10"	Espera
Colocar guante	4"	x				x				4"	Colocar guante
Buscar casco	9"	x				x				9"	Buscar casco
Espera	3"					x	x			3"	Agarrar casco
Espera	5"					x		x		5"	Llevar casco a la mesa
Acercar casco al cuerpo	3"	x				x				3"	Acercar casco al cuerpo
Colocar casco	5"	x				x				5"	Colocar casco
Agarrar soldadora	4"	x				x				4"	Enchufar soldadora
Espera	5"		x					x		5"	Transportar soldadora
Dejar soldadora en la mesa	5"	x				x				5"	Dejar soldadora en la mesa
Sujetar tubos	3"	x				x				3"	Sujetar tubos
Acomodar tubos	4"	x				x				4"	Acomodar tubos
Posicionar tubos	6"	x				x				6"	Posicionar tubos
Colocar ventana de protección a la cara	2"	x				x				2"	Sujetar soldadora
Sujetar tubos	50"	x				x				50"	soldar
Espera	5"					x	x			5"	Dejar soldadora en la mesa
Sujeta tubos	3"	x				x				3"	Levantar ventana de protección
Soltar tubos	30"	x				x				30"	Inspeccionar soldadura
Sujetar tubos	50"	x				x				50"	soldar
Espera	5"					x	x			5"	Dejar soldadora en la mesa
Sujeta tubos	3"	x				x				3"	Levantar ventana de protección
Soltar tubos	30"	x				x				30"	Inspeccionar soldadura
Sujetar tubos	50"	x				x				50"	soldar
Espera	5"					x	x			5"	Dejar soldadora en la mesa
Sujeta tubos	3"	x				x				3"	Levantar ventana de protección
Soltar tubos	30"	x				x				30"	Inspeccionar soldadura
Sujetar tubos	50"	x				x				50"	Soldar
Dejar tubos en la mesa	3"	x				x				3"	Dejar soldadora en la mesa
Soltar tubos	1"	x				x				1"	Levantar ventana de protección
Sostener tubos	30"			x		x				30"	Inspeccionar soldadura
Dejar tubos en la mesa	3"	x						x		3"	Espera
Sujetar tubos	1"	x				x				1"	Sujetar tubos
Acomodar tubos	4"	x				x				4"	Acomodar tubos
Posicionar tubos	2"	x				x				2"	Posicionar tubos
Colocar ventana de protección a la cara	2"	x				x				2"	Sujetar soldadora
Sujetar tubos	50"	x				x				50"	Soldar
Dejar tubos en la mesa	3"	x				x				3"	Dejar soldadora en la mesa
Soltar tubos	1"	x				x				1"	Levantar ventana de protección
Sostener tubos	30"			x		x				30"	Inspeccionar soldadura
Dejar tubos en la mesa	3"	x						x		3"	Espera
Espera	2"			x		x				2"	Agarrar franela
Sostener silla	4"					x	x			4"	Limpiar silla
Espera	3"			x		x				3"	Dejar franela
Agarrar silla	3"	x				x				3"	Agarrar silla
Sujetar silla	4"	x				x				4"	Sujetar silla
Bajar silla	4"	x				x				4"	Bajar silla
Soltar silla	1"	x				x				1"	Soltar silla

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla 36:Diagrama bimanual mejorado del cuello de botella(Soldadura)

DIAGRAMA BIMANUAL											
EMPRESA: EDIFICACIONES METÁLICAS SAVI S.A.C.											
PRODUCTO: SILLA DE OFICINA											
UNIDAD DE ANÁLISIS: 1 PIEZA											
MANO IZQUIERDA		SIMBOLOS				SIMBOLOS				MANO DERECHA	
											
Sujetar tubo de 5/8	3"	x				x				3"	Sujetar tubos de 5/8 y de 7/8
Acercar tubo al cuerpo	5"	x				x				5"	Acercar los tubos al cuerpo
Llevar tubo de 5/8 a la mesa	25"		x				x			25"	Llevar tubo de 5/8 y 7/8 a la mesa
Alejar tubo del cuerpo	5"	x				x				5"	Alejar tubo del cuerpo
Dejar tubo de 5/8 en la mesa	3"	x				x				3"	Dejar tubo de 5/8 y 7/8 en la mesa
Despejar y limpiar área de soldado	15"	x				x				15"	Despejar área de soldado
Buscar guantes y casco	7"	x				x				7"	Buscar guantes y casco
Sostener guantes	4"			x					x	4"	Sostener casco
Llevar guantes a la mesa	10"		x						x	10"	Llevar casco a la mesa
Colocar guante	4"	x				x				4"	Espera
Espera	9"	x				x				9"	Colocar casco
Agarrar soldadora	4"	x				x				4"	Enchufar soldadora
Espera	5"		x				x			5"	Transportar soldadora
Dejar soldadora en la mesa	5"	x				x				5"	Dejar soldadora en la mesa
Sujetar tubos	3"	x				x				3"	Sujetar tubos
Acomodar y tubos	4"	x				x				4"	Acomodar y posicionar tubos
Colocar ventana de protección a la cara	2"	x				x				2"	Sujetar soldadora
Sujetar tubos	45"	x				x				45"	soldar
Espera	5"				x	x				5"	Espera
Sujetar tubos	45"	x				x				45"	soldar
Espera	5"				x	x				5"	Espera
Sujetar tubos	45"	x				x				45"	soldar
Espera	5"				x	x				5"	Espera
Sujetar tubos	45"	x				x				45"	Soldar
Dejar tubos en la mesa	3"	x				x				3"	Espera
Soltar tubos	2"	x				x				2"	Levantar ventana de protección
Dejar tubos en la mesa	3"	x						x		3"	Espera
Sujetar tubos	2"	x				x				2"	Sujetar tubos
Acomodar tubos	4"	x				x				4"	Acomodar tubos
Posicionar tubos	2"	x				x				2"	Posicionar tubos
Colocar ventana de protección a la cara	2"	x				x				2"	Sujetar soldadora
Sujetar tubos	45"	x				x				45"	Soldar
Dejar tubos en la mesa	3"	x				x				3"	Espera
Sostener tubos	60"			x		x				50"	Inspección y retoque final
Dejar tubos en la mesa	3"	x						x		3"	Espera
Espera	2"			x		x				2"	Agarrar franela
Sostener silla	4"				x	x				4"	Limpiar silla
Espera	3"			x		x				3"	Dejar franela
Agarrar silla	3"	x				x				3"	Agarrar silla
Sujetar silla	4"	x				x				4"	Sujetar silla
Bajar silla	4"	x				x				4"	Bajar silla
Soltar silla	2"	x				x				2"	Soltar silla

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

➤ **Factor de calificación de desempeño**

Este factor se estimará a través del sistema de **calificación Westinghouse** que considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: la habilidad como la destreza para seguir el método dado, el esfuerzo como una demostración de la voluntad de trabajar de manera eficaz, las condiciones que afectan al operario como la temperatura, la ventilación, la luz y el ruido, la consistencia referente a los valores de tiempo elementales que se repiten de manera constante.

Para determinar esta calificación, figura 46 (Anexo 1), donde se tomó valores teóricos en cada calificación. Para la habilidad se consideró un 0,03 ya que los operarios no realizan el proceso de producción adecuadamente considerando entonces una calificación de buena C2, el esfuerzo que realizan al producir la silla es un esfuerzo moderado, tomando entonces un esfuerzo de bueno C1 de 0,05, así mismo las condiciones en las que trabajan son condiciones aceptables, tomando entonces una condición buena C de 0,02 y por último se tomó como consistencia buena C 0,01.

Habilidad	Buena	C2 = 0,03
Esfuerzo	Bueno	C1 = 0,05
Condiciones de trabajo.....	Buenas	C = 0,02
Consistencia.....	Buena	C = 0,01

$$FC = 1 + 0,03 + 0,05 + 0,02 + 0,01$$

$$\text{Factor de calificación (FC)} = 1,11$$

➤ **Factor de suplemento o tolerancia**

Las tolerancias constituyen otras consideraciones que deben tener un trato especial, ya que reflejan los retrasos que se dan en los procesos. Si las tolerancias no expresan la realidad los tiempos estándares obtenidos serán irreales y se tendrá una pérdida de recursos y de tiempo. La organización tendrá una pérdida de recursos y de tiempo.

El libro Técnicas de medición de trabajo nos muestra la estructura a seguir para poder determinar el factor de suplemento, teniendo en cuenta la figura N°53 (Anexo 1), de los cuales se tomó en cuenta: Suplemento personal 5%, suplemento por estar de pie 2%, suplemento por cuerpo encorvado 2%, suplemento por nivel de ruido (intermitente – fuerte) 2%, suplemento por esfuerzo mental (proceso que requiere atención) 1%. Estos se deben de sumar para poder determinar un porcentaje de suplemento siendo este de 12%

Estos valores son teóricos y se utilizan como herramienta para poder determinar el tiempo estándar, al no ser aplicado en la empresa, estos tiempos teóricos se toman como referencia.

➤ **Tiempo estándar**

Con estos tiempos, se podrán hallar los nuevos indicadores de la propuesta de mejora.

Con toda la información requerida determinada, podemos calcular los tiempos estándares de cada actividad para que la empresa pueda obtener su tiempo real de producción

Tabla 37: Tiempo estándar

Actividades del proceso	Tiempo promedio	Factor de calificación de desempeño	(TN)	Factor de suplemento	(TE)
Medir y cortar tubo liso de 7/8	4,34	1,11	4,82	0,12	5,47
Transporte al área de doblado	0,18	1,11	0,20	0,12	0,23
Doblar e inspeccionar	1,00	1,11	1,11	0,12	1,26
Transporte al área de formado	0,55	1,11	0,61	0,12	0,69
Formado e inspección	0,53	1,11	0,59	0,12	0,67
Transporte al área de soldado	0,46	1,11	0,51	0,12	0,58
Medir tubo liso de 5/8	3,30	1,11	3,66	0,12	4,16
Transporte al área de soldado	0,77	1,11	0,85	0,12	0,97
Soldar	7,48	1,11	8,30	0,12	9,44
Transporte al area de perforado	1,17	1,11	1,30	0,12	1,48
Perforado	4,11	1,11	4,57	0,12	5,19
Esmerilado	3,50	1,11	3,89	0,12	4,42
Transporte al área de lavado	1,10	1,11	1,22	0,12	1,39
Lavado	3,36	1,11	3,73	0,12	4,24
Enjuague	2,03	1,11	2,25	0,12	2,56
Espera de secado de material	2,26	1,11	2,51	0,12	2,85
Transporte al área de pintura y horneado	3,39	1,11	3,76	0,12	4,27
Aplicar pintura	3,14	1,11	3,49	0,12	3,96
Horneado	1,34	1,11	1,48	0,12	1,69
Espera a secado de pintura	2,12	1,11	2,35	0,12	2,67
Transporte al área de ensamble	0,64	1,11	0,71	0,12	0,81
Colocar regatones	4,04	1,11	4,48	0,12	5,10
Colocar PVC y pernos	4,12	1,11	4,57	0,12	5,20
Transporte al área de almacén	0,09	1,11	0,10	0,12	0,12
Total	55,019	1,11	61,07	0,12	69,40

Fuente: La empresa
Elaboración: Propia

✓ Mejora 2: Posturas inadecuadas de trabajo y Ambiente de trabajo desordenado

➤ Aplicación de las Guías para diseñar las estaciones de trabajo.

Con el fin de mejorar la eficiencia de las operaciones a realizar en el proceso de fabricación de la silla, debido a que no se prestan las condiciones necesarias para un óptimo trabajo. Si se aplica a la empresa estas guías de trabajo se obtendrá como resultado: orden, limpieza y mejores posturas de trabajo. Generando para la empresa comodidad para el operario, ya que tendrá un espacio limpio, ordenado y sobre todo mejores formas ergonómicas de trabajar.

Es por esto que aplicaremos las guías para diseñar estaciones de trabajo:

• Guía 1

Determinar que objetos, herramientas, materiales y controles deben ser alcanzados y usados por el operador:

- ✓ Martillo
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Tubos de 7/8 Y 5/8
- ✓ Insumos



Figura 35: Ambiente de trabajo desordenado e inadecuado.

Fuente: La empresa

- **Guía 2**

Debe haber un sitio fijo y definido para todo lo que el operario utilice.

- **Guía 3**

La localización de los materiales debe seguir el orden de su utilización.

- **Guía 4**

Mantener el área de trabajo limpia y libre de objetos innecesarios



Figura N° 36: Área de trabajo de la empresa Edificaciones Metálicas SAVI S. A. C.

Fuente: La empresa

Como se puede observar en esta figura, el operario no mantiene su área de trabajo limpia, ni libre de objetos innecesarios. Para poder implementar estas guías de trabajo, el operario debe de mantener solo los objetos necesarios, así como también mantener las áreas limpias.

- **Guía 5**

La altura de la superficie del trabajo debe ser la que permita al operario realizar la tarea en la forma más cómoda y productiva.



Figura 37: Área de trabajo de la empresa Edificaciones Metálicas SAVI S. A. C.

Fuente: La Empresa.



Figura 38: Postura inadecuada e improductiva

Fuente: la empresa

La altura de trabajo se define en términos de la altura del codo en vez de utilizar la altura fija desde el piso. La altura del trabajo debe estar en promedio 5 cm por debajo de la altura del codo, estando el operario de pie o sentado.

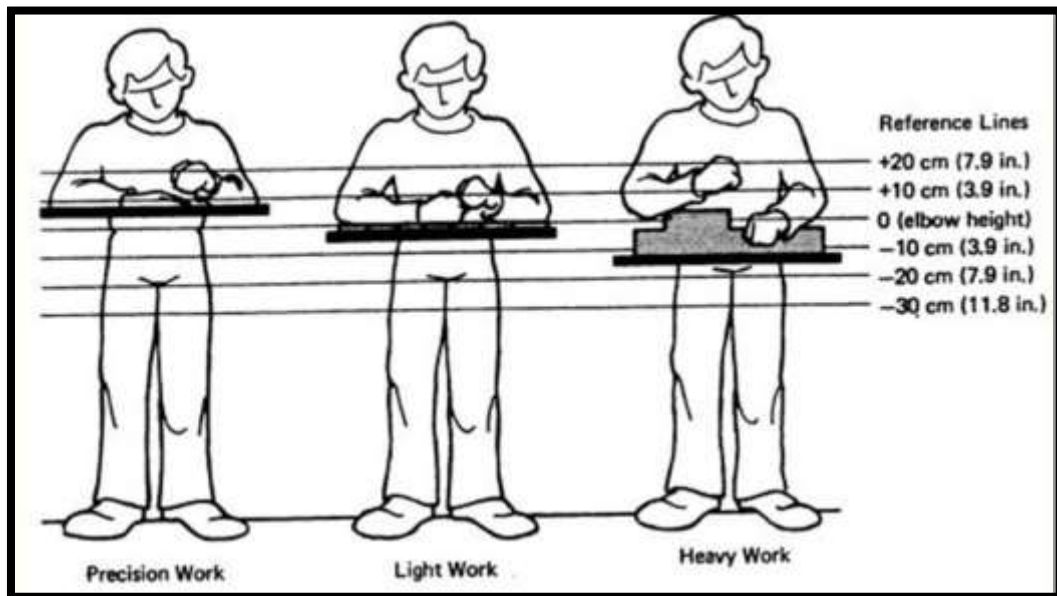


Figura N°39 : Guías de trabajo

Fuente: Manual de guías de trabajo ergonómicas

- **Guía 6**

Proveer condiciones ambientales agradables, en los que respecta a:

- ✓ Iluminación
- ✓ Control de ruido
- ✓ Temperatura
- ✓ Ventilación
- ✓ Orden y limpieza
- ✓ Uso de colores
- ✓ Música (si es aplicable)

Los aspectos que tomar en cuenta en una estación segura

- ✓ Temperatura
- ✓ Peso
- ✓ Volumen
- ✓ Limpieza
- ✓ Superficies (Cortantes, raspantes, punzantes)

Al utilizar las guías de trabajo para establecer mis estaciones de trabajo, la empresa podrá agilizar tu proceso de producción reduciendo los tiempos, manteniendo despejadas sus áreas para poder realizar un trabajo más eficiente.

➤ **Mejora III: Los operarios no cuentan con implementos de seguridad.**

La empresa no tiene conocimiento de la norma de seguridad y salud en el trabajo, donde nos especifica que es obligatorio que el operario utilice sus equipos de protección para prevenir algún tipo de accidente indeseado.

- El equipo de protección personal no puede considerarse como sustituto de las medidas técnicas, sino como último recurso y como medida temporal y de emergencia.
- El equipo de protección personal debería ser suficiente y debe elegirse según proceda sobre una base personal, así como utilizarse, conservarse, guardarse y sustituirse en consonancia con las normas o directrices fijadas o reconocidas para cada riesgo por la autoridad competente.
- Los trabajadores deben utilizar los equipos de protección personal durante el tiempo que estén expuestos a los riesgos.
- Los equipos de protección personal no se deben ser usados después de la fecha de caducidad indicada por el fabricante.

En la tabla 38, nos especifican los equipos necesarios para que el trabajador labore sus actividades sin precaución alguna de que ocurra algún accidente.

Tabla 38: Implementos de Seguridad

Proceso	Proceso donde requiere EPPs	Operario	EPP	Cantidad
Medir y cortar tubo liso de 7/8	Medir y cortar tubo liso de 7/8	1 operario	Guantes de protección	1
Doblar tubo				
Formado				
Medir y cortar tubo liso de 5/8				
Perforado	Esmerilado y lavado	1 operario	Guantes de protección	1
Esmerilar				
Lavado			Botines de cuero	
Enjuague				
Pintura	Pintado	1 operario	Mascarilla	1
Horneado				
Ensamblar regatones	Ensamblar regatones	1 operario	Guantes de protección	1
Ensamblar PVC y pernos				

Fuente: La empresa

Como se observa en esta tabla 38, el operador que se encarga de ensamblar los regatones no cuenta con guantes de protección, el operario que realiza el lavado con ácido, tiene guantes más no botines adecuados para realizar el trabajo, al cortar y medir tubo el operario trabaja sin guantes ya que, no cuenta con unos y el operario de esmerilado también realiza sus actividades sin guantes y por último el operario de pintado, realiza su actividad sin una mascarilla.

✓ **Mejora IV: Recorridos Incensarios de los operarios e Inadecuada distribución de planta**

- **Distribución de planta: Método SLP**

Para realizar esta distribución, se tomó en cuenta la escala de valores para la proximidad de las actividades figura N° 54, 55, 56 (Anexo 2), donde las letras A, E, I, O, U, tienen distintos valores.

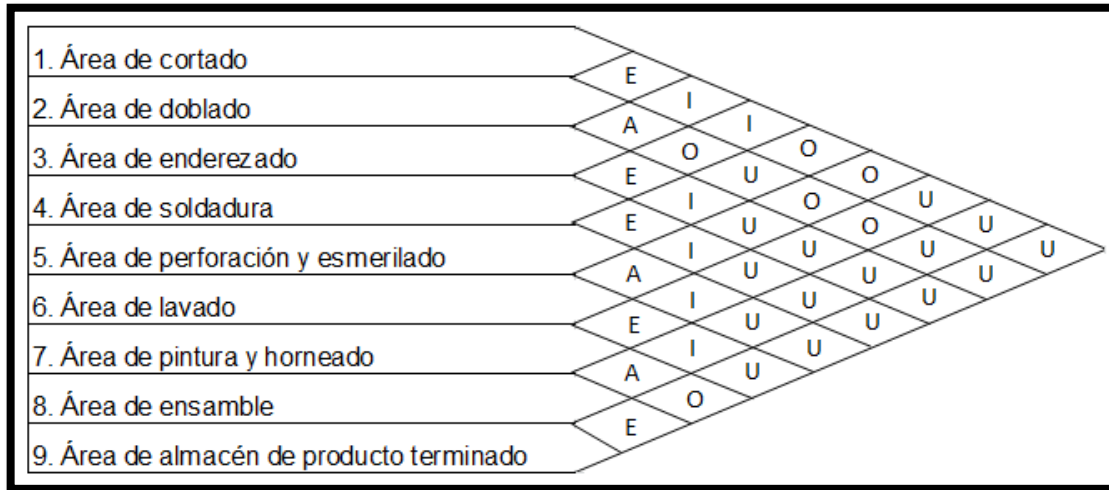


Figura N° 40: Cuadro De Relaciones

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Para poder realizar está relación inicial se tomó en cuenta la figura N° 57 (Anexo 2), así mismo esta técnica permite observar gráficamente todas las actividades en estudio de acuerdo con su grado o valor de proximidad entre ellos.

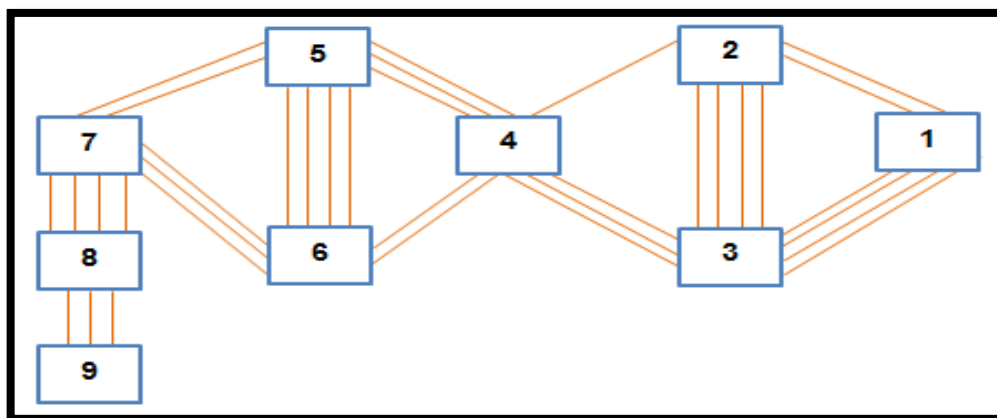
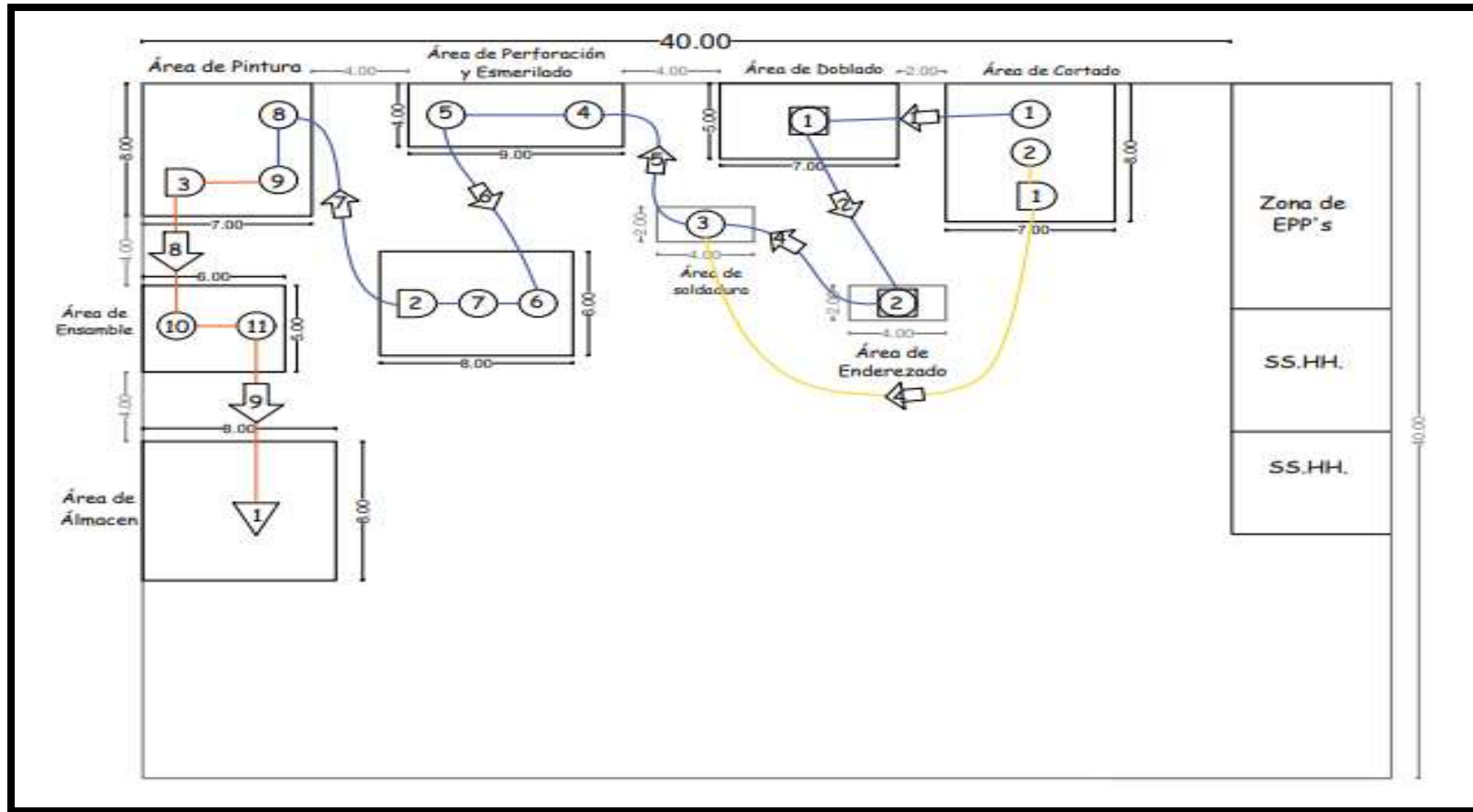


Figura N° 41: Diagrama de relación inicial

Fuente: La empresa








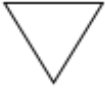
Elaboración: Propia

Figura 42: Nuevo Diagrama de recorrido de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”, marzo 2016



Fuente: La empresa

Como se puede observar en esta figura, la empresa tendrá una nueva distribución de planta, donde tendrá menos recorrido. Así los operarios sentirán menos fatiga al recorrer menos metros en la planta figura 45 y 46, mejorando su productividad.

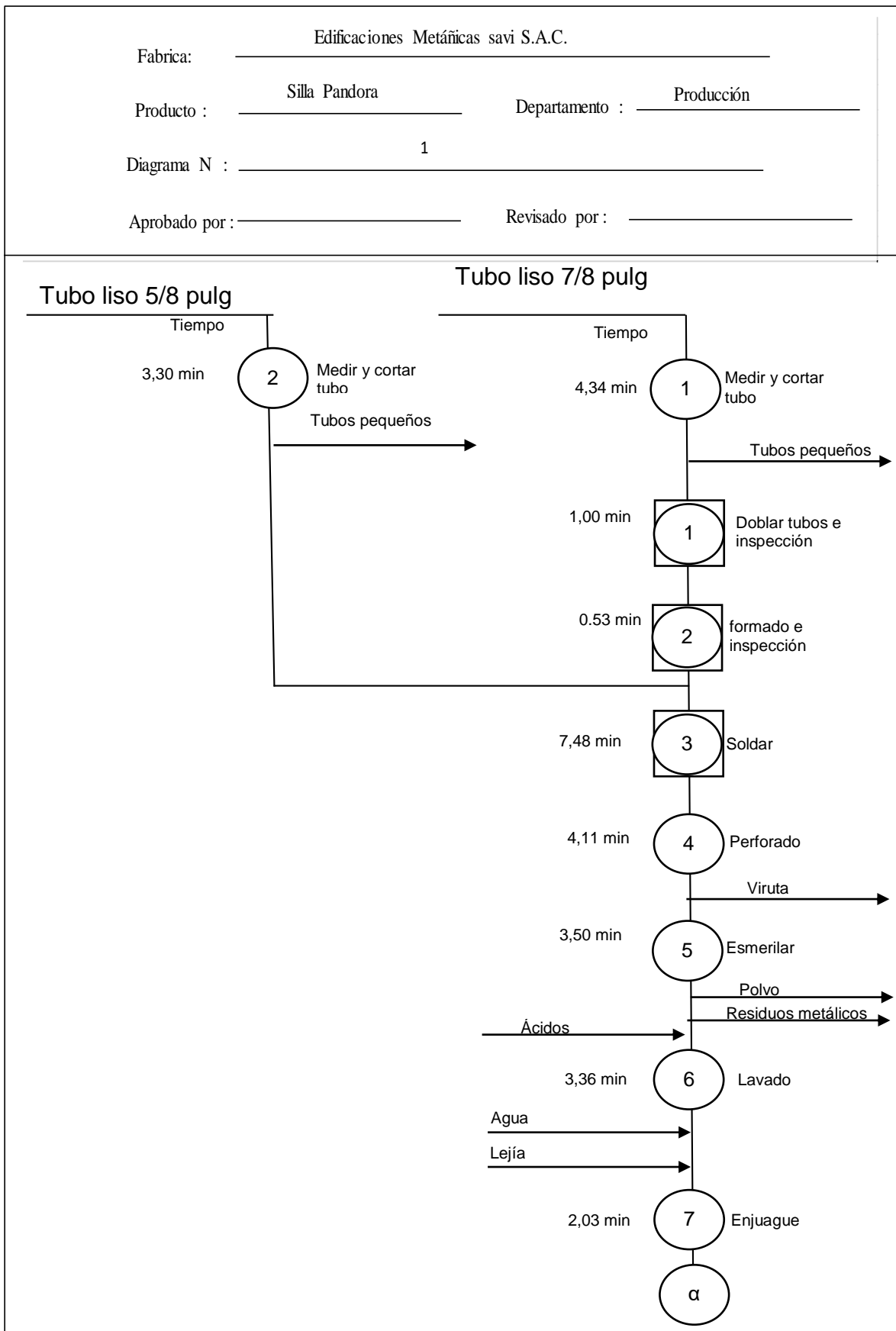
LEYENDA			
Actividad	Operación	Líneas	
Operación			Tubo de 5/8 pulg
Combina			Tubo de 7/8 pulg
Transporte			
Demora			Producto
Almacén			

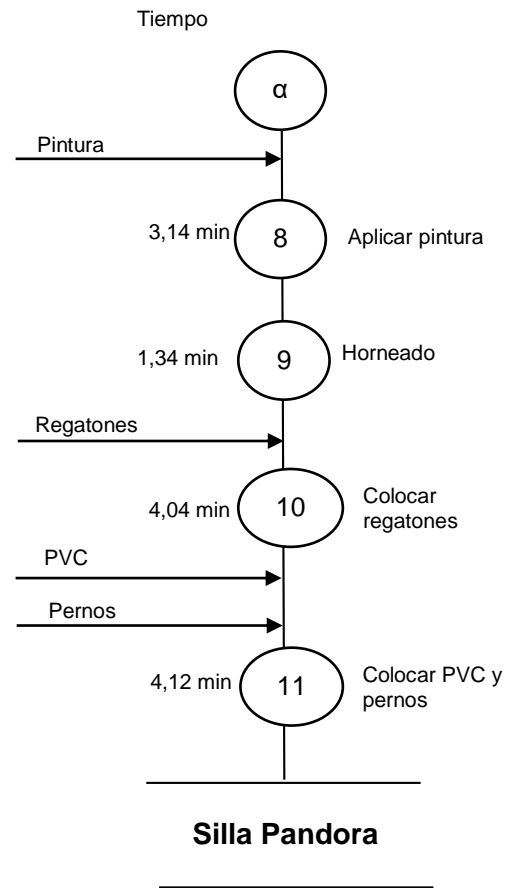
Como se puede observar en el nuevo diagrama de recorrido de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI SAC”, luego de ser cortada la materia prima, es transportada al área de doblado , donde se observa que ya no realiza un recorrido vertical sino horizontal, luego es transportado al área de enderezado, donde se observa que realiza un recorrido más corto que el anterior, para luego pasar al área de soldadura, una vez en el área de soldadura es transportado al área de perforado y esmerilado, una vez terminado el esmerilado , pasa al área de lavado , donde se puede observar notablemente la reducción de distancia, para luego pasar al área de pintura y horneado , luego pasa al área de ensamble y por último es transportado al almacén donde se observa que realiza un recorrido menor. Como se puede observar en la figura, al realizar un nuevo diagrama de recorrido los operarios no solo evitan cruzarse sino también se reduce el transporte en metros de 113,4 metros a 66 metros., así como también se redujo en tiempo de 19,02 minutos a 7,09 minutos.

Fabrica: <u>Edificaciones Metánicas savi S.A.C.</u> Producto : <u>Silla Pandora</u> Departamento : <u>Producción</u> Diagrama N : <u>1</u> Aprobado por : _____ Revisado por : _____									
Pasos	Descripción del metodo actual	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Combinada	Almacen	Distancia en metros	Tiempo
1	Medir y cortar tubo liso de 7/8	○							4,33
2	Transporte al área de doblado			➔				2 m	0,18
3	Doblar e inspeccionar					□			0,99
4	Transporte al área de formado			➔				6 m	0,55
5	Formado e inspección					□			0,528
6	Transporte al área de soldado			➔				5 m	0,46
7	Medir y cortar tubo liso de 5/8	○							3,3
8	Espera de tubo 7/8				⌒				7,09
9	Transporte al área de soldado			➔				18 m	0,77
10	Soldar	○							7,48
11	Transporte al area de perforado			➔				8 m	1,17
12	Perforado	○							4114,00
13	Esmemilar	○							3,50
14	Transporte al área de lavado			➔				10 m	1,1
15	Lavado	○							3,36
16	Enjuague	○							2,02
17	Espera de secado de material				⌒				2,26
18	Transporte al área de pintura y horneado			➔				4 m	3,38
19	Aplicar pintura	○							3,14
20	Horneado	○							1,34
21	Espera a secado de pintura				⌒				2,12
22	Transporte al área de ensamble			➔				4 m	0,64
23	Colocar regatones	○							4,04
24	Colocar PVC y pernos	○							4,12
25	Transporte al área de almacén			➔				4 m	0,93
26	Almacenado						△		
Total								61 m	62,94

Figura 43 : Cursosograma analítico de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”
 Elaboración: Propia, Extraída de la empresa.

Figura 48: Diagrama de análisis de proceso de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”

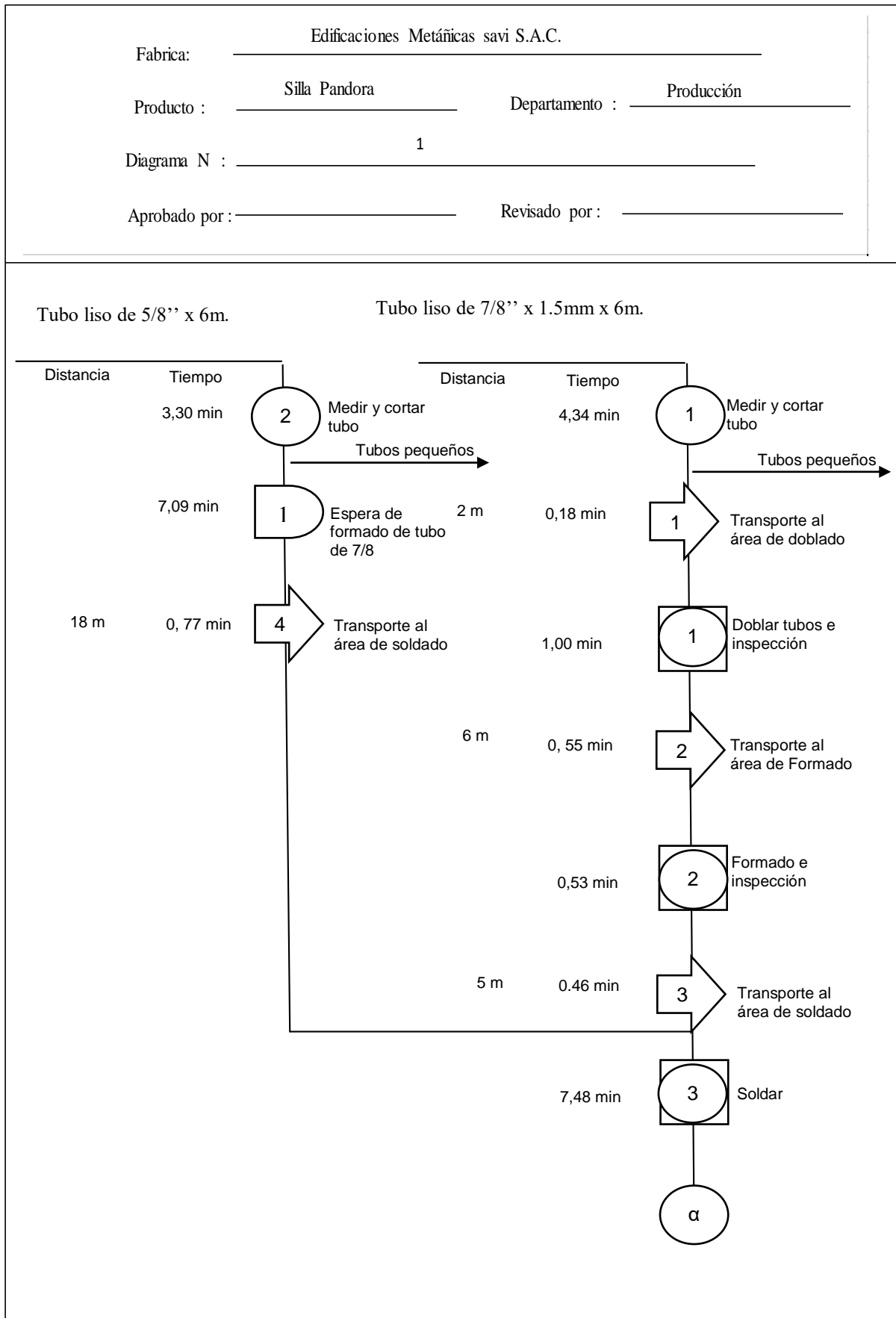




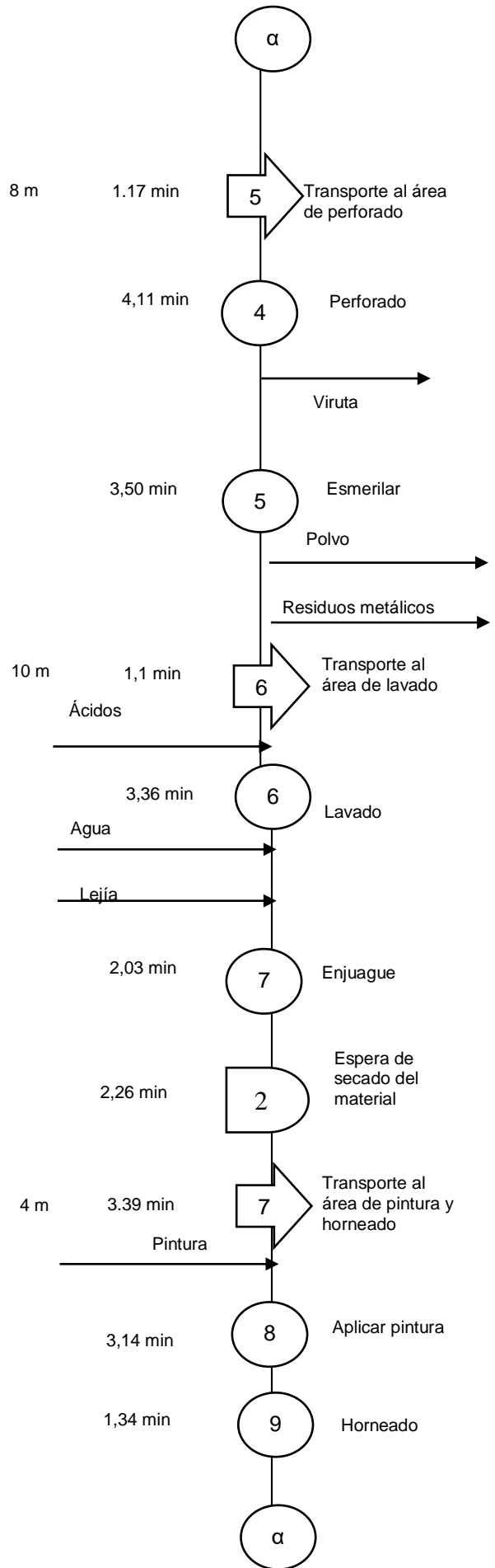
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operación	10	33,28 min
Combinada	3	9,01 min
TOTAL	13	42,29 min

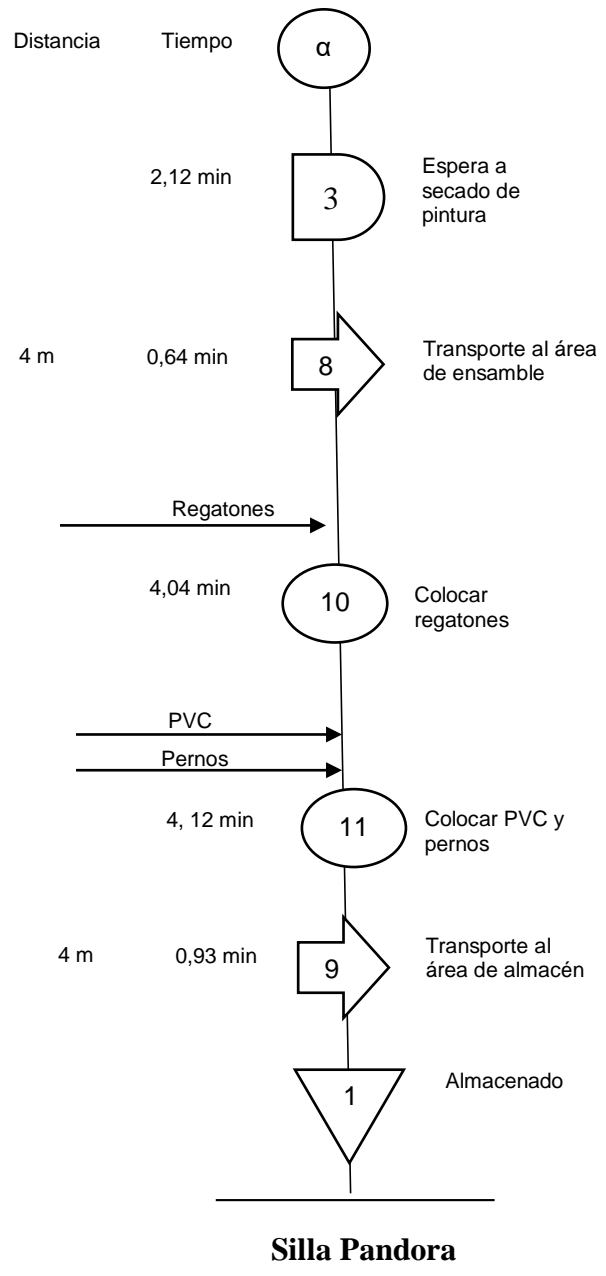
Elaboración: Propia, Extraída de la empresa.

Figura 49: Diagrama de análisis de proceso de la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C.”



Distancia Tiempo





RESUMEN DE ACTIVIDADES			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	Distancia
Operación	10	33,28 min	
Combinada	3	9,01 min	
Transporte	9	9,19 min	61 m
Demora	3	11,47 min	
Almacén	1	0 min	
TOTAL	26	62,95 min	61 m

Elaboración: Propia, Extraída de la empresa.

En la figura 48, se observa el diagrama de operaciones del proceso que muestra toda la secuencia de las actividades productivas del proceso de fabricación, aquellas que con su ejecución agregan valor al producto. Además, se tomó como referencia el muestreo de la tabla 23 y se redujo el cuello de botella tomando en cuenta la mejora, siendo un tiempo de 7,48 minutos, saliendo un tiempo total de 42,29 minutos.

En la figura 49, se muestra el diagrama de análisis de proceso para la fabricación de una silla en la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI SAC”, siendo la etapa de soldado la restricción del proceso, ya que toma más tiempo en realizar su actividad en todo el proceso de producción.

Asimismo, se tomó como referencia el muestreo de la tabla 23. Además, para poder hallar los nuevos tiempos en el transporte, se hizo una regla de 3 simple para determinar los nuevos tiempos de transporte, reduciéndose notablemente los tiempos de 12,77 a 9,19. Además se tomó en cuenta el tiempo del cuello de botella de la tabla 37 de 7,48. Por último, para determinar los tiempos improductivos se tomó en cuenta las demoras en el proceso, así como también el transporte en el proceso de producción

➤ **Porcentaje de actividades:**

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{33,28 + 9,01}{33,28 + 9,01 + 9,19 + 11,47} \times 100 = 67,18\%$$

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = \frac{9,19 + 11,47}{33,28 + 9,01 + 9,19 + 11,47} \times 100 = 32,81\%$$

Esta figura se muestra el diagrama de análisis de proceso para la fabricación de una silla en la empresa “Edificaciones Metálicas SAVI SAC”, siendo la etapa de soldado la restricción del proceso. Aplicando una mejor distribución de área y reduciendo el cuello de botella los tiempos improductivos se redujeron de 41,14% a 32,81 %. Esto a diferencia de la situación actual es una mejora para la empresa.

Tabla 39: Nuevos tiempos promedios

Actividades del proceso	Tiempo promedio
Medir y cortar tubo liso de 7/8	4,34
Transporte al área de doblado	0,18
Doblar e inspeccionar	1,00
Transporte al área de formado	0,55
Formado e inspección	0,53
Transporte al área de soldado	0,46
Medir tubo liso de 5/8	3,30
Transporte al área de soldado	0,77
Soldar	7,48
Transporte al área de perforado	1,17
Perforado	4,11
Esmerilado	3,50
Transporte al área de lavado	1,10
Lavado	3,36
Enjuague	2,03
Espera de secado de material	2,26
Transporte al área de pintura y horneado	3,39
Aplicar pintura	3,14
Horneado	1,34
Espera a secado de pintura	2,12
Transporte al área de ensamble	0,64
Colocar regatones	4,04
Colocar PVC y pernos	4,12
Transporte al área de almacén	0,09
Total	55,019

Elaboración: Propia

3.5.2 Nuevos Indicadores de Producción y Productividad

✓ Eficiencia física



Para poder determinar los indicadores se tomó un lote de 64 unidades. Es por eso que para determinar su eficiencia física se tendrá en cuenta la materia prima necesaria para producir estas 64 sillas.

$$\frac{59 \text{ tubos} \times \frac{5.90 \text{ m}}{1 \text{ tubo}} + 4 \text{ tubos} \times \frac{5.50 \text{ m}}{1 \text{ tubo}} + 1 \text{ tubos} \times \frac{4.40 \text{ m}}{1 \text{ tubo}}}{64 \text{ tubos} \times \frac{6 \text{ m}}{1 \text{ tubo}}} = 0.97$$

Se utiliza eficientemente el 97 % de la materia prima que ingresará la producción de 64 sillas/día.

✓ Eficiencia económica

Tabla 40: Costo de mano de obra directa

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA		
Cargo	Cantidad	Sueldo mensual
Operarios	5	S/. 600
Costo total		S/. 3 000
Costo por día		S/. 115,38

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Estos costos de mano de obra son por pedidos que recibe la empresa en determinado mes. Se tomó en cuenta que en un solo mes se producirá la silla Pandora. Así mismo al dividir los 3000 soles entre 26 días de trabajo que tiene la empresa, y se obtendrá como resultado

Tabla 41 : Costos indirectos de fabricación

Agua	Litros	Cantidad usada al día (m3)	Costo por m3	Total diario
Tina	300	0,300	2,1	0,63
Tina 2	500	0,500	2,1	1,05
Total	800	0,8	2,1	1.68

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla 42 : Costos indirectos de fabricación para la silla Pandora

Energía	Cantidad en kw	kwh	Costo kwh	Total al día
Tronzadora	1,8	14,40	0,18	2,59
Taladro de pie	0,7	5,60	0,18	1,01
Esmeril	1,2	9,60	0,18	1,73
Horno	0,22	1,76	0,18	0,32
Soldadora eléctrica	5	40,00	0,18	7,20
Total	8,92	71,36	0,18	12,84

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla 43: Costo de materiales prima e insumos

Costos de Materiales Directos			
Material	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
Tubo 7/8	64	S/. 12,00	S/. 768,00
Tubo 5/8	6	S/. 11,00	S/. 66,00
Pernos 30x40 mm	256	S/. 0,30	S/. 76,80
Regatones	256	S/. 0,05	S/. 12,80
Piezas de PVC	64	S/. 49,00	S/. 3 136,00
Pintura para hierro	3	S/. 25,00	S/. 75,00
Ácido industrial	1	S/. 21,00	S/. 21,00
Total			S/. 4 155,60

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Para el pedido de 64 sillas, se realizan pedidos de materia prima e insumos, teniendo un total de 4 155,60 soles.

Para poder determinar el costo de producción por unidad, se debe de hallar el costo de materia prima e insumos para un pedido de 64 sillas es de 4 155,60 soles, el funcionamiento de la empresa le cuesta al día en luz y agua 12,84 y 1,68 soles respectivamente. Mientras que la mano de obra le cuesta al día 115,38 soles. Al sumar todos estos costos de producción nos sale 4 285,50 soles.

Tabla 44: Tabla resumen

Tabla resumen de costo de producción de una silla pandora	
Costos	Subtotal
Costos de Materia prima e insumos	S/. 2 923
Costos indirectos de fabricación (Agua)	S/.1,68
Costos indirectos de fabricación (Luz)	S/. 12,84
Costos de mano de obra directa	S/. 115, 38
Total	S/. 4 285,50

Fuente: La empresa

$$Eficiencia económica = \frac{120 \frac{s/.}{silla} \times 64 sillas}{4 285,50} = 1,79$$

Por cada sol invertido se gana S/ 0,79 al producir 64 sillas.

✓ Cuellos de botella

Al analizar los diagramas antes presentados podemos determinar que el ciclo se encuentra en el área de soldado, siendo la actividad con mayor tiempo. (Tabla 37)

El cuello de botella es de 7,48 minutos en el proceso de producción de una silla de oficina.

✓ Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo del proceso de producción de la silla Pandora está determinado por el cuello de botella que es de 7,48 minutos. (Tabla 37)

$$c = \frac{7,48 \text{ min}}{1 \text{ sillas}} = \frac{7,48 \text{ min}}{\text{unid}}$$

✓ Producción

$$P = \frac{tb}{c} = \frac{\frac{6 \text{ min}}{1h} \times \frac{8h}{1d}}{\frac{7,48 \text{ min}}{1 \text{ unid}}} = 64 \text{ unid/día}$$

$$P = \frac{tb}{c} = \frac{\frac{60 \text{ min}}{1h} \times \frac{8h}{1d}}{7,48 \frac{\text{min}}{\text{unid}}} = 64 \text{ unid/día}$$

Actualmente se puede producir diariamente 64 sillas por turno de trabajo. Por lo que también podemos determinar que esta es su capacidad de producción real diaria.

✓ **Producción con tiempo estándar**

$$P = \frac{tb}{c} = \frac{\frac{60 \text{ min}}{1h} \times \frac{8h}{1d}}{\frac{9,44}{1} \frac{\text{min}}{\text{unid}}} = 51 \text{ unid/día}$$

Con tiempo estándar se puede producir diariamente 51 sillas por turno de trabajo. Por lo que también podemos determinar que esta es su capacidad de producción real diaria.

✓ **Productividad**

• **Productividad de los materiales:**

Para la producción de 64 sillas/día se utiliza 64 tubos (de fierro) de 7/8', todos tienen una medida de 6m cada uno. Para encontrar su productividad se a dividido la producción obtenida (64 sillas/día) entre la cantidad de recursos utilizados (64 tubos de 7/8')

$$p_{mp} = \frac{\frac{64 \text{ sillas}}{\text{día}}}{64 \text{ tubos} \times \frac{6m}{1 \text{ tubo}}} = \frac{6 \text{ sillas}}{m. \text{ día}}$$

Como se observa en el cálculo se obtiene que se fabrican 6 sillas/ día

✓ **Productividad de mano de obra:**

Edificaciones metálicas sabe cuenta con 5 operarios para la producción de sillas Pandora. Entonces para la producción de 64 sillas, cada operario debe hacer 7 sillas.

$$p_{m.o.} = \frac{64 \text{ sillas/día}}{5 \text{ operarios}} = \frac{12,8 \text{ sillas}}{\text{operarios. día}}$$

✓ **Capacidad efectiva o real**

Para hallar la capacidad real de la empresa edificaciones metálicas SAVI S. A. C. se analizó el tiempo de procesamiento de las operaciones de soldado que se realiza con la soldadora eléctrica, en la cual se encuentra la restricción. Por lo cual la capacidad real es de 64 sillas/día.

$$\text{Capacidad Real} = \frac{64 \text{ sillas}}{\text{día}}$$

Para determinar el tiempo de cada actividad se tomó en cuenta en si la cantidad de minutos que se demora para realizar la actividad, más no se tomó en cuenta ninguna distracción o paro adicional en el proceso, es por eso que se le agregara el factor de calificación, así como el factor de suplemento para poder obtener un tiempo más real en el proceso.

✓ **Pérdidas económicas**

El pronóstico de la demanda realizado por meses de cada año nos da como resultado la siguiente demanda anual para los próximos cinco años en la Tabla N°41. Conjuntamente se ha realizado el pronóstico de las ventas (Véase Tabla 62, Tabla 63, Tabla 64, Tabla 65 y Tabla 66 en anexo 3) en base a las ventas realizadas de los cinco últimos años, el dato resultante nos aclara que la empresa ha satisfecho el 49% de su demanda y seguirá satisfaciendo en dicha proporción si no realiza la mejora.

Tabla 45: Pronóstico y Satisfacción de demanda

Pronóstico					% Satisfacción de demanda
Año	Demanda Proyectada	Demanda Insatisfecha	Demanda insatisfecha	Pedidos no atendidos	Sin mejora
2017	1267	22%	988	279	78%
2018	1296	22%	1011	285	78%
2019	1314	22%	1025	289	78%
2020	1329	22%	1037	292	78%
2021	1340	22%	1045	295	78%

Fuente: Elaboración Propia.

Para determinar la disminución de la demanda insatisfecha, se realiza una regla de 3, si al producir 45 sillas se cumple con un 78% de la demanda siendo esta de 988 sillas producidas, no atendiendo 279 sillas. Al aumentar la producción a 64 sillas, haciendo una regla de 3 la empresa cumple con un 100% de la demanda.

Pronóstico				% Satisfacción de demanda
Año	Demanda Proyectada	Demanda satisfecha	Demanda Satisfecha	con mejora
2017	1267	100%	1405	100%
2018	1296	100%	1438	100%
2019	1314	100%	1458	100%
2020	1329	100%	1475	100%
2021	1340	100%	1486	100%

Al no cumplir con los pedidos totales, la empresa genera una pérdida económica. La cual puede recuperar al mejorar su proceso de producción (tabla 31).

➤ **Resumen de indicadores de Silla Pandora**

Tabla 46: Tabla de indicadores

Indicadores		Actual	Propuesta	Unidad
Tiempo Estándar		9,44		min/unidad
Pérdidas económicas		22	0	%
Tiempos productivos		58,86	67,18	%
Tiempos improductivos		41,14	32,82	%
Eficiencia	Física	97	97	%
	Económica	1,75	1,79	%
Cuello de botella		10,66	7,48	min/Silla
Producción con tiempo promedio		45	64	Silla/día
Productividad con tiempo promedio	Materia Prima con tiempo promedio	6	6	Silla/m. día
	Mano de Obra con tiempo promedio	9	12,8	Silla/Operario
Capacidad real		45	64	Silla/día

Fuente: La empresa
Elaboración: Propia

✓ **Producción tiempo estándar actual**

$$P = \frac{tb}{c} = \frac{\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{8 \text{ h}}{1 \text{ d}}}{\frac{13.25 \text{ min}}{1 \text{ unid}}} = 36 \text{ unid/día}$$

✓ Producción con tiempo estándar mejorado

$$P = \frac{tb}{c} = \frac{\frac{60 \text{ min}}{1h} \times \frac{8h}{1d}}{\frac{9,44 \text{ min}}{1} \frac{\text{min}}{\text{unid}}} = 51 \text{ unid/día}$$

Como se puede observar, la empresa al día produce 36 sillas, y al aplicar la mejora, producirá 51 sillas, cumpliendo con la demanda.

Analizando los datos de la tabla 44, se determinó que después de aplicarse las mejoras la producción aumento en un 42,9%. De la misma manera los tiempos productivos aumentaron un 14,7% y el cuello de botella se redujo un 29,9%.

$$\% \text{Incremento de la producción} = \frac{64 - 45}{45} = 42,2 \%$$

$$\% \text{Incremento de tiempos productivos} = \frac{67,18 - 58,56}{58,56} = 14,7 \%$$

$$\% \text{Reducción de cuello de botella} = \frac{10,66 - 7,48}{7,48} = 29,8 \%$$

3.6 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

3.6.1 Proyección de ventas

Para realizar el análisis costo-beneficio de la propuesta se realizó una proyección de las ventas para poder estimar el incremento de ingresos.

Para obtener cuantitativamente el beneficio que se obtiene con la mejora es necesario pronosticar la demanda utilizando datos históricos de la empresa de 5 años.

Cabe resaltar, que para el pronóstico de la demanda se utilizó el método de regresión lineal puesto que el producto estudiado tiene un comportamiento variable en el tiempo dentro del mercado.

En las Tablas 45, 46, 47, 48, 49 se muestra el pronóstico de la demanda para los próximos 5 años.

Tabla 47: Proyección de la demanda mediante el método de regresión lineal 2017

Mes	Datos Históricos					Promedio de la demanda (B)	(A)/(B)%	Pronóstico 2017 ((A)/(B))*C
	Demanda 2012 (Silla Pandora)	Demanda 2013 (Silla Pandora)	Demanda 2014 (Silla Pandora)	Demanda 2015 (Silla Pandora)	Demanda 2016 (Silla Pandora)			
Enero	35	40	45	35	40	39	0,372	39
Febrero	175	200	190	210	200	195	1,862	197
Marzo	60	80	50	70	60	64	0,611	65
Abril	70	50	50	60	45	55	0,525	55
Mayo	180	150	190	180	200	180	1,718	181
Junio	80	80	90	90	100	88	0,840	89
Julio	120	110	90	110	100	106	1,012	107
Agosto	150	140	160	160	150	152	1,451	153
Setiembre	120	140	150	130	140	136	1,298	137
Octubre	150	120	140	120	130	132	1,260	133
Noviembre	60	50	70	50	70	60	0,573	60
Diciembre	40	60	40	60	50	50	0,477	50
Ventas previstas	1 240	1 220	1 265	1 275	1 285	1 257	12	1 267
Promedio (A)	103	102	105	106	107	105		
Proyección $Y = 10x + 1257$							1 267	
Promedio de proyección (C)							106	

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla 48: Proyección de la demanda mediante el método de regresión lineal 2018

Mes	Datos Históricos					Promedio de la demanda (B)	(A)/(B)%	Pronóstico 2018 ((A)/(B))*C
	Demanda 2013 (Silla Pandora)	Demanda 2014 (Silla Pandora)	Demanda 2015 (Silla Pandora)	Demanda 2016 (Silla Pandora)	Demanda 2017 (Silla Pandora)			
Enero	40	45	35	40	40	40	0,379	41
Febrero	200	190	210	200	200	200	1,894	203
Marzo	80	50	70	60	66	65	0,617	66
Abril	50	50	60	45	56	52	0,495	53
Mayo	150	190	180	200	184	181	1,714	184
Junio	80	90	90	100	90	90	0,853	91
Julio	110	90	110	100	109	104	0,983	105
Agosto	140	160	160	150	156	153	1,451	155
Setiembre	140	150	130	140	139	140	1,325	142
Octubre	120	140	120	130	135	129	1,223	131
Noviembre	50	70	50	70	61	60	0,571	61
Diciembre	60	40	60	50	51	52	0,495	53
Ventas previstas	1 220	1 265	1 275	1 285	1 287	1 266	12,000	1 286
Promedio (A)	102	105	106	107	107	106		
Proyección $Y= 10x+1266$							1 286	
Promedio de proyección (C)							107	

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla 49: Proyección de la demanda mediante el método de regresión lineal 2019

Mes	Datos Históricos					Promedio de la demanda (B)	(A)/(B)%	Pronóstico 2017 ((A)/(B))*C
	Demanda 2014 (Silla Pandora)	Demanda 2015 (Silla Pandora)	Demanda 2016 (Silla Pandora)	Demanda 2017 (Silla Pandora)	Demanda 2018 (Silla Pandora)			
Enero	45	35	40	40	41	40	0,376	41
Febrero	190	210	200	200	206	201	1,881	206
Marzo	50	70	60	66	67	63	0,585	64
Abril	50	60	45	56	54	53	0,496	54
Mayo	190	180	200	184	186	188	1,759	193
Junio	90	90	100	90	93	93	0,866	95
Julio	90	110	100	109	107	103	0,964	106
Agosto	160	160	150	156	158	157	1,465	160
Setiembre	150	130	140	139	144	141	1,315	144
Octubre	140	120	130	135	133	132	1,231	135
Noviembre	70	50	70	61	62	63	0,586	64
Diciembre	40	60	50	51	54	51	0,477	52
Ventas previstas	1 265	1 275	1 285	1 287	1 306	1 284	12	1 314
Promedio (A)	105	106	107	107	109	107		
Proyección $Y = 10x + 1284$							1 314	
Promedio de proyección (C)							110	

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla 50: Proyección de la demanda mediante el método de regresión lineal 2020

Mes	Datos Históricos					Promedio de la demanda (B)	(A)/(B)%	Pronóstico 2017 ((A)/(B))*C
	Demanda 2015 (Silla Pandora)	Demanda 2016 (Silla Pandora)	Demanda 2017 (Silla Pandora)	Demanda 2018 (Silla Pandora)	Demanda 2019 (Silla Pandora)			
Enero	35	40	40	41	42	40	0,366	41
Febrero	210	200	200	206	210	205	1,896	212
Marzo	70	60	66	67	65	66	0,606	68
Abril	60	45	56	54	55	54	0,500	56
Mayo	180	200	184	186	197	189	1,751	195
Junio	90	100	90	93	97	94	0,868	97
Julio	110	100	109	107	108	107	0,985	110
Agosto	160	150	156	158	164	157	1,455	162
Setiembre	130	140	139	144	147	140	1,294	144
Octubre	120	130	135	133	138	131	1,212	135
Noviembre	50	70	61	62	66	62	0,571	64
Diciembre	60	50	51	54	53	54	0,496	55
Ventas previstas	1 275	1 285	1 287	1 306	13 42	1 299	12	1 339
Promedio (A)	106	107	107	109	112	108		
Proyección Y= 10x+1299							1 339	
Promedio de proyección (C)							112	

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla N°51: Proyección de la demanda mediante el método de regresión lineal 2021

Mes	Datos Históricos					Promedio de la demanda (B)	(A)/(B)%	Pronóstico 2017 ((A)/(B))*C
	Demanda 2016 (Silla Pandora)	Demanda 2017 (Silla Pandora)	Demanda 2018 (Silla Pandora)	Demanda 2019 (Silla Pandora)	Demanda 2020 (Silla Pandora)			
Enero	40	40	41	42	41	41	0,373	42
Febrero	200	200	206	210	210	205	1,880	213
Marzo	60	66	67	65	67	65	0,596	68
Abril	45	56	54	55	55	53	0,487	55
Mayo	200	184	186	197	194	192	1,762	200
Junio	100	90	93	97	96	95	0,872	99
Julio	100	109	107	108	109	106	0,976	111
Agosto	150	156	158	164	161	158	1,445	164
Setiembre	140	139	144	147	143	143	1,308	148
Octubre	130	135	133	138	134	134	1,228	139
Noviembre	70	61	62	66	63	64	0,591	67
Diciembre	50	51	54	53	55	53	0,482	55
Ventas previstas	1 285	1 287	1 305	1 342	1 329	1 310	12	1 360
Promedio (A)	107	107	109	112	111	109		
Proyección $Y= 10x+1299$							1 360	
Promedio de proyección (C)							113	

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

El pronóstico de la demanda realizado por meses de cada año nos da como resultado la siguiente demanda anual para los próximos cinco años en la Tabla N°41. Conjuntamente se ha realizado el pronóstico de las ventas (Véase Tabla 62, Tabla 63, Tabla 64, Tabla 65 y Tabla 66 en anexo 3) en base a las ventas realizadas de los cinco últimos años, el dato resultante nos aclara que la empresa ha satisfecho el 49% de su demanda y seguirá satisfaciendo en dicha proporción si no realiza la mejora.

Tabla 52: Pronóstico de la demanda

Pronóstico					% Satisfacción de demanda
Año	Demanda Proyectada	Demanda Insatisfecha	Demanda insatisfecha	Pedidos no atendidos	Sin mejora
2017	1267	22%	988	279	78%
2018	1296	22%	1011	285	78%
2019	1314	22%	1025	289	78%
2020	1329	22%	1037	292	78%
2021	1340	22%	1045	295	78%

Fuente: Elaboración Propia.

Para determinar la disminución de la demanda insatisfecha, se realiza una regla de 3, si al producir 45 sillas se cumple con un 78% de la demanda siendo esta de 988 sillas producidas, no atendiendo 279 sillas. Al aumentar la producción a 64 sillas, haciendo una regla de 3 la empresa cumple con un 100% de la demanda.

Tabla 53: Satisfacción de la demanda

Pronóstico				% Satisfacción de demanda
Año	Demanda Proyectada	Demanda satisfecha	Demanda Satisfecha	con mejora
2017	1267	100%	1405	100%
2018	1296	100%	1438	100%
2019	1314	100%	1458	100%
2020	1329	100%	1475	100%
2021	1340	100%	1486	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Este aumento realizado con la mejora permitirá a la empresa entregar los pedidos a tiempo. Además, de eliminar los pedidos que no son entregados a tiempos, ya que al tener una cantidad de producción mayor, puede producir más en la misma cantidad de tiempo, es por eso que si recibe un pedido, ya no producirá 45 sillas, sino producir 64 sillas, esto le permitirá cumplir con los pedidos, evitando así las pérdidas económicas.

3.6.2. Beneficios de la propuesta

➤ Beneficio por Ventas

La mejora del proceso de producción propuesto trae como beneficio el incremento de producción de las sillas, ya que el aumento de productividad ha generado un mayor volumen de producción permitiendo satisfacer mayor proporción de la demanda total. El beneficio económico por ventas se muestra en la tabla 51.

Tabla 54: Beneficio por ventas

Beneficio por Ventas					
Año	Demanda Proyectada	Pedidos atendidos	Precio Venta(Soles)	Ganancia en soles	Beneficio
2017	1267	279	120	33480	Al poder cumplir con la demanda al 100% por aumentar el volumen de producción, la empresa deja de tener pérdidas económicas
2018	1286	285	120	34200	
2019	1314	289	120	34680	
2020	1339	292	120	35040	
2020	1360	295	120	35400	
Total			120	172800	

Elaboración: Propia.

➤ Otros Beneficios

No solo el incremento de ventas es uno de los beneficios, es necesario resaltar que con la propuesta de mejora se reduce los tiempos ociosos que en la situación actual genera un costo que asume la empresa pero que no es justificada por el operario, puesto que se le paga por estar activo y produciendo. Esta reducción de tiempos ociosos disminuye significativamente lo que anula el costo que la empresa realiza al tener operarios sin actividad productiva.

Al aplicar una distribución adecuada de áreas de trabajo, los operarios no realizan recorridos innecesarios, esto les evita el cansancio, aumentando su producción. Al implementar las guías de trabajo para la empresa, este debe de tener las áreas despejadas y limpias, así como también las herramientas en un lugar establecido, aumentado así la producción.

3.6.3. Análisis costos beneficio

Para la realización de la propuesta de mejora es necesario invertir económicamente una determinada. Los costos de los siguientes, se detallan en la siguiente tabla N°23, Esta inversión suma S/. 6 260,698, monto asumido al cien por ciento por la empresa para realizar la propuesta de mejora.

Tabla 55: Inversión para la propuesta de mejora

INVERSIÓN		
DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN TOTAL	EMPRESA
INVERSIÓN TANGIBLE		
Infraestructura Industrial	4 000	4 000
Equipo de protección personal	347,848	347,848
Total Inversión Tangible	4347,848	4347,848
INVERSIÓN INTANGIBLE		
Capacitación al personal	200	200
Total Inversión Intangible	200	200
Imprevistos 5%	1 712,85	1 712,85
<u>INVERSIÓN TOTAL</u>	6 260,698	6 260,698

Elaboración: Propia

En detalle, en la inversión tangible se consideró el costo de infraestructura industrial y de equipos de protección personal. Además, la inversión intangible suma un total de 200, que es la capacitación que se le hará al personal para el uso correcto de los equipos de protección personal, así como también se les informara porque es necesario utilizarlos. Sumando una inversión de S/. 6260,698

Tabla 56: Infraestructura industrial

Elemento	Costo
Obra Civil	S/. 4,000.00
Total de Costo	S/. 4,000.00

Elaboración: Propia

Para el presupuesto de infraestructura industrial se consideró el costo de los elementos para realizar los cambios propuestos para la distribución de la planta sumando un total de S/. 4 000, tomando como dato el costo aproximado de un albañil.

Tabla 57 : Equipos de protección personal

Descripción	Cantidad	Soles	Costo
Guantes de protección	3	S/. 55,00	S/. 165,00
Mascarilla	1	S/. 68.,58	S/. 68,58
Botín de cuero	1	S/. 114,27	S/. 114,27
Total			S/. 347,85

Elaboración: Propia

Para determinar el presupuesto de los equipos de protección personal, se consideró el precio por unidad y la cantidad de unidades a comprar que la propuesta determina como necesarios para mejorar la productividad del proceso productivo sumando un monto económico de S/. 347,85 soles

Tabla N°58: Costo de mano de obra directa

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA		
Cargo	Cantidad	Sueldo mensual
Operarios	5	S/. 600
Costo total		S/. 3 000
Costo por día		S/. 115,38

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Estos costos de mano de obra son por pedidos que recibe la empresa en determinado mes. Se tomó en cuenta que en un solo mes se producirá la silla Pandora. Así mismo al dividir los 3000 soles entre 26 días de trabajo que tiene la empresa, y se obtendrá como resultado

Tabla 59 : Costos indirectos de fabricación

Agua	Litros	Cantidad usada al día (m3)	Costo por m3	Total diario
Tina	300	0,300	2,1	0,63
Tina 2	500	0,500	2,1	1,05
Total	800	0,8	2,1	1.68

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla 60 : Costos indirectos de fabricación para la silla Pandora

Energía	Cantidad en kw	kwh	Costo kwh	Total al día
Tronzadora	1,8	14,40	0,18	2,59
Taladro de pie	0,7	5,60	0,18	1,01
Esmeril	1,2	9,60	0,18	1,73
Horno	0,22	1,76	0,18	0,32
Soldadora eléctrica	5	40,00	0,18	7,20
Total	8,92	71,36	0,18	12,84

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Tabla 61: Costo de materiales prima e insumos

Costos de Materiales Directos			
Material	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
Tubo 7/8	45	S/. 12,00	S/. 540,00
Tubo 5/8	4	S/. 11,00	S/. 44,00
Pernos 30x40 mm	180	S/. 0,30	S/. 54,00
Regatones	180	S/. 0,05	S/. 9,00
Piezas de PVC	45	S/. 49,00	S/. 2 205,00
Pintura para hierro	3	S/. 25,00	S/. 75,00
Ácido industrial	1	S/. 21,00	S/. 21,00
Total			S/. 2 948,00

Elaboración: Propia, Extraído de la empresa

Para el pedido de 45 sillas, se realizan pedidos de materia prima e insumos, teniendo un total de 2 948 soles.

Para poder determinar el costo de producción por unidad, se debe de hallar el costo de materia prima e insumos para un pedido de 45 sillas es de 2 948 soles, el funcionamiento de la empresa le cuesta al día en luz y agua 12,84 y 1,68 soles respectivamente. Mientras que la mano de obra le cuesta al día 115,38 soles. Al sumar todos estos costos de producción nos sale 3 077,90 soles. Esto se divide entre 45 sillas para poder determinar el costo unitario de cada silla siendo de 68.40.

Tabla 62: Tabla resumen

Tabla resumen de costo de producción de una silla pandora	
Costos	Subtotal
Costos de Materia prima e insumos	S/. 2 923
Costos indirectos de fabricación (Agua)	S/.1,68
Costos indirectos de fabricación (Luz)	S/. 12,84
Costos de mano de obra directa	S/. 115, 38
Total	S/. 3 077,90
Costo unitario	S/. 68,40

Fuente: La empresa

Tabla 63: Flujo de caja de la propuesta

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión						
Tangible	S/. 4 347,85					
Intangible	S/. 200,00					
Imprevistos 5%	S/. 1 712,85					
Ingresos						
Precio		S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00
Unidades vendidas		S/. 1 287,00	S/. 1 296,00	S/. 1 314,00	S/. 1 329,00	S/. 1 340,00
Ventas		S/. 154 440,00	S/. 155 520,00	S/. 157 680,00	S/. 159 480,00	S/. 160 800,00
Egresos						
Materia prima		S/. 89 961,30	S/. 89 961,30	S/. 89 961,30	S/. 89 961,30	S/. 89 961,30
Mano de obra		S/. 36 000,00	S/. 36 000,00	S/. 36 000,00	S/. 36 000,00	S/. 36 000,00
CIF		S/. 4 531,74	S/. 4 531,74	S/. 4 531,74	S/. 4 531,74	S/. 4 531,74
Total		S/. 130 493,04	S/. 130 493,04	S/. 130 493,04	S/. 130 493,04	S/. 130 493,04
Utilidad operativa		S/. 23 946,96	S/. 25 026,96	S/. 27 186,96	S/. 28 986,96	S/. 30 306,96
Impuesto (30%)		S/. 4 633,20	S/. 4 665,60	S/. 4 730,40	S/. 4 784,40	S/. 4 824,00
Utilidad neta	S/. -6 260,70	S/. 19 313,76	S/. 20 361,36	S/. 22 456,56	S/. 24 202,56	S/. 25 482,96
Tasa		12%				
VAN		S/. 73 040,71				
TIR		31%				

Elaboración: Propia

Finalmente, en el flujo de caja se especifica los ingresos y egresos de dinero durante los cinco años proyectados de la empresa bajo condiciones de la propuesta de mejora. Y como resultado se tiene que por cada sol invertido se obtiene 5,67 céntimos.

$$\frac{B}{C} = \frac{S/. 787\,920,00}{S/. 118\,077,21} = 6,67$$

El Valor Neto Actual es de S/. 73 040,71 soles, monto que representa las utilidades de los cinco años proyectados en el año cero, es decir en un valor actual.

Tabla 64: Tiempo de recuperación de la inversión

Año	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso		S/. 19 313,76	S/. 20 361,36	S/. 22 456,56	S/. 24 202,56	S/. 25 482,96
Inversión	S/. 6 260,70					
Saldo		S/. -13 053,06	S/. -			

Elaboración: Propia

Es necesario también conocer que el tiempo en que se recuperará el dinero invertido es en 5 meses aproximadamente, los siguientes meses serán ganancias para la empresa.

$$Tasa\ de\ retorno = \frac{S/. 13\,053,06}{S/. 20\,361,36} = 0,41\ años = 4,99\ meses$$

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- ✓ Al realizarse el diagnóstico del proceso productivo de la empresa edificaciones metálicas SAVI S. A. C. se identificó que el principal problema es la demanda insatisfecha la empresa, pues actualmente la empresa no cumple con el 22% de pedidos, ya que tiene un cuello de botella de 10,66, teniendo una producción de 45 sillas al día. Al analizar la problemática y plantear las propuestas de mejora, la empresa redujo su demanda insatisfecha, teniendo una variación de 22% a 0% cumpliendo completamente con la demanda, reduciendo el cuello de botella a 7,48 y produciendo 64 sillas al día. Así mismo, el desorden y la falta de limpieza es una causa relevante que se observa en todas las aéreas de la empresa.
- ✓ A partir del diagnóstico de la situación actual del proceso de producción de la empresa se determinó que existe una demanda de pedidos de sillas que la empresa no llega a cubrir generando pérdidas para la empresa. Así que se identificó que la planta trabaja sin cumplir con la demanda, dejando ver una clara capacidad ociosa y la oportunidad de potenciar dicha capacidad para atender la demanda insatisfecha.
- ✓ La propuesta de mejora se basó en un estudio de tiempos y movimientos. Se desarrolló un diagrama bimanual que permitió reducir en 29,81% el tiempo operación de soldado que es el cuello de botella del proceso. La estandarización de las actividades, la redistribución de planta mejoró los tiempos de recorrido en 9,83 minutos, además se ordenó el ambiente de trabajo para facilitar el trabajo de los operarios. Con esto se logró un incremento la producción de sillas en 42% y los tiempos improductivos se redujeron en un 20,25 %.
- ✓ Finalmente, el beneficio que se obtiene es el incremento de la productividad y con esto, se logra producir más unidades de 45 a 64 sillas, es decir la producción aumentó en 42%. Al realizar el costo-beneficio de la investigación se tiene que por cada sol invertido se generará una ganancia de S/. 5,67 céntimos. La inversión de este proyecto es de S/. 6 260,70 que se recuperará en 5 meses aproximadamente.

4.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se le recomienda a la empresa edificaciones metálicas SAVI S. A. C. involucrar a todas las personas de la empresa a que se comprometan con la implementación de los métodos de mejora para obtener los beneficios de este
- ✓ Tener un control continuo a la implementación para verificar que el cumplimiento los objetivos planteados.
- ✓ Enfatizar en las estrategias de orden y limpieza de las instalaciones,

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cuatrecasas Arbós, Lluís. (2007). Gestión competitiva de stocks y procesos de producción. Barcelona: Gestión .

Chapman, Stephen . (2006). Planificación y control de la producción. 1er Edición. México: Pearson educación.

Felsinger ,Erica. (2002). Productividad: Un Estudio de Caso en un Departamento de Siniestros. Universidad del CEMA. Argentina-Buenos Aires.

Gastelo (2015). Mejora de la línea de producción de mallas para incrementar la productividad en una empresa de confecciones textiles . Perú.

Harrington(1997) . Mejoramiento de los procesos de la empresa. Colombia: mcgraw-hill / interamericana de Colombia

Jones (2001). Introducción a la contabilidad financiera. Ciudad de México. México

Niebel (2004) .Métodos, estándares y diseño del trabajo. Técnicas para la solución de problemas. México. Ciudad de México.

Ortiz Viviana, y Caicedo Álvaro. “Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado – en Colombia.” *Ingeniería Industrial-ISSN 35*, no. 2 (2014).

Rojas, Carlos. (1996). Diseño y control de la producción. Trujillo: La libertad.

Rodriguez , Chavez y Martinez (2014). Propuesta para la reducción de los tiempos improductivos en Dugotex S.A. Antioquia , Colombia.

Sierralta (2012). Mejoramiento del nivel de producción de las máquinas empaquetadoras en la empresa Mavenca C.A. Barquisimeto, Estado Lara.

Stiglitz (1986) .Externalities in Economies with Imperfect Information and Incomplete Markets, *Quarterly Journal of Economics*, EE:UU

Stephens (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Ciudad de México . México

Caso (2006). Técnicas de medición de trabajo. 2er Edición. Madrid, España.

Díaz, Jarufe y Noriega (2007). Disposición de planta. 2er Edición. Lima, Perú.

VI. ANEXOS 1

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

Figura 44: Factor de calificación de o desempeño

Fuente: Westinghouse Electric Company

	H	M
1- SUPLEMENTOS CONSTANTES		
SUPLEMENTOS POR NECESIDADES PERSONALES	5	7
SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA	4	4
SUMA	9	11
2- CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA		
A. SUPLEMENTO POR TRABAJAR DE PIE		
B. SUPLEMENTO POR POSTURA ANORMAL	2	4
I. LIGERAMENTE INCOMODA		
II. INCOMODA (INCLINADO)	0	1
III. MUY INCOMODA (ECHADO, Estrado)	2	3
	7	7
C. LEVANTAMIENTO DE PESO Y USO DE FUERZA (TIRAR, EMPUJAR)		
2.5		
5.0		
7.5	0	1
10	1	2
12.5	2	3
15	3	4
17.5	4	6
20	6	9
22.5	8	12
25	10	15
30	12	18
40	14	-
50	19	-
	33	-
D. DENSIDAD DE LA LUZ	58	-
I. LIGERAMENTE POR DEBAJO DE LO RECOMENDADO		
II. BASTANTE POR DEBAJO		
III. ABSOLUTAMENTE INSUFICIENTE	0	0
E. CALIDAD DEL AIRE	2	2
I. BUENA VENTILACION O AIRE LIBRE	5	5
II. MALA VENTILACION SIN EMANACIONES TOXICAS Y NOCIVAS	0	0
III. PROXIMIDAD DE HORNOS, ESCALERAS, ETC.	5	5
F. TENSION VISUAL		
I. TRABAJOS DE CIERTA PRECISION	5-15	5-15
II. TRABAJOS DE PRECISION FATIGOSOS		
III. TRABAJOS DE GRAN PRECISION O MUY FATIGOSOS	0	0
	2	2
	5	5
G. TENSION AUDITIVA		
I. SONIDO CONTINUO	0	0
II. INTERMITENTE Y FUERTE	2	2
III. INTERMITENTE Y MUY FUERTE	5	5
IV. ESTRIDENTE Y FUERTE	5	5
H. TENSION MENTAL		
I. PROCESO BASTANTE COMPLEJO	1	1
II. PROCESO COMPLEJO O ATENCION MUY DIVIDIDA	4	4
III. MUY COMPLEJO	6	6
I. MONOTONIA MENTAL		
I. TRABAJO ALGO MONOTONO	0	0
II. TRABAJO BASTANTE MONOTONO	1	1
III. TRABAJO MUY MONOTONO	4	4
J. MONOTONIA FISICA		
I. TRABAJO ALGO ABURRIDO	0	0
II. TRABAJO ABURRIDO	2	2
III. TRABAJO MUY ABURRIDO	5	2

Figura 45 : Tabla para calcular los suplementos

Fuente: Técnicas de medición de trabajo

ANEXO 2

Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

Figura 46: Escala de valores de proximidad

Fuente: Disposición de planta

A	=====
E	=====
I	=====
O	=====
U	-----
X	-----

Figura 47: Número de líneas por cada valor de proximidad

Fuente: Disposición de planta

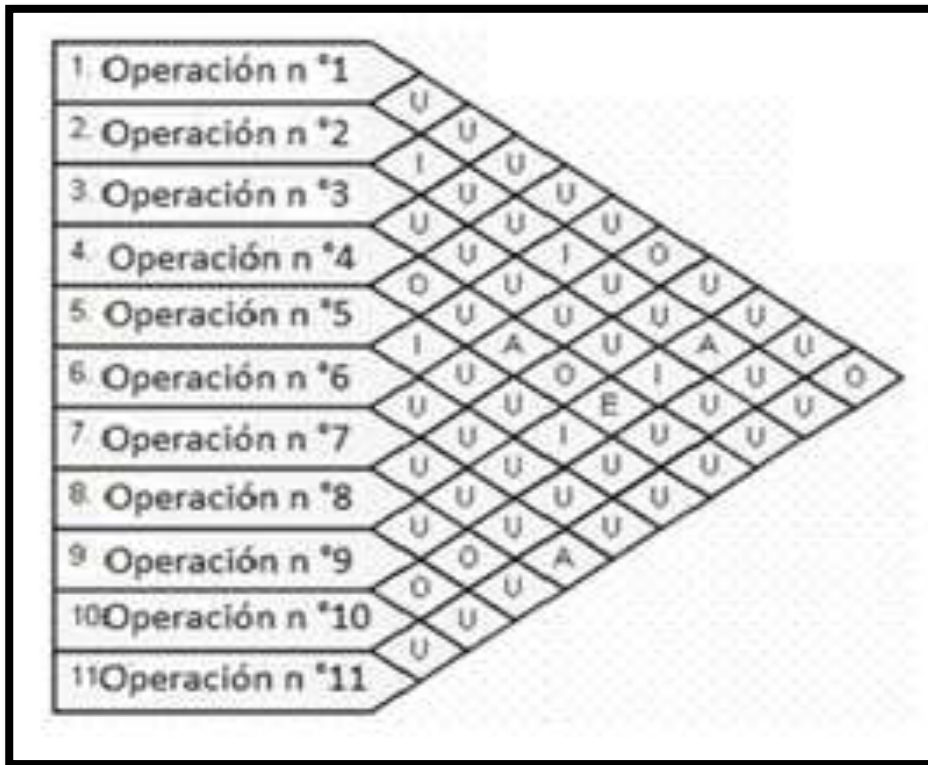


Figura 48: Esquema de la tabla relacional

Fuente: Disposición de planta