



POSGRADOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

RPC-SO-30-NO.506-2019

OPCIÓN DE TITULACIÓN:
PROPUESTAS METODOLÓGICAS Y
TECNOLÓGICAS AVANZADAS

TEMA:
DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN
DE SECADORES ARTIFICIALES DE CACAO
BASADO EN HERRAMIENTAS DE LEAN
MANUFACTURING, CASO DE ESTUDIO;
EMPRESA DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL

AUTORES:
JINSON DAVID QUINTANILLA SALCEDO
SANTIAGO ANDRÉS RODAS DURAN

DIRECTOR:
ADRIÁN EUGENIO ÑAUTA ÑAUTA

CUENCA – ECUADOR
2023

Autores:**Jinson David Quintanilla Salcedo**

Ingeniero Industrial.

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

jquintanillas@est.ups.edu.ec

**Santiago Andrés Rodas Durán**

Ingeniero Industrial.

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

srodas@est.ups.edu.ec

Dirigido por:**Adrián Eugenio Ñauta Ñauta**

Ingeniero Industrial.

Magister en Gestión Tecnológica.

Magister en Seguridad e Higiene Industrial.

Magister en métodos matemáticos y simulación numérica en Ingeniería.

anauta@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2023 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

JINSON DAVID QUINTANILLA SALCEDO

SANTIAGO ANDRÉS RODAS DURAN

Diseño del proceso de producción de secadores artificiales de cacao basado en herramientas de lean manufacturing, caso de estudio;

Empresa del sector agroindustrial

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, quienes me han brindado su amor incondicional, apoyo y motivación durante toda mi vida. Gracias por ser mi roca y mi motivación.

También quiero dedicar este trabajo a mi pareja, por su amor, paciencia y comprensión en los momentos difíciles y por estar siempre a mi lado en cada paso que doy. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible."

A mis hijos, quienes han sido mi inspiración y mi razón de ser. Cada esfuerzo ha valido la pena por verlos crecer y por darles un ejemplo de perseverancia y dedicación. Espero que esta tesis les enseñe que todo es posible con fe y trabajo duro.

Jinson David Quintanilla Salcedo

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de a mis padres por todo el apoyo brindado durante este periodo tan difícil como fue el afrontar una pandemia, a las personas que me apoyaron y aconsejaron en situaciones difíciles que atravesé durante el último año. A mis hermanos por ser un apoyo en mis estudios y en la vida cotidiana.

Santiago A. Rodas D.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios por su guía y protección durante todo este proceso. Y también quiero agradecer a mi familia por su amor, apoyo incondicional y motivación constante. Su presencia en mi vida ha sido fundamental para lograr este logro tan importante.

Agradezco a mi jefe Wilson Avilez por brindarme la oportunidad de trabajar en su empresa y por confiar en mí para llevar a cabo este proyecto de investigación. Su enseñanza y experiencia han sido invaluable.

Jinson David Quintanilla Salcedo

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer al personal que forma parte de la empresa que fue caso de estudio, por brindarnos las facilidades y darnos apertura con el proyecto, ya que sin su apoyo no se hubiera podido seguir adelante para alcanzar las metas propuestas.

Santiago A. Rodas D.

INDICE

Resumen	13
Abstract	14
1. Introducción	15
2. Determinación del Problema	17
2.1. Formulación del Problema	18
2.1.1. Problema general	18
2.1.2. Problemas específicos	20
2.2. Justificación teórica	20
2.3. Justificación práctica.....	21
2.4. Objetivos.....	21
2.4.1. Objetivo general	21
2.4.2. Objetivos específicos	21
3. Marco teórico referencial	22
3.1. Lean Manufacturing	22
3.2. VSM (mapa de la cadena de valor).....	28
3.3. Herramienta 5 S.....	32
3.4. Fichas de observación.....	37
3.5. Flujo de procesos.....	37
3.6. Estudio de tiempos	38
3.7. Diagrama de recorrido.....	41
3.8. Distribución de planta (SLP)	42
4. Materiales y metodología	44
4.1. Enfoque metodológico	44
4.2. Criterio de selección	44
4.3. Tipos de investigación	49
4.3.1. Investigación de enfoque mixto	49
4.3.2. Investigación de campo	49
4.4. Métodos de investigación	49
4.4.1. Método aplicado.....	49
4.4.2. Método deductivo	50
4.4.3. Método correlacional	50
4.5. Población y muestra	50
4.6. Técnicas e instrumentos.....	51
4.7. Diagnóstico del proceso de producción.	51

4.7.1.	Análisis de Proveedores, Clientes, materia prima y flujo de información.	52
4.7.2.	Análisis de proveedores	52
4.7.3.	Clientes	53
4.7.4.	Estado Actual del proceso productivo.....	55
4.7.4.1.	Estudio de tiempos de trabajo.....	56
4.7.4.2.	Diagrama de recorrido de producto	58
4.7.4.3.	Distribución actual de la planta.	60
4.7.5.	VSM del estado actual.....	63
4.7.5.1.	Indicadores VSM	68
4.7.5.2.	Desperdicios del sistema productivo.....	71
4.7.5.3.	Índice de rentabilidad de la propuesta.....	78
4.7.5.4.	Costo de implementación herramientas Lean Manufacturing	79
4.7.5.5.	Indicadores de evaluación	79
4.8.	Propuesta del nuevo proceso de producción.....	80
4.8.1.	Mejora del Cuello de botella del proceso productivo	80
4.8.2.	Mejora de transporte de materia prima	83
4.8.3.	Mejora en la distribución de planta	84
4.8.4.	Mejora mediante 5s	99
4.8.4.1.	Reconocimiento del área	99
4.8.4.2.	Inspección de las 5S	100
4.8.4.3.	Concientización	103
4.8.4.4.	Plan de implementación de las 5S	103
4.8.4.5.	Cronograma de implementación de la 5S's.....	110
4.9.	VSM estado Futuro	111
4.10.	Costo/Beneficio de la propuesta	114
5.	Resultados y discusión.	115
	Cuello de botella del proceso productivo	115
	Transportes de materia prima.....	116
	Propuesta de Distribución de planta.....	116
	VSM estado Futuro	119
	Análisis costo/beneficio.....	120
6.	Conclusiones	121
7.	Recomendaciones	122
	Referencias	123
	ANEXOS	126

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de Lean Manufacturing.....	26
Tabla 2 Herramientas Lean Manufacturing para eliminación de mudas.....	27
Tabla 3 Filosofía 5 S conceptos y objetivos.....	33
Tabla 4 Sistema Westinghouse para ponderación habilidades	39
Tabla 5 Suplementos y holguras recomendadas por ILO.....	40
Tabla 6 Técnicas de Distribución de planta.....	42
Tabla 7 Familia de productos a mapear.....	45
Tabla 8 Ponderación de criterios para la toma de decisión.....	46
Tabla 9 Ponderación de alternativas.....	47
Tabla 10 Resultado de la valoración de alternativas	48
Tabla 11 Principales Proveedores	53
Tabla 12 Ventas a nivel Nacional e Internacional	54
Tabla 13 Tiempo estándar de cada proceso.	57
Tabla 14 Descripción de localización de la planta.....	60
Tabla 15 Proceso de producción de Secadora industrial rectangular.	63
Tabla 16 Indicadores del proceso de fabricación de la secadora rectangular.....	64
Tabla 17 Indicadores del proceso con el número total de operarios.	65
Tabla 18 Tiempo takt Time y Tiempo Lead Time.	66
Tabla 19 Procesos, C/T, Takt time; estado actual	69
Tabla 20 Desperdicios de transporte generados por bodega.....	73
Tabla 21 Desperdicios y herramientas Lean Manufacturing	77
Tabla 22 Análisis de venta actual del equipo secador de cacao	78
Tabla 23 Costo de la propuesta nuevo sistema productivo.....	79
Tabla 24 Reducción de tiempo por asignación de actividades a bodega	84
Tabla 25 Carta From – To o de Trayectoria.....	85
Tabla 26 Resumen de movimientos.....	85
Tabla 27 Ponderación según la importancia entre actividades.....	87
Tabla 28 Análisis PQ	88
Tabla 29 Factores de estudio para evaluación de Lay out.....	94
Tabla 32 Criterios de Puntuación	100
Tabla 33 Indicadores situación actual 5S	101
Tabla 32 Bancos de trabajo, carros transportadores y estantería de herramientas... ..	105
Tabla 33 Distribución de utilitario para planta (área de producción).....	105
Tabla 34 Cronograma de actividades.....	110
Tabla 35 Datos de tiempos (PROPUESTA), VSM futuro.	111
Tabla 36 Datos correspondientes a %TF, inventario, takt time, lead time.....	112
Tabla 37 Beneficio en dólares del nuevo proceso.....	114
Tabla 38 Flujo de datos para el análisis financiero	114
Tabla 39 Resultados del análisis financiero.....	115
Tabla 40 Resumen DPR actual vs Propuesto	115
Tabla 41 Resultados del estudio de los Layout	116

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Casa del sistema de producción Toyota.	24
Figura 2 Metodología Propuesta para Lean Manufacturing.	25
Figura 3 Herramientas con mayor impacto de aplicación.	28
Figura 4 Ejemplo de VSM en una aplicación práctica.	31
Figura 5 Implementación y control 5 S.....	34
Figura 6 Formato ficha de observación.....	37
Figura 7 Formato mapa de procesos.....	38
Figura 8 Formato estudio de tiempos.....	39
Figura 9 Esquema modelo S.L.P.....	43
Figura 10 Organigrama parte Productiva.....	50
Figura 11 Ventas de secadoras industriales rectangulares cap. 20qq.	54
Figura 12 VSM Disposición de proveedores, clientes, requerimientos de cliente, etc.	55
Figura 13 Identificación de actividades para producción del secador de cacao.....	56
Figura 14 Secuencia de procesos.	58
Figura 15 Resumen DPR del proceso productivo.	59
Figura 16 Localización del LAYOUT.....	61
Figura 17 LAY OUT – Diagrama de recorrido actual.....	62
Figura 18 VSM Actual.....	67
Figura 19 Tiempo de ciclo Vs. Tack Time, estado actual.....	70
Figura 20 Bodega de materiales y suministros.....	71
Figura 21 Bodega de pintura.....	72
Figura 22 Bodega de Tubos y Perfilaría.....	72
Figura 23 Falta de Orden y Limpieza dentro del proceso de producción.....	74
Figura 24 VSM actual, identificación de desperdicios.....	76
Figura 25 DPR Optimizado Fabricación de turbina centrífuga.....	82
Figura 26 Resumen DPR propuesto, nuevo proceso Fabricación de Placas y Bases.....	83
Figura 27 Diagrama de Pareto de relación entre áreas.....	89
Figura 28 Diagrama relacional de actividades.....	90
Figura 29 Diagrama relacional de espacios.....	93
Figura 30 Propuesta de distribución de planta 1 método SPL.....	96
Figura 31 Propuesta de distribución de planta 2, método SPL.....	97
Figura 32 Propuesta de distribución de planta 3, método SPL.....	98
Figura 33 Ejemplos de la situación actual.....	100
Figura 34 Propuesta de Formato check List 5S.....	102
Figura 35 Tarjeta de clasificación.....	104
Figura 36 Propuesta de tarjeta amarilla 5 S's Limpieza.....	108
Figura 37 Check List de las 3 primeras “S”.....	109
Figura 38 VSM del estado Futuro.....	113
Figura 39 Diagrama de recorrido, distribución de planta propuesta.....	118
Figura 40 Tiempo de ciclo Actual vs Propuesta.....	119

ANEXOS

Anexo 1 Receta de fabricación de secadora industrial rectangular (1.22x4.88) m	126
Anexo 2 Estudio de tiempos de trabajo, situación actual.....	127
Anexo 3 Diagramas DPR del proceso productivo (Actual)	142
Anexo 4 Unificación: Nuevo Proceso “Fabricación de Placas y bases”	156
Anexo 5 Presupuesto de recurso humano para implementar metodología 5S	157
Anexo 6 Presupuesto de recurso de materiales para implementar metodología 5S..	158
Anexo 7 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de láminas metálicas.....	159
Anexo 8 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de perfilería metálicas.....	160
Anexo 9 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de pintura	161
Anexo 10 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de motores.....	162
Anexo 11 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de elementos pequeños.	164
Anexo 12 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de discos corte/desbaste, lijas y correas.....	165

DISEÑO DEL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE SECADORES
ARTIFICIALES DE CACAO
BASADO EN HERRAMIENTAS
DE LEAN MANUFACTURING,
CASO DE ESTUDIO; EMPRESA
DEL SECTOR
AGROINDUSTRIAL

AUTOR(ES):

JINSON DAVID QUINTANILLA SALCEDO
SANTIAGO ANDRÉS RODAS DURAN

RESUMEN

En una época en la que la eficiencia y la competitividad son factores cruciales en la producción, las empresas de fabricación y ensamblaje buscan constantemente maximizar sus recursos y mejorar sus métodos de producción. La manufactura esbelta o Lean Manufacturing contribuye a estos aspectos al centrarse en la eliminación de desperdicios para mejorar los procesos, la calidad y los plazos de entrega. Como resultado, se pueden ver mejoras notables en un corto período de tiempo.

La presente tesis se enfoca en el diseño del proceso de producción del secador artificial de cacao mediante la aplicación de herramientas correspondientes a Lean Manufacturing. Para ello, se utiliza el mapa de cadena de valor (VSM), que presenta la secuencia de los procesos productivos y sus requerimientos, plasmando de manera gráfica la situación actual y facilitando la identificación de desperdicios dentro del sistema. A través del mapeo de procesos, se seleccionó un modelo de secadora industrial (Secadora rectangular 1,22 metros x 4,88 metros, cap. 20 qq - quemador GLP) con una secuencia de 14 procesos sucesivos, con un tiempo de ciclo de 3654.2 minutos. Para mejorar la eficiencia del proceso, se realizó un estudio de tiempos de trabajo y el levantamiento de DPRs. Adicional, se realizó una distribución de planta mediante el método S.P.L. para mejorar la productividad y flujo de materiales, y se sugiere la implementación de la herramienta 5S para mantener un orden y limpieza dentro de los procesos y obtener fluidez en la producción. Con la identificación de desperdicios se presenta el VSM futuro, que establece mejoras en el sistema productivo y propone una reducción en el tiempo de ciclo correspondiente al 14.3% y un lead time de 4.3 días. Finalmente, se realizó un estudio financiero para determinar la viabilidad del proyecto, el cual arrojó un índice de rentabilidad mayor a 1, lo que indica que la inversión es rentable. Según los resultados obtenidos, la empresa puede esperar una ganancia neta del 100% sobre cada dólar invertido en el proyecto.

Palabras clave: Desperdicios (muda), VSM, Kaizen (mejora continua en japonés), Trabajo estandarizado, Lead Time, Productividad, Indicadores, Producción Pull, Lay Out, Estandarización.

ABSTRACT

In an era where efficiency and competitiveness are crucial factors in manufacturing and assembly, companies constantly seek to maximize their resources and improve their production methods. Lean Manufacturing contributes to these aspects by focusing on waste elimination to improve processes, quality, and delivery times. As a result, notable improvements can be seen in a short period of time.

This thesis focuses on the design of the artificial cocoa dryer production process through the application of Lean Manufacturing tools. The Value Stream Map (VSM) is used to present the sequence of production processes and their requirements, graphically displaying the current situation and facilitating the identification of waste within the system. Through process mapping, an industrial dryer model (Rectangular Dryer 1.22 meters x 4.88 meters, capacity 20 qq - LP Gas Burner) with a sequence of 14 successive processes and a cycle time of 3654.2 minutes was selected. To improve process efficiency, a study of work times and the creation of standard work documents (DPRs) was conducted. Additionally, the S.P.L. method was proposed to redistribute the plant and improve productivity and material flow, while the implementation of the 5S tool was suggested to maintain order and cleanliness within the processes and obtain production flow. The future VSM, which identifies waste and proposes improvements to the production system, suggests a 14.3% reduction in cycle time and a lead time of 4.3 days. Finally, a financial study was conducted to determine the project's viability, which yielded a profitability index greater than 1, indicating that the investment is profitable. Based on the results, the company can expect a net profit of 100% on each dollar invested in the project.

Key words: Waste (Muda), VSM, Kaizen (continuous improvement in Japanese), Standardized work, Lead Time, Productivity, Indicators, Pull Production, Lay Out, Standardization.

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se enfocará en el diseño metodológico para la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing con el objetivo de mejorar la competitividad y lograr una producción más eficiente y sostenible. La manufactura esbelta se centra en la producción cero defectos, la reducción de costos, la satisfacción de las necesidades de los clientes, la minimización de inventarios y la eliminación de desperdicios. Esta metodología se basa en la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor al proceso de producción, lo que permite producir más con menos recursos y reducir los costos. Este concepto tuvo su origen del Sistema de Producción de Toyota (Toyota Production System, TPS).

En este proyecto, se aborda la problemática de la optimización del proceso de producción de una empresa caso de estudio del sector agroindustrial que no cuenta con una metodología que les permita estandarizar su proceso productivo. Se identificaron los principales desperdicios y cuellos de botella presentes en la línea de producción de secadoras de cacao que les impide cumplir con los pedidos de sus clientes.

Para abordar esta problemática, se describen las herramientas y técnicas utilizadas en este enfoque y se presentan casos de éxito de empresas que han implementado con éxito el Lean Manufacturing. Además, se discuten los desafíos y las limitaciones de este enfoque y se proponen recomendaciones para su implementación efectiva en la empresa caso de estudio del sector agroindustrial.

En el marco de nuestro interés profesional, hemos buscado conocer el contexto en el que las PYMES metalmecánica desarrolla sus actividades industriales, así como el impacto económico que se podría obtener al aplicar herramientas de Lean Manufacturing en los procesos de producción de la línea de secado industrial para productos agrícolas. Con este objetivo en mente, hemos llevado a cabo una investigación detallada, que ha permitido identificar oportunidades de mejora en la eficiencia y rentabilidad en la empresa caso de estudio. Se destaca la importancia de

una gestión adecuada del orden y la limpieza para mejorar la situación laboral y crear un ambiente de trabajo agradable para la producción, y se propone una metodología para implantar una cultura organizacional orientada hacia la mejora continua.

La metodología empleada para elaborar una propuesta de implementación de la herramienta Lean Manufacturing en la empresa caso de estudio incluyó entrevistas con el gerente propietario y jefe de producción, visitas a los diferentes procesos de la fábrica y un diagnóstico de la situación actual. Se establecieron objetivos alineados con la estrategia general de la empresa y se diseñó un plan de implementación detallado que incluye los recursos necesarios, el cronograma de actividades y los indicadores de seguimiento.

Durante la investigación de campo, uno de los obstáculos en el diseño del plan de implementación de las herramientas de Lean Manufacturing fue que la empresa no contaba con procesos estandarizados ni protocolos establecidos. Sin embargo, se aplicaron métodos de investigación para establecer estudios de tiempo, diagramas de recorrido de procesos (DPR), Lay Out y mapear el flujo de valor (VSM), lo que permitió identificar cuellos de botella y procesos que no agregan valor, eliminándolos y/o mejorándolos.

Una vez identificados los desperdicios, se diseñó un plan de implementación de la filosofía de las 5S's y se optimizó el Lay Out de la línea de fabricación de secadoras industriales de cacao mediante la metodología de planeación sistemática de la distribución de planta (SLP). Finalmente, se llevó a cabo un análisis de factibilidad para evaluar la viabilidad del proyecto.

Es importante destacar que la implementación de Lean Manufacturing en la empresa caso de estudio requiere un cambio cultural y de mentalidad de toda la organización, por lo que será necesario capacitar al personal en los principios y herramientas para que puedan participar activamente en la implementación. De esta manera, se podrá mantener el compromiso y la disciplina necesarios para seguir mejorando y optimizando los procesos de producción de la empresa.

2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa objeto de estudio de la presente tesis, es una industria metal mecánica, radicada en la ciudad de Quevedo, dedicada a la fabricación y comercialización de maquinarias industriales, que gira mayormente en torno al segmento de la mecanización y automatización de industrias tales como: agrícolas, alimentos, fertilizantes, entre otros. La empresa está comprometida en aplicar mejoras que le permita desarrollar adecuadamente su proceso productivo, para acatar las demandas de todos sus clientes que principalmente son industrias cacaoteras.

La empresa está conformada por diversos departamentos especializados para cumplir eficazmente determinado rol, siendo uno de ellos el taller mecánico, que si bien es cierto cumple a cabalidad todas las actividades de producción, no obstante, no posee un sistema de orden y limpieza establecido.

En la actualidad resulta relevante para toda clase de industria focalizar sus procesos hacia la mejora continua, especialmente el asegurar y mantener el orden y la limpieza en los puestos de trabajo, que posiblemente incurren a focos de contaminación, problemática que impide conseguir un grado de seguridad aceptable y en muchos casos no se garantiza la calidad total del bien o servicio.

Si bien es cierto laborar bajo un ambiente desordenado o sucio, con materia prima y herramientas de trabajo colocado fuera de su lugar, acumulación de scrap, entre otros, puede provocar numerosos accidentes ya sea por golpes, caídas, daños en maquinaria o materiales.

Otro factor importante por destacar es que la empresa no cuenta con una adecuada distribución de planta, y su taller mecánico no posee un espacio adecuado para cubrir óptimamente la demanda, hecho que implica en muchas ocasiones a invadir las zonas peatonales con los elementos de fabricación de un bien, por lo cual el transporte de todos los recursos resulta ser muy compleja.

Con el fin de mejorar la condición laboral y crear un ambiente grato para producir con mayor eficiencia, es significativo gestionar correctamente lo relacionado con el orden y la limpieza mediante la comunicación, participación y compromiso de toda la organización de la empresa en estudio. Por consiguiente, para el presente estudio, es crucial fomentar la creación de nuevos hábitos de trabajo mediante una metodología que permita implantar una cultura organizacional orientada hacia la mejora continua.

2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.1.1. PROBLEMA GENERAL

La empresa se encuentra enfocada a la fabricación de maquinarias y equipos con el cumplimiento de estándares de calidad, lo cual se encuentra en constante desarrollo en cuanto a las nuevas tendencias en el mercado local e internacional. La empresa es considerada como la pionera y es especialista en el manejo de los procesos de fermentación y secado del cacao, por lo tanto, gracias a su know how son considerados para muchas empresas como la mejor opción, ya que cuentan con toda la línea de maquinarias y equipos para minimizar costos de operación, mano de obra y tiempos de proceso en los centros de post cosecha.

En el año 2019 inauguraron su nueva fábrica con instalaciones modernas y confortables para llevar a cabo sus operaciones industriales, sin embargo, no se consideró como punto de partida un diseño de planta adecuado que le permita encontrar la mejor y óptima forma de producir equipos industriales.

La planta Quevedo cuenta con dos líneas de producción de máquinas para el secado artificial de productos agrícolas, la primera produce modelos de forma rectangular o de lecho fijo y el segundo modelo es para secadoras cilíndricas con sistema de remoción automática del grano.

Actualmente se encuentra trabajando en varios proyectos de fabricación y montaje de centros de post cosecha de cacao para empresas transnacionales ubicadas en diferentes sitios del Ecuador. Si bien es cierto para estos centros de post cosecha un PCC (punto crítico de control) es la operación del secado del grano, por lo cual la

empresa metalmecánica cuenta con una máquina de secado artificial de forma cilíndrica compuesta de un mixer o un sistema de remoción automática del cacao, función que permite al grano no perder las propiedades organolépticas durante el proceso. De igual forma la empresa considera que la secadora circular artificial de cacao es su producto de venta estrella, por lo que tienen alta demanda en los meses de mayor producción de cosecha de cacao, que en Ecuador abordan en los meses desde julio hasta diciembre.

Por consiguiente, cuando la lista de proyectos activos supera la capacidad instalada de la fábrica, se generan desperdicios, ya que no se cuenta con una adecuada planificación de materiales de producción, a tal punto de generar acumulación excesiva de materia prima en las bodegas, hecho que se incurre al almacenamiento en lugares que no son los establecidos, por ende, se genera un ambiente de trabajo sucio y desordenado. Además, en vista de no contar con un estudio de trabajo para las líneas productivas, ha provocado acumular varios problemas durante el tiempo, desconociendo en si cuál es su capacidad instalada para producir, hechos que probablemente le impida cumplir a tiempo con todos sus proyectos.

Así, la empresa encontró varios factores que afectan tanto de manera directa como indirecta la correcta producción de dichos equipos, por lo que, se ha planteado encontrar un camino eficaz para lograr una reducción en los tiempos de trabajo empleados en cada actividad dentro de la línea productiva, esto ha generado, proponer un método capaz de optimizar los recursos, tanto de mano de obra como de materia prima con el fin de mejorar la producción actual, que se basa en un presupuesto promedio de \$ 60 000, por lo que se encontró en la manufactura esbelta las herramientas indicadas para la obtención de los resultados esperados para el presente estudio, lo que lleva a la siguiente conclusión: ¿Es posible diseñar el proceso de producción del secador artificial de cacao basado en herramientas de Lean Manufacturing para el control de desperdicios?

2.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Es posible diagnosticar el proceso de producción del secador artificial de cacao para identificar los desperdicios presentes en el proceso?
- ¿Es posible establecer un nuevo proceso de producción del secador artificial de cacao fundamentado en herramientas de Lean Manufacturing para reducir los desperdicios?
- ¿Es factible analizar el costo beneficio de la propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing para definir su factibilidad?

2.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

En la actualidad las industrias que realizan su producción mediante líneas de ensamble y áreas de trabajo suelen presentar problemas entre cada puesto productivo; esto se debe a la falta de coordinación en el abastecimiento de materiales, recursos y movimientos innecesarios del trabajador, dando origen a: tiempos muertos, falta de organización del producto en proceso y acumulación de inventarios. Estos factores afectan a la empresa en sus costos de fabricación.

En su mayoría, las empresas dedicadas a la manufactura se plantean como objetivos de mejora eliminar tareas innecesarias, simplificar procesos y combinar operaciones en puestos de trabajo, por lo que existe la necesidad de realizar procesos de optimización en cada estación de trabajo, transporte de material y ensamble; a su vez establecer estándares en métodos, materiales, herramientas y equipos de trabajo.

Toda organización se proyecta a mantener una disciplina de orden y limpieza sobre todo dentro del flujo productivo, para llegar a la obtención de resultados positivos para la empresa, ya que un ambiente limpio y ordenado es más fácil de controlar, lo que permite la visualización de los desperdicios que afectan al sistema productivo y facilita la toma de acciones para eliminarlos. Según Sacristán, (2005), la herramienta 5 S proveerá de una cultura de orden y limpieza a la organización a la que se aplique, brindando una mejora y obtención de un espacio de trabajo adecuado, eliminando

movimientos innecesarios y de esta manera reduciendo la probabilidad de sufrir accidentes laborales.

2.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El presente proyecto contribuirá en la elaboración de un plan de mejora del sistema de producción de la empresa caso de estudio, la propuesta de herramientas de Lean Manufacturing se plantearán para una optimización el sistema de producción de la línea de secado de productos agrícolas, de tal manera se pueda y reducir o eliminar las tareas que no añadan valor, para minimizar las pérdidas y maximizar el valor añadido a la empresa.

Adicional, el presente estudió resulta viable, gracias a la predisposición y compromiso de todos los que laboran en la empresa, ya que a través de ellos será posible obtener la información necesaria para realizar el diseño metodológico de las herramientas de Lean Manufacturing, y también porque serán los principales beneficiarios del presente proyecto.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar el proceso de producción del secador artificial de cacao basado en herramientas de Lean Manufacturing para el control de desperdicios.

2.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el proceso de producción del secador artificial de cacao para identificar los desperdicios presentes en el proceso.
- Establecer un nuevo proceso de producción del secador artificial de cacao fundamentado en herramientas de Lean Manufacturing para reducir los desperdicios.
- Analizar el costo beneficio de la propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing para definir su factibilidad.

3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1. LEAN MANUFACTURING

Para Carreras & García, (2010), la implementación de Lean Manufacturing busca una mejora dentro del sistema de fabricación, esto mediante la identificación y posterior eliminación de desperdicios, entendiendo como desperdicio o despilfarro todo aquello que no aporta valor al producto. Lean Manufacturing es considerado como un conjunto de herramientas de mejora, mismas que basan sus principios en el ciclo de William Edwards Deming.

Para la correcta comprensión de desperdicio, se debe considerar lo que significa una actividad generadora de valor, mismas que son consideradas como: las actividades que producen un cambio directo en lo que el cliente desea, dicho de otra forma, es por lo que el cliente está pagando. Desperdicio o muda sería lo contrario, es decir por lo que el cliente no está pagando, no produce un cambio en el producto o no es esencial para la fabricación del mismo, estos esfuerzos provocan un aumento en el costo final del producto o servicio, afectando los resultados de la empresa. Toyota ha clasificado estos desperdicios en 7 grupos (Socconini, 2019):

1. Muda de Sobreproducción:
2. Muda de Inventario
3. Muda de Producto defectuoso
4. Muda de transporte (materiales/herramientas)
5. Muda de procesos innecesarios
6. Muda de Espera
7. Muda de Movimientos innecesarios

Con la eliminación del despilfarro se obtiene como resultado una mejoría en la calidad de los procesos, una reducción en los tiempos de producción y en el coste, lo que se puede ver reflejado en una mayor competitividad dentro del mercado, logrando para la empresa una mayor rentabilidad (Miguel Valpuesta Lucena, 2016).

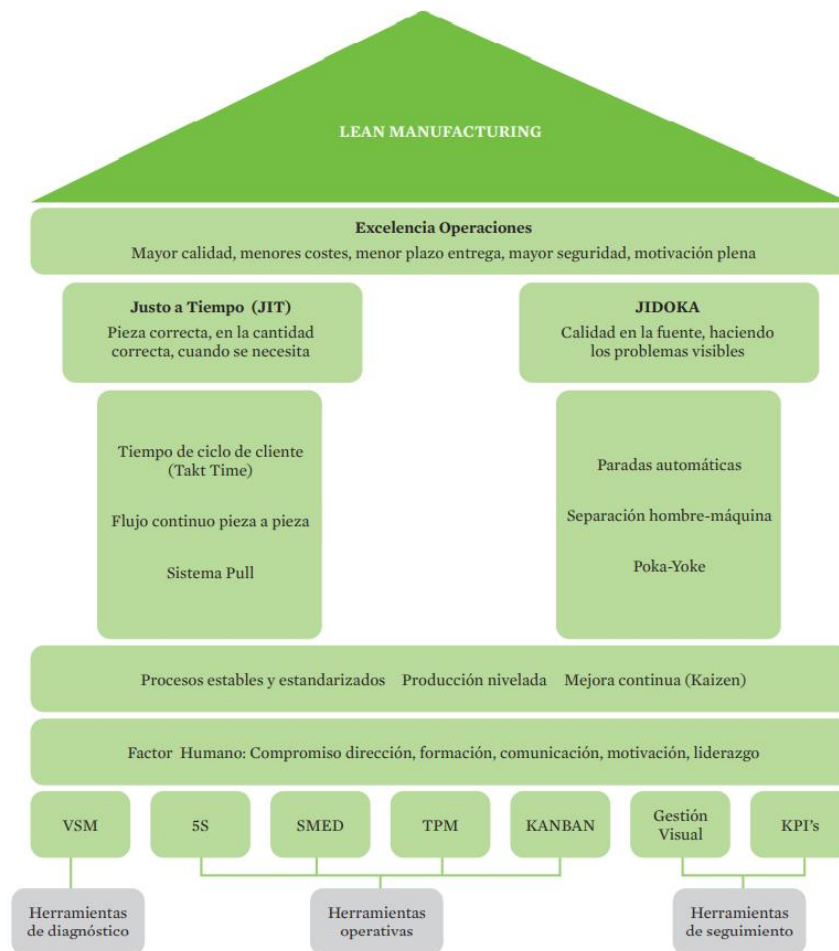
Dentro de los procesos de eliminación de desperdicios, Lean Manufacturing considera los siguientes aspectos:

- Efectividad y calidad: Grado en el que se satisfacen las expectativas del cliente.
- Eficiencia: Uso adecuado de los recursos para ser efectivos. Tiene que ver con eliminar aquello que no aporta valor al cliente.
- Mejora e innovación: Todos los procesos tienen que revisarse para mejorar de manera constante, innovando en el proceso, pues se trata de que la creación de valor para el cliente sea continua y superior cada vez.

Lean Manufacturing está compuesta de varias dimensiones que se involucra especialmente en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de herramientas encaminadas a la mejora continua de procesos. Por lo que, dicho de mejor manera, trata todo lo relacionado a tener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el nivel de despilfarro (desperdicios), siendo flexible y estando abierto al cambio.

El modelo está compuesto de varias dimensiones que se involucra especialmente en la eliminación del desperdicio con la aplicación de herramientas encaminadas a la mejora continua de procesos. Dicho esto, es complicado identificar los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que contempla y que no siempre son homogéneos teniendo en cuenta que se manejan términos y conceptos que varían según la fuente de consulta, por lo que se ha recurrido al esquema de la “Casa del Sistema de Producción Toyota” para visualizar rápidamente la filosofía que encierra el Lean y las técnicas disponibles para su aplicación. Se explica utilizando una casa porque ésta constituye un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo sean; una parte en mal estado debilitaría todo el sistema. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Figura 1 Casa del sistema de producción Toyota.



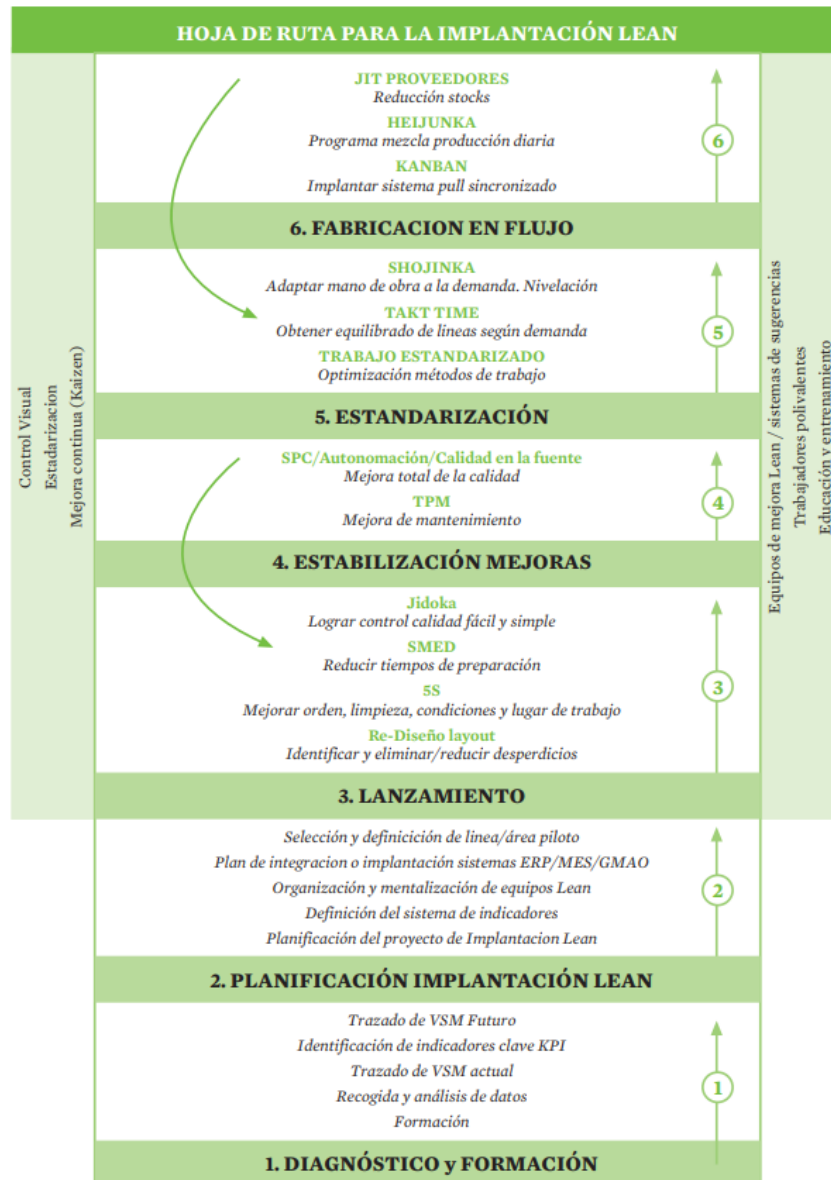
Nota: La Figura 1 muestra una adaptación actualizada de la Casa de producción Toyota. Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

En la Figura 1, sosteniendo el techo, se encuentran dos pilares, Justo a Tiempo (JIT) y JIDOKA, siendo JIT una de las herramientas más conocida del sistema de producción Toyota la cual trata de producir cierto artículo en el momento requerido y en la cantidad exacta. JIDOKA está centrado en la verificación de problemas dentro de una línea productiva, al detectarse un percance en la línea Inmediatamente se informa a la persona a cargo y se detiene el proceso productivo.

Este sistema permite detectar las causas de los problemas y eliminarlas de raíz de manera que los defectos no pasen a las estaciones siguientes. Mediante la implementación de un mapa de valor (VSM) y las herramientas de los 3 niveles, se pueden solidificar las mejoras producidas por Lean Manufacturing.

En su libro sobre técnicas e implementación de Lean Manufacturing, Hernández Matías & Vizán Idoipe (2013), realiza la propuesta de la siguiente hoja de ruta como guía a seguir para el modelamiento de Lean Manufacturing dentro de la industria.

Figura 2 Metodología Propuesta para Lean Manufacturing.



Nota: La Figura 2 representa la hoja de ruta para la implementación Lean desde el diagnóstico hasta su posible implementación.

Fuente: Hernández Matías & Vizán Idoipe, (2013)

En la práctica, Lean Manufacturing está compuesto por varias herramientas que han sido implementadas con éxito en varias empresas tanto del campo y tamaño,

mismas que para su aplicación dependen de la naturaleza de la empresa, mudas a eliminar, etc, siempre teniendo presente la hoja de ruta de implementación.

Para una mejor comprensión, Contreras,(2007) agrupa a Lean Manufacturing en 3 niveles de análisis e implementación, mismos que constan de técnicas propias y metodologías para su implementación dentro de la industria, estos están basados en:

1. **Demanda del cliente:** La demanda va según las necesidades del cliente sobre el producto, teniendo en cuenta la calidad del producto, tiempos de entrega (Lead time) y el precio.
2. **Flujo Continuo:** Implementa un control sobre el flujo de materiales, tanto para los clientes internos como externos, brindando los materiales y recursos indicados, en la cantidad indicada y en el tiempo indicado.
3. **Nivelación:** Implementa una distribución uniforme del trabajo, tanto en volumen como en variedad, reduciendo así el inventario en proceso y el inventario final, de esta manera se logra obtener una disminución en los tiempos de ensamble, permitiendo a la línea mejorar su productividad.

Tabla 1 Niveles de Lean Manufacturing.

1er Nivel: Demanda	2do Nivel Flujo: Continuo	3er Nivel: Nivelación
VSM (mapa de cadena de valor)	Herramienta 5 S	Retiro Contante
Takt time	Balaceo de líneas	Nivelación de carga (heinjuka)
Pitch	Células de manufactura	Caja Heinjuka/Programación
Buffer Inventory	Estandarización de trabajo	Runner (surtidor de materiales)
Supermercado P.T.	Flujo Continuo	KPIs
Andon	SMED	
	Flujo de una pieza	
	JIT	
	Supermercado de producto en proceso	
	Kanban	
	FIFO	

Nota: La tabla 1 presenta las herramientas que se pueden emplear en cada nivel de Lean Manufacturing. Fuente: (Villaseñor Contreras et al., 2007)

Seguido a esta clasificación, Solís (2021) propone la siguiente tabla 2, en la cual se identifica de manera precisa que herramientas utilizar para atacar cada uno de los 7 desperdicios (mudas) identificado en Lean Manufacturing.

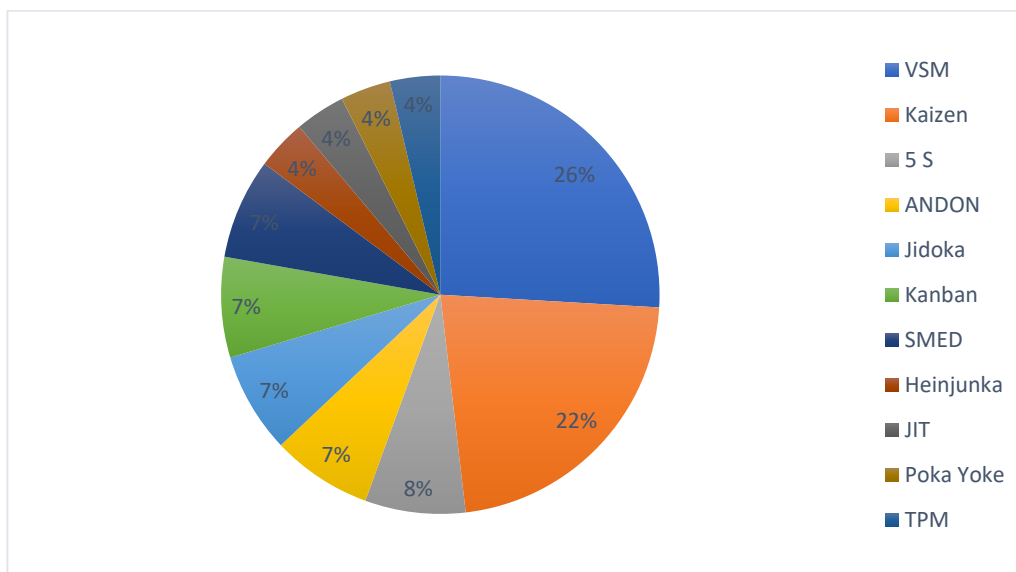
Tabla 2 Herramientas Lean Manufacturing para eliminación de mudas.

Desperdicio (Muda)	Herramienta Lean Manufacturing.
Sobreproducción	Kaizen (mejora en procesos y equipos de trabajo) VSM (mapeo de tiempos de ciclo en procesos de producción) Heijunka (Nivel de producción) SMED (reducción de tiempos de calibración set-up)
Espera	Kaizen (reducción de esperas en el proceso productivo) VSM (Identificación de los plazos de entrega de producción) SMED (reducción de tiempos de preparación en maquinarias) Jidoka (automatización de procesos)
Transporte	Distribución de Planta VSM (identificación de transportes en las diferentes etapas del proceso) Kaizen (mejora de la logística)
Inventario	Justo a tiempo (elimina el inventario en compras, actividades de fabricación, distribución) VSM (Plasma gráficamente el movimiento de materia prima y producto terminado, desde el proveedor a planta o de la planta al cliente) Sistema Andon (control visual de los niveles de inventario) Kaizen (evento mejorar el sistema de inventario) Kanban (nivelación en el flujo de materiales)
Procesos Innesarios	Kaizen (eliminar procesos o actividades innecesarias en las actividades laborales) VSM (mapeo de actividades que no agregan valor desde la perspectiva del cliente)
Movimientos Incensarios	5 s (organizar el trabajo de modo que se minimicen los movimientos innecesarios, garantiza el trabajo de las áreas productivas debido a que están constantemente limpias y organizadas) VSM (Identifica los movimientos y que no suman valor para el cliente)
Producto defectuoso	Poka-Yoke (sistema anti errores) Jidoka (Automatización en el control de recursos) Kaizen (Mejora continua) VSM (mapeo de la cadena de valor para identificar defectos) Kanban, 5 s y Sistema Andon (Control visual) TPM (planes de mantenimiento preventivo)

Nota: La Tabla 2 presenta las herramientas a utilizar para atacar cada desperdicio que se presente en la implementación de Lean Manufacturing. Fuente: Solís (2021)

De lo expuesto anteriormente, se observa que varias herramientas se repiten en los diferentes niveles para atacar desperdicios (mudas), lo que bien se puede concluir de la siguiente manera:

Figura 3 Herramientas con mayor impacto de aplicación.



Nota: La figura 3 presenta la frecuencia con la que las principales herramientas de Lean Manufacturing pueden ser empleadas según las mudas. Fuente: Solís (2021)

De esta manera, se puede concluir, que, para realizar un diagnóstico y una mejor manera de identificar los desperdicios a ser eliminados, se tiene al VSM (22%) como herramienta principal, por lo cual, para el siguiente caso de estudio, se propondrá el diseño del proceso productivo con la herramienta VSM y las herramientas de lean Manufacturing que complementen la eliminación de los desperdicios identificados en el proceso de aplicación del VSM.

3.2. VSM (MAPA DE LA CADENA DE VALOR)

Se presenta al VSM como una herramienta gráfica, en la que se obtiene una vista general y detallada del estado actual de la planta, Hernández (2013) define al VSM como un gráfico en que se muestra la cadena de valor de un sistema productivo, mostrando el flujo de materiales como la información requerida desde el proveedor

hasta el cliente. Su objetivo es presentar en papel de forma sencilla todas las actividades productivas para identificar la cadena de valor y detectar los problemas, desperdicios y demoras en el proceso.

Una de las ventajas es la representación gráfica del proceso productivo, visualización del flujo de información desde el proveedor hasta el cliente, flujo de materiales, ayuda a la detección de problemas en el flujo productivo, etc.

El VSM está formado por todas las acciones que agregan y no agregan valor necesarias para la producción, involucra desde la materia prima hasta que el producto llega a manos del cliente, el VSM se enfoca en al flujo de producción Tapping, (2003).

Para su elaboración es necesario reunir la información para graficar el estado actual de la empresa de manufactura o servicios, este levantamiento actual apoya para la elaboración del VSM futuro, para el estado futuro, las ideas vienen generadas cuando se hace el levantamiento del estado actual de la planta.

Hernández (2013), propone los siguientes pasos para el levantamiento del VSM actual:

1. Dibujar los iconos del cliente, proveedores, y control de producción.
2. Identificar los requisitos de clientes por mes/día.
3. Colocar la producción diaria, la frecuencia y embarque de los camiones de producto
1. terminado.
4. Colocar iconos logísticos con la frecuencia de entrega.
5. Agregar los procesos en secuencia, de izquierda a derecha.
6. Agregar tablas de datos abajo de cada proceso y colocar la línea de tiempo.
7. Colocar las flechas de comunicación y anotar los métodos y frecuencias.
8. Obtener los datos de los procesos y agregarlos a las cajas de datos.
9. Agregar datos de tiempo, turnos al día, menos tiempos de descanso y tiempo disponible.
10. Agregar simbología y el número de trabajadores en cada proceso.
11. Agregar los sitios de inventario.
12. Realizar el cálculo del Lead time y takt time.

- $\text{Tiempo Lead} = (\text{Cantidad inventario}) * (\text{Tiempo Takt}) / (\text{Tiempo disponible diario})$.
- $\text{Tiempo Lead} = (\text{Cantidad de Inventario}) / (\text{Requerimiento diario del Cliente})$.
- $\text{Tiempo Takt} = (\text{Tiempo Disponible por día}) / (\text{Demanda del Cliente por día})$.

En cuanto a tiempos de ocupación, los valores se calcularon para una demanda de 3 unidades mensuales, el % TF viene de la relación entre tiempo de ocupación y tiempos de disponibilidad.

$$\%TF = \frac{\text{Tiempo de ocupación}}{\text{Tiempo Disponible}} \quad (1)$$

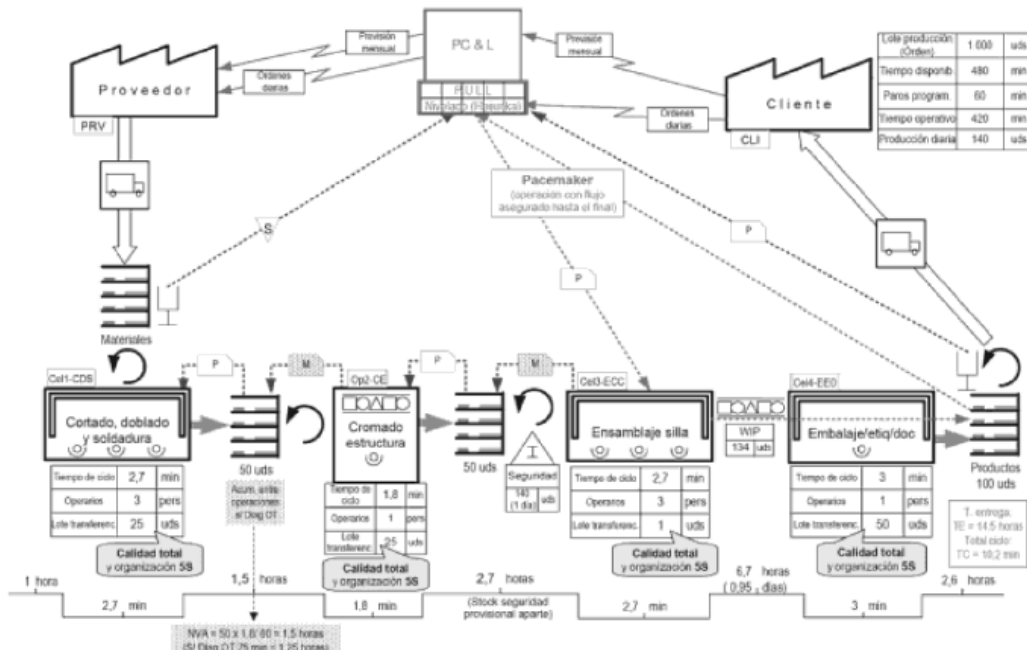
Adicional a lo anterior mencionado, se requiere un valor de inventario, tiempo takt time y lead time, las fórmulas para obtener dicha información serían:

$$\text{Tack Time} = \frac{\text{Tiempo Disponible por dia}}{\text{Demanda diaria}} \quad (2)$$

$$\text{Lead Time} = \frac{\text{Cantidad de Inventario} * \text{Tiempo Tack}}{\text{Tiempo disponible diario}} \quad (3)$$

13. Agregar las flechas de flujo y otra información que pueda ser útil.
14. Colocar tiempos de ciclo y tiempos de entrega en la línea de tiempo ubicada al pie de los procesos.
15. Calcular el tiempo de ciclo de valor agregado total y el tiempo total de procesamiento.

Figura 4 Ejemplo de VSM en una aplicación práctica.



Nota: La Figura 4 presenta un diagrama VSM, utilizado para diagnóstico del estado actual y estado futuro, dentro de la filosofía Lean Manufacturing. Fuente: Arbos, (2021).

VSM es muy utilizada dentro de la filosofía Lean Manufacturing, como punto de partida para la optimización mediante Lean Manufacturing, Rohani (2015), plantea la optimización Lean Manufacturing en su estudio realizado dentro de una industria dedicada a la fabricación de pintura, en la cual, se logró desarrollar un mapa de flujo de valor (VSM), logrando determinar y eliminar los desechos que no agregan valor al producto final. De igual forma, se redujo el tiempo de entrega y el tiempo de valor añadido para aumentar el rendimiento total.

Basado en futuro VSM, el resultado final demostró que ante la aplicación de algunas técnicas de Lean Manufacturing tales como: 5S, Kanban, Kaizen, etc. Se obtiene una reducción en tiempo de producción, el mismo que disminuyó de 8,5 días a 6 días, y el tiempo de ciclo disminuyó de 68 minutos a 37 minutos.

El VSM, como herramienta de Lean Manufacturing, organiza de manera gráfica los puntos a ser mejorados, lo que se representa en el VSM futuro, lográndose evidenciar las mejoras realizadas, lo que va de la mano con las herramientas utilizadas.

Uno de los principales puntos de mejora dentro de la filosofía Lean Manufacturing es, si no el más importante, la Productividad, la que se define como la relación favorable que existe entre la cantidad de recursos utilizados para la cantidad de bienes producidos, por lo que, en resumen, se define como lo producido por un sistema (salidas) y los recursos empleados en dicha producción (entradas)(Roberto Carro, 2019). Es decir:

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas} \quad (4)$$

De esta manera, se tienen varias consideraciones para la obtención y medición de la productividad, algunas veces se las puede conseguir de manera bastante directa, por ejemplo, horas hombre necesarias para la producción de un lote determinado de un producto X, pero para otros casos se tienen las siguientes consideraciones:

- La variación en la especificación del producto mientras que los insumos y salidas permanecen constantes.
- La existencia de elementos externos que ocasionan una variación en las salidas, en las cuales el sistema no necesariamente es el responsable.

Lo que se puede entender es que, la medición de la productividad debe ser adaptada según su concepto para cada caso de estudio que se presente, es decir, adaptarlo a la naturaleza de la industria y a las necesidades de mejoras a las que se someta el sistema productivo.

3.3. HERRAMIENTA 5 S

Una de la metodología más utilizada dentro del análisis, adicional al VSM, se tiene a las 5S's, herramienta que ayuda a conseguir un mejor flujo en el proceso, según (Sacristán, 2005) define a las 5 S como un programa enfocado al desarrollo de actividades de orden, Limpieza, detección de anomalías en el puesto de trabajo, que permite que se involucre el personal, mejorando el ambiente de trabajo, seguridad de las personas y equipos, consiguiendo una mejora en la productividad.

Tabla 3 Filosofa 5 S conceptos y objetivos.

Denominación		Concepto	Objetivo
Japonés	Español		
Seiri	Clasificación	Separar Innecesarios	Eliminar del espacio de trabajo lo que no sea útil
Seiton	Orden	Situar Necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
Seisó	Limpieza	Suprimir Suciedad	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
Seiketsu	Normalización	Señalizar Anomalías	Prevenir la aparición de suciedad y desorden
Shitsuke	Disciplina	Seguir Mejorando	Fomentar los esfuerzos en este sentido

Nota: La tabla muestra la composición de la herramienta 5S, con su concepto y objetivo a alcanzar. Fuente: Karla S Almonte, (2020)

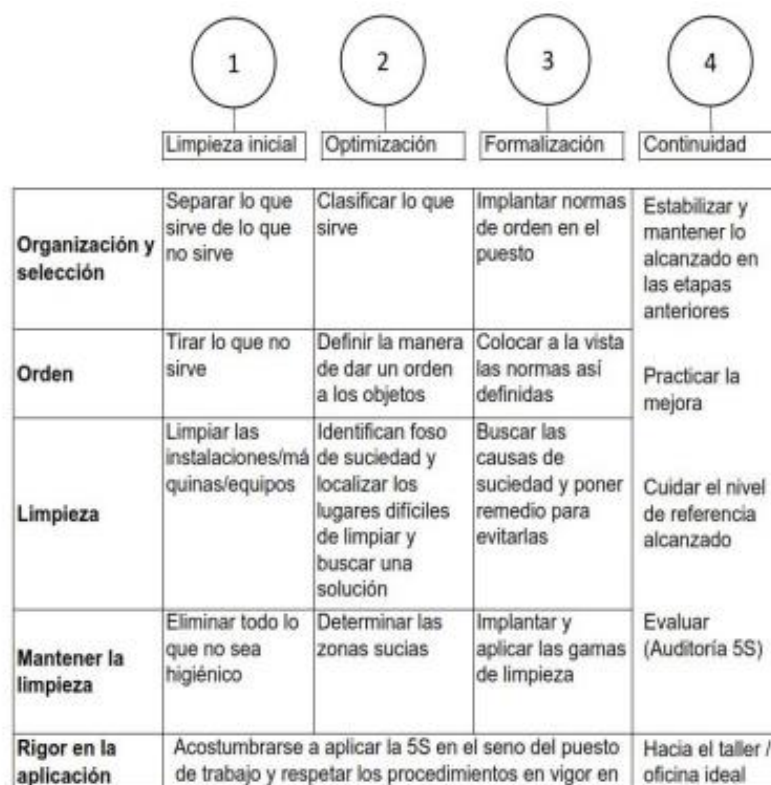
La herramienta de 5 S Forma parte esencial del sistema Lean Manufacturing, obteniendo beneficios con el compromiso, tanto del personal de planta y como de la parte administrativas, tales se enfocan en la disminución de desperdicios y reprocesos, mejorando moralmente al personal, ya que logra mantener un ambiente limpio de trabajo.

Esta herramienta promueve un cambio de mentalidad hacia el auto disciplina, orden y economía. Esta metodología se la puede dividir en 3 bloques:

- Primer Bloque: las 3 primeras S's (Clasificación, Orden, Limpieza) son consideradas físicamente implementables en el área de trabajo.
- Segundo bloque: Normalización es implementada a la planta o empresa en general y,
- Tercer bloque: Disciplina que va implementada hacia el personal.

La aplicación y mantenimiento de las 5 S para una producción ideal, se basa en la siguiente figura, en el cual se presentan 4 etapas indispensables para la implementación y control de esta herramienta:

Figura 5 Implementación y control 5 S



Nota: Se puede observar un esquema básico para la implementación de 5S, basado en 4 etapas. Fuente: Sacristán, (2005)

Basándose en la figura 5, la implementación de 5 S, dentro de la industria, provoca efectos positivos, Sacristán, (2005) en su libro “Las 5S: Orden y limpieza en el puesto de trabajo” cita 3 efectos:

1. Motivante, pues muestra la situación actual en la que se encuentra la empresa y hacia donde se quiere llegar.
2. Transforma al equipo productivo hasta llevarlo a un estado ideal, eliminando anomalías, daños y defectos.
3. Transforma a los operadores de producción, mismos que alcanzaran mayores responsabilidades y preparación que antes no tenían, así como la participación en todo tipo de mejoras.

Las ventajas de la herramienta, se pueden ver relacionadas directamente con la parte del personal y la productividad, ya que consigue un cambio tanto estructural como de mentalidad, pudiendo citar las siguientes ventajas:

- Involucra a todo el personal y equipo de trabajo.
- Se consigue una mayor productividad lo que se traduce como: Menos productos defectuosos, menos averías, menos accidentes laborales, menor nivel de inventarios, menos movimientos y traslados.
- Se obtiene un mejor ambiente de trabajo ya que se logra obtener: Mas espacio, Satisfacción por el espacio de trabajo, Mejor imagen ante clientes, Mayor cooperación y trabajo en equipo, Mayor conocimiento del puesto de trabajo.

Según lo antes mencionado, la herramienta 5 S es parte fundamental para el correcto desempeño dentro del marco productivo, Gómez, (2012) implementó esta metodología para la mejora del área de carpintería de una universidad de Medellín, Colombia. Los resultados dependieron 100 % del compromiso del personal y parte administrativa, en dicho estudio se puede destacar que se logró la eliminación de desperdicios provenientes por el scrap. La situación inicial de la carpintería era de desorden y un mal manejo de las herramientas y materia prima; adicional a estos problemas iniciales, se disponía de una distribución de planta que no estaba acorde al flujo productivo por lo que se re diseño una correcta distribución de planta, se crearon estantería nueva para materia prima y herramientas, La implementación de las tarjetas rojas en la fase de clasificación, consiguió en los empleados y en los directivos, una cultura de obligatoriedad para deshacerse de los residuos, herramientas o maquinas obsoletas, que no permitían un flujo adecuado en los procesos, buscando las mejores opciones para reciclaje o almacenaje.

El impacto psicológico conseguido de la implementación y los resultados en el personal, genero un aumento en la productividad, pues áreas de trabajo se encontraban visualmente más 13 aptas para el trabajo, cambiando la actitud de los trabajadores al desarrollar sus actividades en lugares más agradables, desarrollando la

efectividad de los procedimientos, aumentando la capacidad instalada y disminuyendo reprocesos y costos de operación.

Távora (2018), propone en su estudio en la Industria de la Hebilla S.A.C la implementación de 5 S, como situación de diagnóstico, realizó un Check List de referencia para la situación inicial, así se obtuvo que en la actualidad el 5,73 % del espacio total de la planta está ocupado por desperdicios, zonas ocupadas por equipo en desuso o espacios ocupados por productos ubicados en forma incorrecta; además, se han desarrollado actividades relacionadas con las 5S en un 3 % antes del desarrollo de estudio y sus propuestas.


Con dicha información se procedió a la implementación de la herramienta, realizando una inversión inicial de e S. / 24 051,46 soles, al lapso de un año se pronostica un beneficio neto de S. / 36 290,68 soles para el primer año de la implementación. Para la medición de la implementación se definió cinco indicadores de gestión para el desempeño del proceso productivo los cuales fueron: eficacia, expresado en un incremento productivo del 4,92 %; eficiencia; razón de los niveles de desperdicio, del cual se espera una disminución del 2,15 %; efectividad, producción por hora, proyectado en un incremento del 8,81 % con la implementación; calidad, total de producto conforme (PC), se espera un incremento del 3,59 % y economía, expresado en una variación del 4,06 % de mejora en el uso de los recursos empleados utilizados en la producción.

Se puede concluir, que de los casos de éxito presentados para la implementación de 5S, se obtienen resultados positivos para el desarrollo productivo de la empresa, teniendo presente que aún no se registran casos de éxito para el sector de producción de maquinaria agro-industrial, por lo que el presente estudio abrirá un campo de investigación posterior al mismo.

3.4. FICHAS DE OBSERVACIÓN

Para el levantamiento de actividades y procesos, según Abril (2008), se propone el siguiente formato Figura 6, con el cual se logrará determinar in situ las actividades que se realizan y la frecuencia con la que suceden los eventos dentro del proceso de producción.

Figura 6 Formato ficha de observación






 FORMATO FICHA DE OBSERVACIÓN												
Fecha de observación: _____												
Observador: _____												
ACTIVIDADES	PERIODICIDAD					IMPLICACIÓN DEL OBSERVADO						OBSERVACIONES
	CD	DA	F	O	N	DT	MA	AL	S	IT	PC	
Observaciones Generales:												
Valoraciones:												
Recomendaciones												
CD (cada día) DA (todos los días) F (frecuentemente) O (ocasionalmente) N (nunca) DT (dependencia total) MA (muchísima ayuda) AL (ayuda limitada) S (supervisión) IT (independencia total) PC (podría colaborar pero no lo hace)												

Nota: La figura representa la ficha de observación para establecer las actividades que intervienen en el proceso productivo. Fuente: Los Autores.

























3.5. FLUJO DE PROCESOS

Un diagrama de flujo representa de manera gráfica los procedimientos lógicos del proceso productivo, simplificando y mejorando la comprensión del mismo. En un diagrama de flujo cada paso del proceso se representa mediante símbolos, ofreciendo una descripción visual de las actividades implicadas en el proceso y su relación con su predecesora y antecesora (Santacruz,2015). Dicho de esta manera, mediante este diagrama se pretende analizar el valor que aporta el proceso de fabricación de la máquina Secadora rectangular 1,22 x 4,88, cap. 20 qq - quemador GLP, identificando los procesos y el flujo que sigue el producto. El Formato presenta de manera detallada las actividades y tiempos de las mismas, con lo que se puede obtener una visión general del estado de producción de un secador.

Figura 7 Formato mapa de procesos

Resumen		Actual		Propuesto		Diferencia		Tarea:	
		No	Tiempo	No	Tiempo	No	Tiempo		
	operaciones							<input type="checkbox"/> Personal	
	transportes							<input type="checkbox"/> Material	
	controles							El diagrama empieza :	
	esperas							El diagrama termina :	
	almacen							Diagramado por :	
TOTAL								Revisado por :	
Distancia recorrida en Metros									

detalles del método	actual	<input type="checkbox"/>	
	propuesto	<input type="checkbox"/>	

No°	Elementos del equipo	ACTIVIDADES	RESUMEN					ACCION ACTUAL					CAMBIO	NOTA	
					<input type="checkbox"/>										
1					<input type="checkbox"/>										
2					<input type="checkbox"/>										
3					<input type="checkbox"/>										
4					<input type="checkbox"/>										
5					<input type="checkbox"/>										

Nota: La figura representa el formato para diagramar el mapa de procesos. Fuente: Los Autores

3.6. ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos, se aplicara mediante la técnica de medición por cronometro, de tal manera de obtener la situación real con la que se está produciendo actualmente, mediante la misma se determinará el ritmo de trabajo y el tiempo necesario para cumplir cada una de las actividades dentro del proceso de producción, para ello se tabuló los tiempos observados durante cada una de las actividades del proceso detalladas en los diagramas de flujo, para dicho estudio se seguirá la metodología propuesta por Meyers, (2000) para lo que se planteará el siguiente formato de tabulación de datos.

Figura 8 Formato estudio de tiempos

 FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPO													
Proceso (Tarea)													
Fecha:	Hora inicio:				Hora fin:				Elaborado por:				
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Tiempo normal	Tiempo Estándar
Total Ciclo (minutos)													

Nota: La figura representa el formato de estudio de tiempo, la cual permitirá conocer ellos tiempos normales y estándar del proceso productivo. Fuente: Los Autores

La Tabla 4 detalla la calificación de desempeño de los colaboradores mediante el sistema de Westinghouse, que consiste en el método de evaluación al personal operativo, considerando cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. (Niebel, 2009)

Tabla 4 Sistema Westinghouse para ponderación habilidades

Habilidades	+0.15	A1	Superior
	+0.13	A2	Superior
	+0.11	B1	Excelente
	+0.08	B2	Excelente
	+0.06	C1	Buena
	+0.03	C2	Buena
	0.00	D	Promedio
	-0.05	E1	Aceptable
	-0.10	E2	Aceptable
	-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala	
Esfuerzo	+0.13	A1	Excesivo
	+0.12	A2	Excesivo
	+0.10	B1	Excelente

	+0.08	B2	Excelente
	+0.05	C1	Bueno
	+0.02	C2	Bueno
	0.00	D	Promedio
	-0.04	E1	Aceptable
	-0.08	E2	Aceptable
	-0.12	F1	Mala
	-0.17	F2	Mala
Condiciones	+0.06	A	Ideal
	+0.04	B	Excelente
	+0.02	C	Bueno
	0.00	D	Promedio
	-0.03	E	Aceptable
	-0.07	F	Malo
Consistencia	+0.04	A	Perfecta
	+0.03	B	Excelente
	+0.01	C	Bueno
	0.00	D	Promedio
	-0.02	E	Aceptable
	-0.04	F	Mala

Nota. Se puede observar la puntuación establecida del sistema Westinghouse para calificación habilidades. Fuente: (Niebel, 2009)

A continuación, se detallan el sistema de suplementos por descanso y holguras (basado en el método de valoración objetiva con estándares de fatiga) como porcentaje de los tiempos normales, según lo establecido por la oficina internacional del trabajo de Estados Unidos (ILO, Internacional Labour Office, 1657).

Tabla 5 Suplementos y holguras recomendadas por ILO

A. Holguras constantes:	
1. Holgura personal	5
2. Holgura por fatiga básica	4
B. Holguras variables:	
1. Holgura por estar parado	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda	0
b) Incómoda (flexionado)	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado)	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5

35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado	0
b) Bastante abajo de lo recomendado	2
c) Muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino	0
b) Trabajo fino o exacto	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo	0
b) Intermitente: fuerte	2
c) Intermitente: muy fuerte	5
d) De tono alto: fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo	1
b) Espacio de atención compleja o amplia	4
c) Muy complejo	8
9. Monotonía:	
a) Baja	0
b) Media	1
c) Alta	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso	0
b) Tedioso	2
c) Muy tedioso	5

Nota. Se puede observar la calificación para los suplementos por descanso y holguras como porcentaje de los tiempos normales. Fuente: (Niebel, 2009).

Se analizarán los distintos sistemas y elementos en la planta de producción, como maquinaria y equipo, recurso mano de obra disponible, las técnicas y/o métodos empleados por los trabajadores y las herramientas que se utilizan durante la jornada de trabajo.

3.7. DIAGRAMA DE RECORRIDO

Para la elaboración del diagrama de recorrido actual y propuesto se realizó un levantamiento de la distribución física (Lay out) de los elementos de la planta, la cual se identificó las diferentes actividades para el proceso de fabricación del equipo

secadora industrial, así mismo se utilizó la información de las distancias recorridas generadas en los respectivos diagramas de proceso.

3.8. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (SLP)

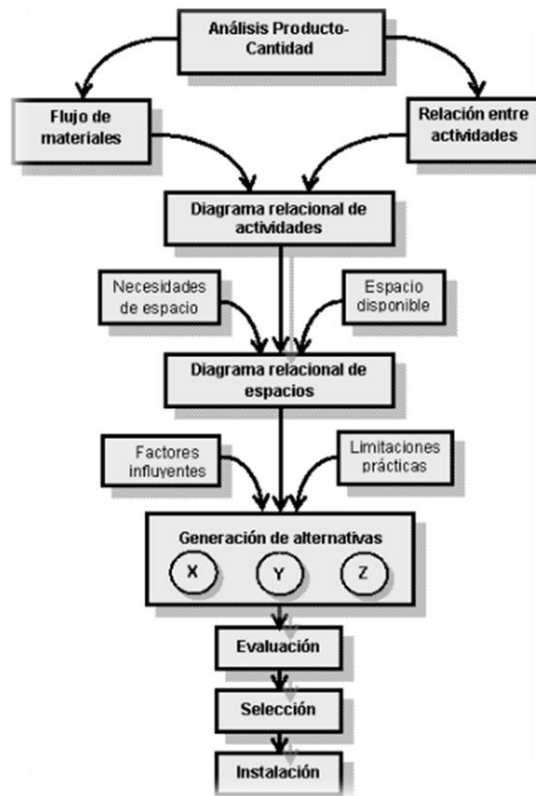
Basándose en la teoría aplicada por Moore en su libro: Plant Layout and Design, el método S.L.P., es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases, en una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas.

Tabla 6 Técnicas de Distribución de planta

1. RELACIÓN	Proximidad deseada o requerida entre máquinas o departamentos.
2. ESPACIO	Cantidad, clase y forma de los equipos a distribuir.
3. AJUSTE	Arreglo físico de los equipos en condiciones reales.

Nota: Esta técnica puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operaciones manufactureras y es igualmente aplicable a mayores o menores readaptaciones.

En la Figura 9, se describe las fases del modelo Systematic Plant Layout. Ver figura 9.

Figura 9 Esquema modelo S.L.P

Nota: se presenta el diagrama de recorrido de la técnica S.L.P, desde el análisis inicial del producto, hasta la instalación del modelo según las alternativas. (Moore, 1962)

4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

El proyecto se realizó con un enfoque cuali-cuantitativo, obteniendo datos numéricos correspondientes a un estudio de trabajo, análisis de productos que se fabrica, Layout de los procesos e indicadores que describe la optimización del proceso de producción de secadores artificiales de cacao, mediante la eliminación de los desperdicios basado en herramientas de Lean Manufacturing.

Los métodos utilizados para la recopilación de información fueron diagramas de flujos de procesos, donde se identificaron las actividades que intervienen en la fabricación del equipo de secado artificial de cacao, desde el ingreso de la orden de producción hasta la posterior entrega del equipo al cliente; también se consideró como principal fuente para el estudio, los tiempos de trabajo obtenidos para lograr así la determinación del tiempo estándar. Además, mediante la cuantificación de los procesos se determinó el tiempo Takt, tiempos disponibles, inventario, plazo de entrega y la demanda del producto para realizar un mapa de flujo de valor (VSM).

4.2. CRITERIO DE SELECCIÓN

La empresa dispone de 2 familias de productos que difiere acorde a los modelos, capacidades y al sistema de combustión del quemador que se fabrica para satisfacer la demanda del sector agrícola. La selección de criterios se estableció en secadoras con quemadores de combustión a GLP, que forman parte de los productos más vendidos por la empresa en la actualidad.

Las familias de productos son:

- Familia 1 (F1): Secadora rectangular
- Familia 2 (F2): Secadora circular

Se conoce que las secadoras se fabrican con similares características físicas, por lo que, para establecer el producto a estudiar, se estableció los criterios de selección del área a mapear, identificando los siguientes aspectos:

5. Volumen de venta: cantidad de equipos de secado artificial con mayor volumen de venta en los últimos 5 años.
6. Costo del Producto: El valor con respecto al costo de producción (costo de materiales y mano de obra directa, y costos indirectos de fabricación) necesario para la fabricación de maquinarias de secado artificial de cacao.
7. Lead Time (tiempo de ciclo, de entrega o de suministro): Es el tiempo total que se necesita para producir un equipo de secado artificial de cacao desde la emisión de la orden de trabajo, hasta obtener el producto ensamblado en planta del cliente.
8. Cantidad de actividades que participan: Es la cantidad de actividades que participan para la producción de cada secadora producida en la empresa.

En la Tabla 7 se detallan los 4 criterios de selección para identificar la familia de productos a mapear.

Tabla 7 Familia de productos a mapear.

Familia	Producto	Volumen de venta	Precio promedio	Lead time Días	Cantidad de actividades
1	Secadora rectangular 1,22 x 2,44, cap. 10 qq	11	\$ 2.912,00	6	163
1	Secadora rectangular 1,22 x 4,88, cap. 20 qq	37	\$ 4.032,00	8	163
1	Secadora rectangular 1,22 x 7,32, cap. 30 qq	3	\$ 5.040,00	8	163
1	Secadora rectangular 2,44 x 4,88, cap. 40 qq	1	\$ 6.160,00	10	163
1	Secadora rectangular 2,44 x 6,10, cap. 50 qq	3	\$ 7.392,00	12	163
1	Secadora rectangular 2,44 x 7,32, cap. 70 qq	0	\$ 9.520,00	12	163
1	Secadora rectangular 3,05 x 8,54, cap. 100 qq	2	\$ 11.760,00	15	163
1	Secadora rectangular 3,05 x 12,20, cap. 150 qq	0	\$ 16.240,00	16	163
2	Secadora circular \varnothing 2,70 m, cap. 25 qq	5	\$ 8.400,00	14	286
2	Secadora circular \varnothing 3,66 m, cap. 45 qq	31	\$ 11.760,00	16	286
2	Secadora circular \varnothing 4,27 m, cap. 60 qq	9	\$ 16.240,00	18	286
2	Secadora circular \varnothing 4,88 m, cap. 80 qq	13	\$ 19.600,00	20	286
2	Secadora circular \varnothing 6,05 m, cap. 100 qq	11	\$ 24.528,00	25	286
2	Secadora circular \varnothing 6,60 m, cap. 150 qq	30	\$ 30.800,00	25	286
2	Secadora circular \varnothing 7,32 m, cap. 200qq	4	\$ 36.960,00	30	286
2	Secadora circular \varnothing 7,81 m, cap. 250qq	2	\$ 43.680,00	30	286
2	Secadora circular \varnothing 8,50 m, cap. 300qq	9	\$ 50.400,00	31	286

Nota: Se puede observar la aplicación de 4 criterios para identificar la familia de productos y así establecer el VSM inicial. Fuente: Los Autores

La información de la Tabla 7, fue obtenida mediante datos históricos de la empresa, proporcionado por el equipo de producción y ventas.

Además, se estableció una ponderación a los criterios de estudio como se observa en la Tabla 8, siendo la valoración más alta el volumen de venta; por lo que la investigación se centra en el producto que guarda relación con la demanda, costo, tiempos y cantidad de actividades que participan en la producción.

Tabla 8 Ponderación de criterios para la toma de decisión

Criterios	Ponderación
Volumen de venta	10
Costo del Producto	9
Tiempo de fabricación del Producto	7
Cantidad de actividades que participan	5

Nota: La tabla presenta la ponderación para los 4 criterios para la toma de decisiones, la cual el volumen de venta tendrá mayor relevancia para el estudio. Fuente: Los Autores

Para valorar cada una de las alternativas frente a los 4 criterios de decisión que se establecieron, se asignó una escala de calificación sobre 5 puntos de la siguiente manera:

- a. 5 puntos = alto
- b. 4 puntos = sobre el promedio
- c. 3 puntos = promedio
- d. 2 puntos = debajo del promedio
- e. 1 punto = bajo.

En la Tabla 9 se detalla los valores establecidos para aspecto de decisión en cada uno de los modelos de secadoras industriales que se producen en la empresa de estudio:

Tabla 9 Ponderación de alternativas

Producto	Volumen de venta	Costo del producto	Tiempo de fabricación del Producto	Cantidad de actividades que participan
Familia 1: Secadora rectangular				
Secadora 1,22 x 2,44, cap. 10 qq	2	4	5	4
Secadora 1,22 x 4,88, cap. 20 qq	5	4	5	3
Secadora 1,22 x 7,32, cap. 30 qq	2	3	4	4
Secadora 2,44 x 4,88, cap. 40 qq	1	3	4	4
Secadora 2,44 x 6,10, cap. 50 qq	2	3	4	4
Secadora 2,44 x 7,32, cap. 70 qq	1	3	4	4
Secadora 3,05 x 8,54, cap. 100 qq	2	3	4	4
Secadora 3,05 x 12,20, cap. 150 qq	1	3	4	4
Familia 2: Secadora circular				
Secadora \varnothing 2,70 m, cap. 25 qq	2	5	5	3
Secadora \varnothing 3,66 m, cap. 45 qq	5	5	4	3
Secadora \varnothing 4,27 m, cap. 60 qq	3	3	3	3
Secadora \varnothing 4,88 m, cap. 80 qq	4	4	3	3
Secadora \varnothing 6,05 m, cap. 100 qq	3	4	3	3
Secadora \varnothing 6,60 m, cap. 150 qq	5	5	3	3
Secadora \varnothing 7,32 m, cap. 200qq	2	3	2	3
Secadora \varnothing 7,81 m, cap. 250qq	1	4	2	3
Secadora \varnothing 8,50 m, cap. 300qq	3	4	2	3

Nota: Se puede observar la valoración de los 4 criterios para las 2 familias de productos establecidas para el estudio. Fuente: Los Autores

Tabla 10 Resultado de la valoración de alternativas

Producto	Volumen de venta	Costo del producto	Tiempo de fabricación del Producto	Cantidad de actividades que participan	Total
Familia 1: Secadora rectangular					
Secadora 1,22 x 2,44, cap. 10 qq	20	36	35	20	111
Secadora 1,22 x 4,88, cap. 20 qq	50	36	35	20	141
Secadora 1,22 x 7,32, cap. 30 qq	20	27	28	20	95
Secadora 2,44 x 4,88, cap. 40 qq	10	27	28	20	85
Secadora 2,44 x 6,10, cap. 50 qq	20	27	28	20	95
Secadora 2,44 x 7,32, cap. 70 qq	10	27	28	20	85
Secadora 3,05 x 8,54, cap. 100 qq	20	27	28	20	95
Secadora 3,05 x 12,20, cap. 150 qq	10	27	28	20	85
Familia 2: Secadora circular					
Secadora \emptyset 2,70 m, cap. 25 qq	20	45	35	15	115
Secadora \emptyset 3,66 m, cap. 45 qq	50	45	28	15	138
Secadora \emptyset 4,27 m, cap. 60 qq	30	27	21	15	93
Secadora \emptyset 4,88 m, cap. 80 qq	40	36	21	15	112
Secadora \emptyset 6,05 m, cap. 100 qq	30	36	21	15	102
Secadora \emptyset 6,60 m, cap. 150 qq	50	45	21	15	131
Secadora \emptyset 7,32 m, cap. 200qq	20	27	14	15	76
Secadora \emptyset 7,81 m, cap. 250qq	10	36	14	15	75
Secadora \emptyset 8,50 m, cap. 300qq	30	36	14	15	95

Nota: la tabla representa la selección del producto de secadoras con quemadores de combustión a GLP. Fuente: Los Autores

Se tiene que en la familia 1 la Secadora rectangular 1,22 x 4,88, cap. 20 qq obtiene la mayor valoración con respecto a los 4 criterios, por lo consiguiente, será el producto seleccionado, en el cual se realizará un enfoque que permita establecer el VSM actual y futuro.

4.3. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Para efectos del presente estudio se aplicó el tipo de investigación de enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), lo cual permitió tener una visión más amplia del tema, y así como permitió verificar los resultados obtenidos de varias fuentes.

4.3.1. INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE MIXTO

- Cualitativa: Se analizó la situación actual de la empresa de estudio mediante VSM Estudio de tiempos, enfocado en el personal en las diferentes áreas de la cadena productiva, determinando las herramientas Lean Manufacturing aplicables al proceso de producción.
- Cuantitativa: Análisis de los resultados y nivel de implementación del modelo Lean Manufacturing, obtención del proceso cuello de botella en el estado actual de fabricación, identificación de materiales utilizados, recurso humano, métodos de trabajo y tiempos.

4.3.2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se llevó a cabo la investigación en la planta industrial, permitiendo describir el proceso actual de fabricación para la secadora artificial de cacao, los factores técnicos, metodologías de trabajo y desperdicios que afectan de manera directa en los tiempos y calidad en los procesos productivos.

4.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

4.4.1. MÉTODO APLICADO

El método aplicado se enfocó en una propuesta metodológica y en los resultados prácticos del conocimiento. Se trabajó con un VSM (mapa de la cadena de valor) de la situación actual de la empresa de estudio, en la cual se identificaron los desperdicios y actividades que no agregan valor al proceso de fabricación de secadoras industriales, lo que ayudó a una correcta elección de las herramientas Lean Manufacturing utilizadas para una mejora en el diseño del proceso productivo.

4.4.2. MÉTODO DEDUCTIVO

Se realizó un análisis de los resultados obtenidos mediante la información recopilada y la aplicación de las técnicas Lean, especificando las situaciones que impiden la eficiencia del proceso, así mismo se obtuvieron los resultados y el nivel de cumplimiento de los objetivos.

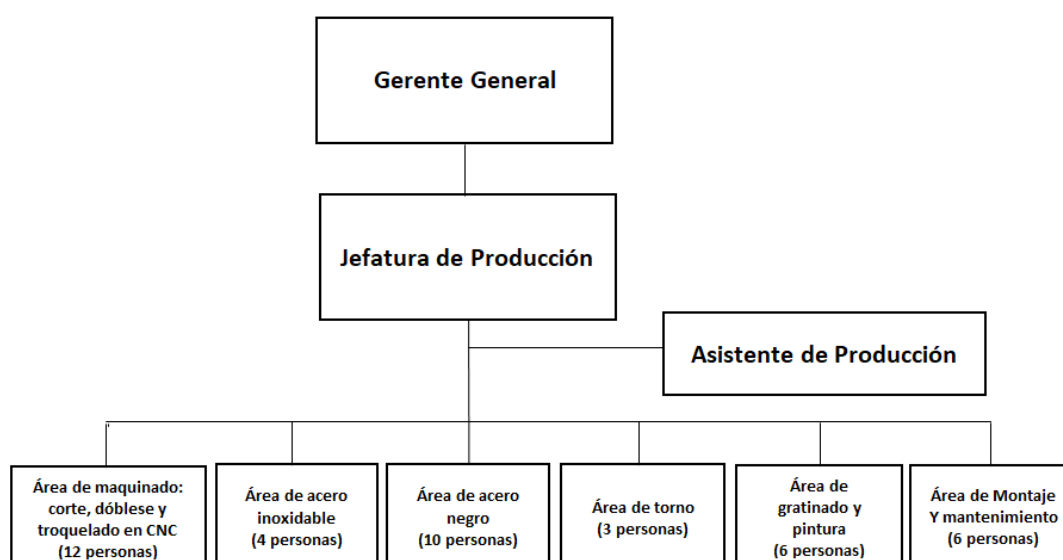
4.4.3. MÉTODO CORRELACIONAL

Este método permitió obtener una dimensión en cuanto a las herramientas de lean Manufacturing y su relación con la variable de control de desperdicios del proceso de producción de secadoras artificiales de cacao.

4.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objeto de estudio serán todos los procesos productivos de la organización, desde la recepción de materia prima hasta la entrega al cliente. La medición e identificación de procesos se realizó in situ, esto con el fin de determinar valores correspondientes a los tiempos de cada actividad, recursos (mano de obra), disponibilidad y plazos de entrega de los productos. Actualmente, se cuenta con 26 trabajadores; detallando las áreas del proceso de producción en el siguiente organigrama:

Figura 10 Organigrama parte Productiva



Nota: La Figura 10 presenta la distribución actual del recurso directo (MOD) e indirecto (MOI) involucrado dentro del proceso productivo de secadores de cacao. Fuente: Los autores.

4.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las fuentes empleadas fueron primarias, secundarias, referencias bibliográficas y estadísticas.

- Fuentes primarias: Históricos de producción, hojas de procesos, DPR, hojas de control, registros fotográficos.
- Fuentes secundarias: Bases de datos, Software AutoCAD, utilitarios de Microsoft Office.

Las técnicas e instrumentos de evaluación empleados para el desarrollo del presente caso de estudio fueron: fichas de observación para estudio del proceso de fabricación, mapa de flujo de valor (VSM), diagrama de flujo de procesos y estudio de tiempos para representar las actividades de fabricación de la secadora industrial, los cuales están descritos en los resultados del presente proyecto. Además, se utilizó herramientas como el análisis de ABC y Pareto para analizar los datos recolectados mediante los instrumentos antes mencionados.

4.7. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

Para un correcto análisis de la situación actual de la empresa caso de estudio, se realizaron visitas a la fábrica, observando in situ el proceso de producción y ensamble, logrando identificar tanto las actividades que agregan valor como las que generan un desperdicio, dentro de la elaboración del producto, obteniendo así cada uno de los procesos que conforman la producción de secadoras industriales para productos agrícolas.

En la búsqueda de un modelo simplificado del proceso productivo, se planteó la selección del producto o familias de productos a mapear mediante el VSM (mapa de cadena de valor). En el punto 4.1 se realizó la selección, que dio como resultado la

máquina Secadora rectangular industrial de 1,22 metros de ancho x 4,88 metros de largo, capacidad de 20 qq (quintales) de funcionamiento con combustión del quemador a GLP, tal como se describe en la Tabla 9. Una vez identificado el producto, se trabajó en el VSM de la situación actual. Para el levantamiento de VSM actual, se revisó la estructura del mismo desde la parte de proveedores y clientes, hasta llegar al proceso productivo, finalizando con las relaciones entre estos con la finalidad de identificar las actividades que no generan valor en el proceso productivo.

4.7.1. ANÁLISIS DE PROVEEDORES, CLIENTES, MATERIA PRIMA Y FLUJO DE INFORMACIÓN.

Como primer punto obtuvo el flujo de información, materiales, clientes y proveedores, para lo cual se tiene lo siguiente:

- La información entre la empresa y proveedores se maneja de forma electrónica (sistema informático interno ERP).
- Los requerimientos entre el cliente y la empresa es manejada por el departamento de ventas de forma electrónica, vía telefónica y mediante E-mail.
- La planificación de producción es mensual, dependiendo de la demanda y ordenes de compras.
- El supervisor de planta recibe órdenes de producción para cada semana.

En el **Anexo 1**, se presenta la materia prima correspondiente al producto: secadora rectangular 1,22 x 4,88, capacidad de 20 qq a combustión de quemador a glp. Esta información cuenta con especificaciones de cantidad: por unidad y por lote de 10 secadoras, la misma tiene una frecuencia de pedido ocasional y se utiliza para cubrir 1 semana de producción de secadoras rectangulares.

4.7.2. ANÁLISIS DE PROVEEDORES

Como principales proveedores, se presenta la Tabla 11, con nombre del proveedor y país de procedencia.

Tabla 11 Principales Proveedores

	PROVEEDOR	País de procedencia
1	DIPAC MANTA S.A.	ECUADOR
2	ELECTROLEG S.A.	ECUADOR
3	INDUSTRIA METALQUIMICA GALVANO MFP CLTDA	ECUADOR
4	IPAC S.A.	ECUADOR
5	IVAN BOHMAN C.A.	ECUADOR
6	MAQUINARIAS HENRIQUES C.A.	ECUADOR
7	ELECTROLEG S.A.	ECUADOR
8	PRODUCTOS METALURGICOS S.A.	ECUADOR
9	SERINTU S.A.	ECUADOR
10	FEHIERRO CIA. LTDA.	ECUADOR
11	HIVIMAR S.A.	ECUADOR

Nota: Se puede observar los principales proveedores de materia prima de la empresa caso de estudio. Fuente: Departamento de sistemas Confitico (información Dep. compras 2022)

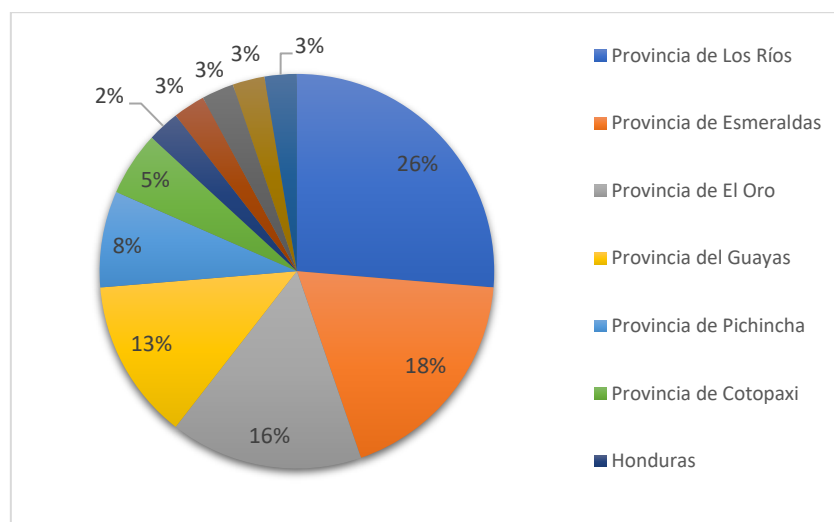
4.7.3. CLIENTES

Finalizado el proceso productivo, las secadoras industriales son almacenadas en una zona previamente destinada, cerca de la línea de ensamble, para posterior pasar a bodega de producto terminado. Los productos terminados son distribuidos según las órdenes de compra, a las principales provincias de país, quedando ordenadas de la siguiente forma, según valores proporcionados por la gerencia general, información que corresponde a ventas para dentro del periodo 2021.

Tabla 12 Ventas a nivel Nacional e Internacional

Provincias	Volumen Venta
Provincia de Los Ríos	10
Provincia de Esmeraldas	7
Provincia de El Oro	6
Provincia del Guayas	5
Provincia de Pichincha	3
Provincia de Cotopaxi	2
Honduras	1
Provincia de Bolívar	1
Provincia de Manabí	1
Provincia de Morona	1
Santiago	1
Santo Domingo	1
Total	38

Nota: Se puede observar el volumen de venta de secadoras cap. 20qq a nivel nacional e internacional en el año 2021. Fuente: Departamento de Ventas.

Figura 11 Ventas de secadoras industriales rectangulares cap. 20qq.

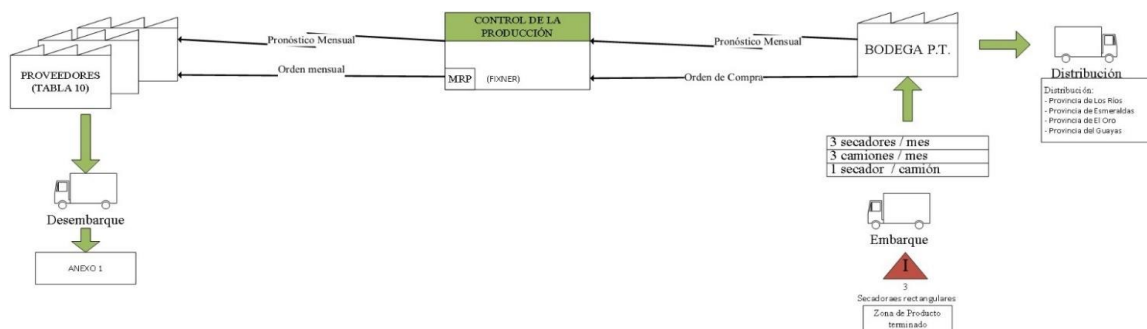
Nota: Se puede observar que el mayor volumen de venta de secadoras cap. 20qq en el año 2021 corresponde en la provincia de Esmeraldas. Fuente: Los Autores

La Figura 11 presenta una mayor concentración de ventas en la provincia de Los Ríos (26%), seguido en cantidades las provincias de Esmeraldas (18%) y El Oro (16%); siendo de esta manera las provincias de mayor concentración de ventas para la

máquina secadora rectangular, destinando un 61% de la producción anual de dicho secador.

Una vez concluido con la recolección de información tanto de clientes, proveedores, como sistemas de control y planeación de producción, se puede diagramar una primera parte del VSM, considerando el proceso para una demanda de 3 secadores mensuales, según el histórico presentado en la Figura 12.

Figura 12 VSM Disposición de proveedores, clientes, requerimientos de cliente, etc.




Nota: La Figura 12 representa el proceso actual tanto de proveedores como de clientes, se distinguen los pronósticos de producción y ventas, así como la logística del producto terminado (P.T.). **Fuente:** Los Autores

4.7.4. ESTADO ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.

Los procesos y actividades que se realizan en la producción de cada uno de los elementos del quipo secador rectangular 1,22 x 4,88, capacidad de 20 qq, de funcionamiento con combustión de quemador a GLP se muestran en la Figura 13, determinando la periodicidad con la que se realizan las actividades, identificando si son procesos frecuentes y ocasionales.

Figura 13 Identificación de actividades para producción del secador de cacao.

 FICHA DE OBSERVACIÓN											
Fecha de observación: Desde el 02/05/2022 hasta el 30/07/2022											
Observador: Autores del proyecto											
ACTIVIDADES / PROCESOS	PERIODICIDAD					IMPLICACIÓN DEL OBSERVADO					OBSERVACIONES
	CD	DA	F	O	N	DT	MA	AL	S	IT	
Troquelado de 2 Tool			X							X	
Estructuración de cama base				X				X			
Fabricación de bases para ruedas				X						X	
Estructuración de 4 esquineros para bandeja				X						X	
Fabricación de Base porta termómetro			X							X	
Conformación de bandeja de secado				X				X			
Fabricación de compuerta de limpieza			X					X			
Fabricación de 2 compuertas de descarga			X					X			
Fabricación de campana difusora de aire			X					X			
Fabricación de quemador GLP			X			X					
Fabricación de turbina centri fuga 2 Hp			X			X					
Proceso de pintura Electroestática			X					X			
Montaje de tablero Eléctrico				X					X		
Ensamble final de máquina secadora rectangular			X			X					
Observaciones Generales:											
Valoraciones:											
Recomendaciones:											
CD (cada día) DA (todos los días) F (frecuentemente) O (ocasionalmente) N (nunca) DT (dependencia total) MA (mucho ayuda) AL (ayuda limitada) S (supervisión) IT (independencia total) PC (podría colaborar pero no lo hace)											

Nota: La figura representa la ficha de observación de las actividades del proceso de fabricación de la secadora cap. 20 qq. Fuente: Los Autores

4.7.4.1. ESTUDIO DE TIEMPOS DE TRABAJO

Para la construcción del VSM de la situación actual, se realizó un estudio de tiempos, esto debido a que no existían registros de tiempos por actividad y procesos. Dicho esto, se obtuvo el estudio de tiempos de fabricación de los sistemas y elementos de la máquina secadora rectangular, partiendo con el método del cronómetro y registrado a través de hojas de trabajo estándar de cada parte del proceso. Los tiempos registrados fueron tomados en un turno de 8 horas laborales.

Los tiempos observados y anotados en los diagramas de procesos de la fabricación de la máquina Secadora rectangular 1,22 x 4,88, cap. 20 qq - quemador GLP fueron tabulados, se realizaron 10 observaciones a cada actividad, el número de observaciones se calculó mediante el método estadístico OIT (López, 2019), para lo cual se consideró un número previo de mediciones, el valor viene dado de la fórmula (3):

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x^2} \right)^2 \quad (3)$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

Se considera un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error de $\pm 5\%$.

Para el cálculo del tiempo estándar se consideró el desempeño demostrado por cada trabajador a través de la escala de Westinghouse en el momento de realizar las actividades y un 20% en tiempos suplementarios por descanso.

Realizado el estudio de tiempos en cada proceso, se obtuvo la siguiente tabla con los valores correspondientes al tiempo promedio observado y al tiempo estándar de cada proceso:

Tabla 13 Tiempo estándar de cada proceso.

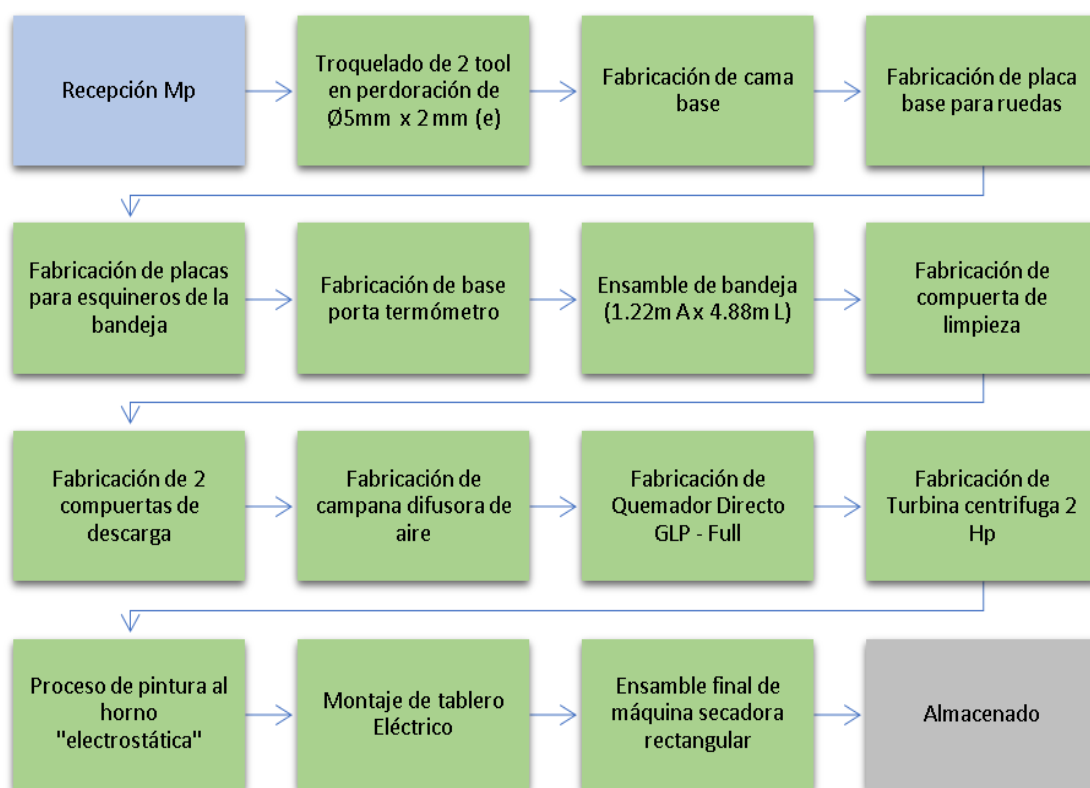
PROCESO	Tiempo Promedio (min)	Tiempo estándar (min)
Troquelado de Tool	249,51	248,01
Fabricación de cama base	180,72	204,86
Fabricación de placa base para ruedas	39,32	41,85
Fabricación de placas para esquineros de la bandeja	64,35	72,48
Fabricación de base porta termómetro	29,83	31,17
Ensamble de bandeja	363,84	376,06
Fabricación de compuerta de limpieza	90,26	96,01
Fabricación de compuerta de descarga	230,51	237,34
Fabricación de campana difusora de aire	225,55	237,78
Fabricación de Quemador Directo GLP - Full	433,72	432,06
Fabricación de turbina centrífuga 2 HP	911,93	936,16
Proceso de pintura al horno	255,93	280,53
Montaje de tablero Eléctrico	59,42	61,75
Ensamble final de máquina secadora rectangular	379,47	380,88

Nota: En la tabla 13 se presenta el resultado del estudio de tiempos realizado, una vista a detalle del cálculo se presenta en el anexo 2. Del estudio de tiempos se obtiene un tiempo estándar del proceso equivalente a 3636 minutos (7.57días) y un tiempo promedio de 3513 minutos (7.32 días). Fuente: Los autores

4.7.4.2. DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PRODUCTO

El estudio de tiempos aporato con la identificación de los procesos que forman parte de la fabricación de la secadora industrial, por lo que, mediante un DPR (Diagrama de recorrido de procesos), se identificó la secuencia y recorrido que sigue el producto desde el inicio del proceso hasta finalizar con el ensamble. La Figura 14 se detalla las operaciones correspondientes a la fabricación de la maquina secadora rectangular.






Figura 14 Secuencia de procesos.



Nota: La figura representa la secuencia del proceso de fabricación de la secadora industrial rectangular de 20qq desde la recepción de la materia prima hasta su almacenamiento. Fuente: Los Autores.

Del proceso antes descrito, se realizó los DPRs correspondientes (**Anexo 3**), obteniendo la siguiente tabla resumen de la fabricación del secador industrial:

Figura 15 Resumen DPR del proceso productivo.

Resumen		Actual		Propuesto	
		Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
	operaciones	89	2913,64		
	transportes	19	98,24		
	controles	17	304,26		
	esperas	23	113,67		
	almacen	15	84,11		
TOTAL		163,00	3513,93		
Actividades que agregar valor		116,00	3234,93		
Actividades que no agregan valor		56,00	471,56		
Distancia recorrida en Metros		450,00			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP	
Tarea: Resumen de actividades de DF	
<input checked="" type="checkbox"/> Personal	<input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza:	
El diagrama termina:	
Diagramado por: Autores	
Revisado por:	
Fecha: 9/1/2023	

Nota: Se observa en la tabla resumen, que el tiempo promedio total de fabricación corresponde a los 3513 min, de los cuales 471 min están destinados a actividades que no generan valor y se tiene 450 metros de recorrido del producto, correspondiente a transportes. Fuente: Los Autores.

En cuanto a identificación de desperdicios de Lean Manufacturing, se obtuvo a los transportes y esperas como puntos a tratar en el sistema productivo, ya que los transportes (**98.24 min**) y las esperas (**113.67min**) representan un 6% del tiempo total de producción, lo que su eliminación impactaría de manera directa al tiempo de entrega del producto.

Con respecto a las distancias recorridas, con la distribución de planta actual, el producto recorre **450m**, lo que significa mayor número de transportes y al igual que el punto anterior, una mejora en la distribución de los procesos tendría impacto directo en los tiempos de producción de cada actividad.

4.7.4.3. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA.

Concluido con el diagrama de recorrido del producto, se complementa con un LAYOUT, en el cual se muestra la secuencia que se logró determinar en los diagramas DPR, de esta manera se identificó por donde circula el producto y los cruces que se tiene con otros procesos, lo que ayudo en el desarrollo de la configuración ideal de la planta. Dentro de este proceso, la situación ideal corresponde a reducir los transportes, analizando espacios para una distribución de tal manera que las distancias de transporte sean menores.(Niebel, 2009)

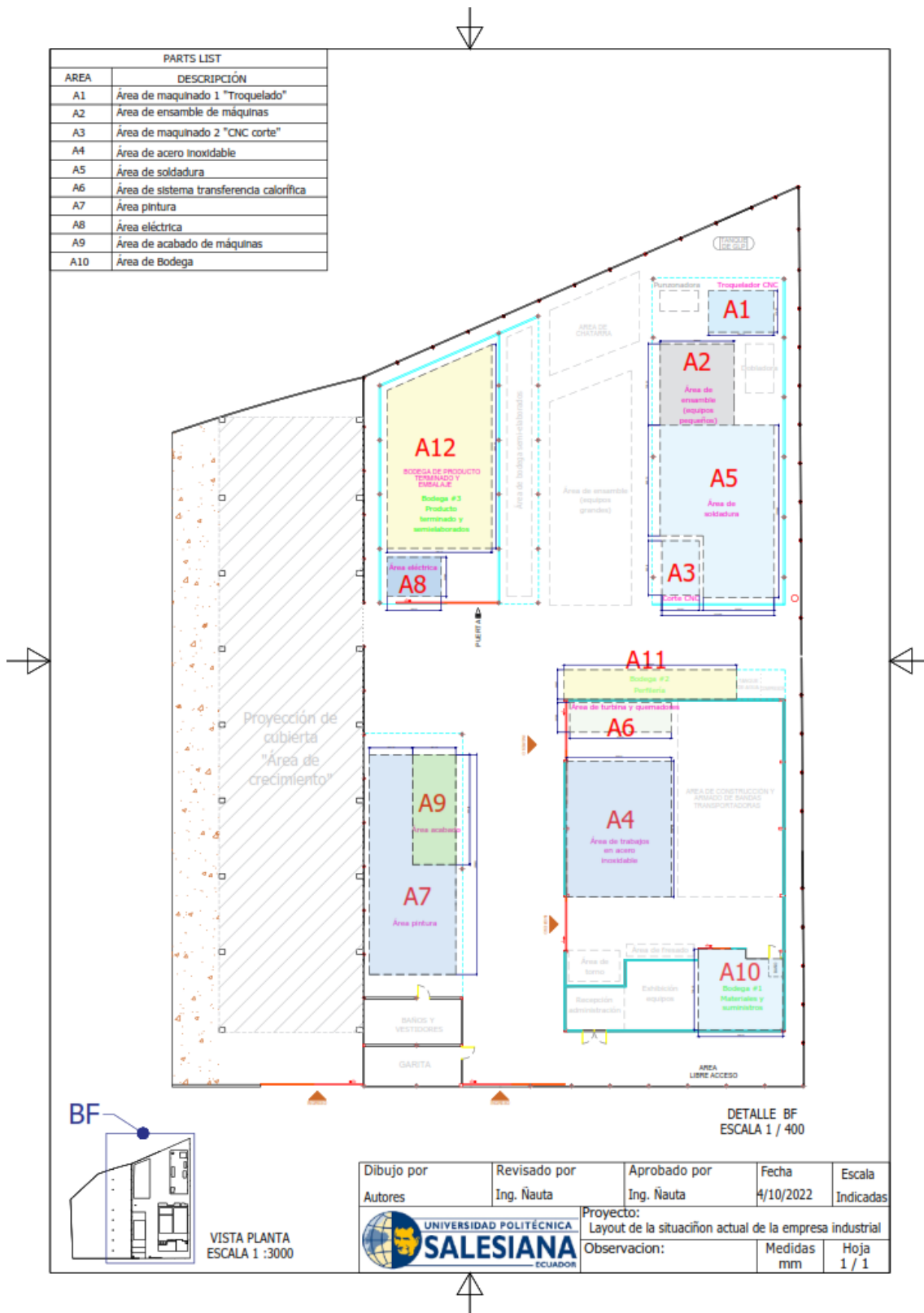
El diagrama de recorrido, Figura 17, se detalla las máquinas o áreas de proceso como se describe a continuación:

Tabla 14 Descripción de localización de la planta

Áreas del proceso		Descripción del proceso	
A1	Área de "Troquelado"	1	Troquelado de Tool
A2	Área de ensamble de máquinas	2	Fabricación de cama base
A3	Área de maquinado 2 "CNC corte"	3	Fabricación de placa base para ruedas
A4	Área de acero inoxidable	4	Fabricación de placas para esquineros
A4	Área de acero inoxidable	5	Fabricación de base porta termómetro
A5	Área de soldadura	6	Ensamble de bandeja (1.22m A x 4.88m L)
A5	Área de soldadura	7	Fabricación de compuerta de limpieza
A5	Área de soldadura	8	Fabricación de compuertas de descarga
A6	Área de sistema transferencia calorífica	9	Fabricación de campana difusora de aire
A6	Área de sistema transferencia calorífica	10	Fabricación de Quemador Directo GLP - Full
A6	Área de sistema transferencia calorífica	11	Fabricación de turbina centrífuga 2 Hp
A7	Área pintura	12	Proceso de pintura al horno "electrostática
A8	Área eléctrica	13	Montaje de tablero Eléctrico
A9	Área de acabado de máquinas	14	Ensamble final de máquina secadora
A10	Área de Bodega suministros	15	Despacho de suministro y motores
A11	Área de Bodega perfilería	16	Despacho de perfilería y tool
A12	Área de Bodega almacenamiento	17	Almacenamiento producto terminado

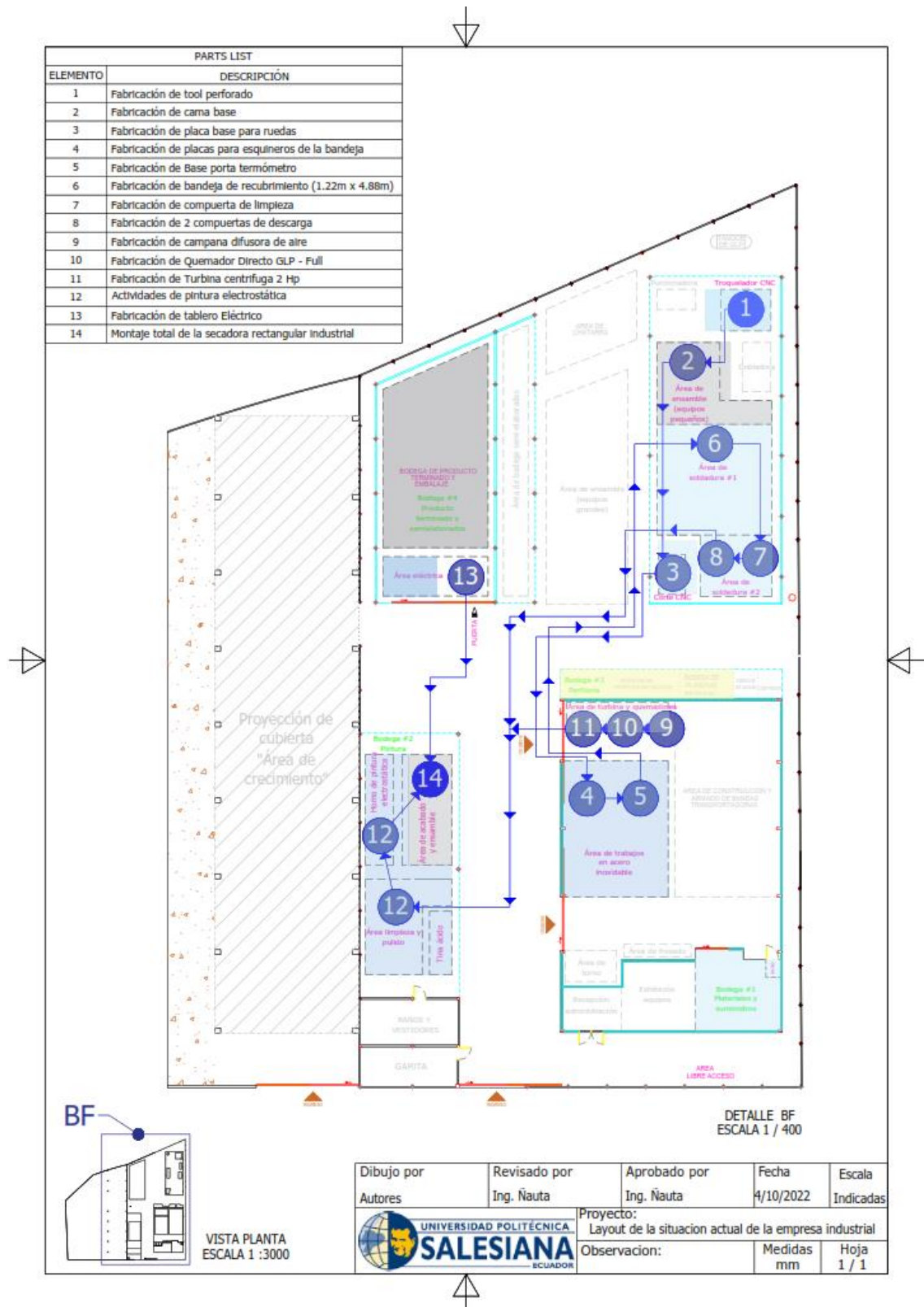
Nota: En la tabla se detalla la localización de los procesos que intervienen en cada área para la fabricación de la secadora rectangular de 20qq. Fuente: Los Autores

Figura 16 Localización del LAYOUT



Nota: Se puede observar la representación gráfica o Layout del recorrido de cada proceso para la fabricación de la secadora rectangular de 20qq. Fuente: Los Autores

Figura 17 LAY OUT – Diagrama de recorrido actual



Nota: Layout del recorrido de cada proceso para la fabricación de la secadora rectangular de 20qq. Fuente: Los Autores

En el diagrama de recorrido de la situación actual, existe una nula distribución de planta para la producción, se tienen varios procesos que se cruzan entre sí, García & Quesada, (2005) citan como principal objetivo de la distribución de planta “la obtención de un proceso eficiente mediante la correcta disposición física de los factores y elementos industriales que intervienen en el proceso de fabricación, para lo cual, la mejor distribución es la que ordena las áreas de trabajo o departamentos, de modo que cada proceso esté en el mismo orden o secuencia en el que se transforman, tratan o ensamblan los elementos que conforman el producto”.

4.7.5. VSM DEL ESTADO ACTUAL

Para diseñar el mapa de flujo de valor (VSM) se emplearon los datos recopilados del estudio de tiempo y diagramas DPR realizados al producto en estudio, así mismo a continuación se presenta el cálculo de las métricas del proceso productivo. Para lo cual ya se tiene identificado los procesos que intervienen en el sistema productivo.

Tabla 15 Proceso de producción de Secadora industrial rectangular.

Proceso	Unidades requeridas	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo Set Up (min)	Tiempo Total (min)
Troquelado de Tool	2	249,51	5	254,51
Fabricación de cama base	1	180,72	10	190,72
Fabricación de placa base para ruedas	4	39,32	5	44,32
Fabricación de placa para esquineros de la bandeja	4	64,35	5	69,35
Fabricación de base porta termómetro	1	29,83	5	34,83
Ensamble de bandeja (1.22m A x 4.88m L)	1	363,84	10	373,84
Fabricación de compuerta de limpieza	1	230,51	5	235,51
Fabricación de compuerta de descarga	2	230,51	5	235,51
Fabricación de campana difusora de aire	1	225,55	10	235,55
Fabricación de Quemador Directo GLP - Full	1	433,72	10	443,72
Fabricación de turbina centrifuga	1	911,5	13	924,5
Proceso de pintura al horno "electrostática	1	255,93	2	257,93
Montaje de tablero Eléctrico	1	59,42	5	64,42
Ensamble final de máquina secadora rectangular	1	379,47	15	394,47

Nota: Se puede observar los tiempos de ciclo y Set Up del proceso de fabricación de la secadora rectangular de 20qq. Fuente: Los Autores

La Tabla 15 presenta los procesos que conforman la producción de la modelo Secadora industrial rectangular, estos valores serán utilizados en el VSM como los procesos principales en el diagrama. Se puede observar que el proceso cuello de botella corresponde a la fabricación de la turbina centrifuga con un tiempo de 911,5 min, correspondiente al 25% del total del proceso.

Con la identificación de los procesos, las condiciones de trabajo para el estudio son:

- Jornada laboral de 8 horas diarias (480 min día, 9600 min mes)
- Demanda mensual de 3 unidades (secadores de cacao)
- Turnos: 1 Turno

Los procesos antes descritos, se diagraman siguiendo la secuencia productiva, colocando cada proceso en su respectiva casilla de procesos, así también se realiza el cálculo de los valores correspondientes a:

- Tiempo de ciclo (T/C)
- Tiempo de Set Up (T/CP)
- Número de operarios
- Tiempo Disponible (TD)
- Porcentaje de funcionamiento (%TF)
- Turnos

Para el VSM actual, se dispone de una demanda de 3 unidades mensuales, en un intervalo de tiempo comprendido de 20 días de producción (1 mes), con una jornada de trabajo correspondiente a 8 horas diarias, se trabajó con los tiempos promedios de las observaciones y mediciones in situ ; se determinó que el sistema productivo posee un flujo de producción con el sistema de pull (jalar), este sistema productivo es el más eficiente, ya que la demanda es la que inicia el flujo de materiales a lo largo de todo el sistema productivo (A. T. García & García, 2014).

Tabla 16 Indicadores del proceso de fabricación de la secadora rectangular

Proceso	N° Operarios	T/C (min)	T/CP (min)	TD (min)	T. Ocupación (min)	% TF
Troquelado de Tool	1	249,5	5	9600	748,53	7%
Fabricación de cama base	3	180,7	10	9600	542,16	5%
Fabricación de placa base para ruedas	1	39,3	5	9600	117,96	1%
Fabricación de placa para esquineros de la bandeja	1	64,4	5	9600	193,05	2%
Fabricación de base porta termómetro	1	29,8	5	9600	89,49	1%
Ensamble de bandeja (1.22m A x 4.88m L)	3	363,8	10	9600	1091,52	10%
Fabricación de compuerta de limpieza	1	230,5	5	9600	691,53	6%
Fabricación de compuerta de descarga	1	230,5	5	9600	691,53	6%
Fabricación de campana difusora de aire	1	225,6	10	9600	676,65	6%
Fabricación de Quemador Directo GLP - Full	1	433,7	10	9600	1301,16	12%
Fabricación de turbina centrifuga	1	911,5	13	9600	2734,5	25%
Proceso de pintura al horno "electrostática	2	255,9	2	9600	767,79	7%
Montaje de tablero Eléctrico	1	59,4	5	9600	178,26	2%
Ensamble final de máquina secadora rectangular	3	379,5	15	9600	1138,41	10%

Nota: Se representa los indicadores claves para controlar y mejora el proceso, los cual son; T/C: Tiempo de ciclo; T/CP: tiempo de set up; TD Disponibilidad: tiempo disponible por turno; %TF: porcentaje de funcionamiento. Fuente: Los Autores

Tabla 17 Indicadores del proceso con el número total de operarios.

Proceso	N° Operarios	TC (min)	TCP (min)
Troquelado de Tool	1	249,51	5
Fabricación de cama base	3	180,72	10
Fabricación de placa base para ruedas	1	39,32	5
Fabricación de placas para esquineros de la bandeja	1	64,35	5
Fabricación de base porta termómetro	1	29,83	5
Ensamble de bandeja (1.22m A x 4.88m L)	3	363,84	10
Fabricación de compuerta de limpieza	1	230,51	5
Fabricación de compuertas de descarga	1	230,51	5
Fabricación de campana difusora de aire	1	225,55	10
Fabricación de Quemador Directo GLP - Full	1	433,72	10
Fabricación de turbina centrifuga	3	911,5	13
Proceso de pintura al horno "electrostática	2	255,93	2
Montaje de tablero Eléctrico	1	59,42	5
Ensamble final de máquina secadora rectangular	3	379,47	15
Total	23	3654,18	105
Tiempo de producción (minutos)		3759,18	

Nota: Se representa el número de operarios de cada proceso con los indicadores TC: Tiempo de ciclo, y TCP: tiempo de set up. Fuente: Los Autores

De la Tabla 17 se tiene que el tiempo que demora en producirse 1 secadora es de **3759,18 min**, con un total de 23 operarios, tanto en manufactura como en línea de ensamble.

Tabla 18 Tiempo takt Time y Tiempo Lead Time.

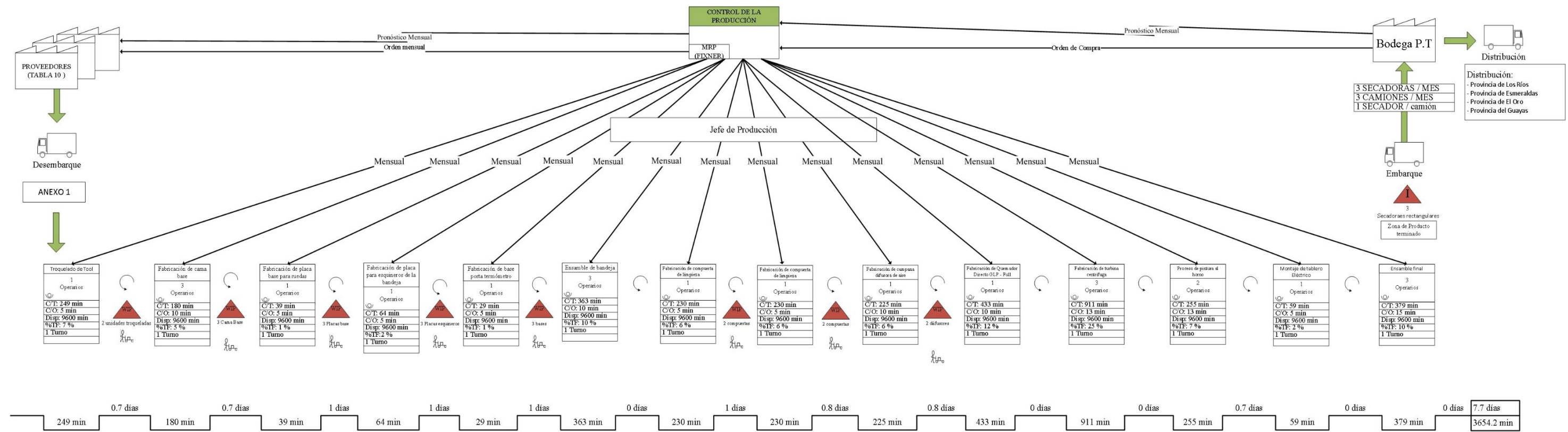
Proceso	TD (min)	% TF	Inventario	Tack Time (min)	Lead Time (min)
Troquelado de Tool	9600	8%	2		0,7
Fabricación de cama base	9600	6%	2		0,7
Fabricación de placa base para ruedas	9600	1%	3		1,0
Fabricación de placa para esquineros de la bandeja	9600	2%	3		1,0
Fabricación de base porta termómetro	9600	2%	3		1,0
Ensamble de bandeja (1.22m A x 4.88m L)	9600	11%	0		0,0
Fabricación de compuerta de limpieza	9600	3%	3	3200	1,0
Fabricación de compuerta de descarga	9600	7%	2		0,8
Fabricación de campana difusora de aire	9600	7%	2		0,8
Fabricación de Quemador Directo GLP - Full	9600	14%	0		0,0
Fabricación de turbina centrífuga	9600	18%	0		0,0
Proceso de pintura al horno "electrostática	9600	8%	2		0,7
Montaje de tablero Eléctrico	9600	2%	0		0,0
Ensamble final de máquina secadora rectangular	9600	12%	0		0,0
Total				3200	7,7

Nota: Se representa el Tiempo takt Time y Tiempo Lead Time del proceso de fabricación de secadora rectangular de 20qq. Fuente: Los Autores

De la Tabla 18 se tiene como resultado que el tiempo takt time del proceso, es de 3200 minutos, es decir, corresponde al tiempo en el que se debe satisfacer la demanda, así, de la misma manera del cálculo del tiempo lead time se obtuvo como resultado 7.7 días, mismo que hace referencia al tiempo transcurrido desde que se genera la orden de compra hasta que se entrega el producto al cliente, por lo que según los valores obtenidos, no se logra cumplir la demanda mensual, existe un retraso en la producción equivalente a 3 días.

Una vez concluida la recopilación de información, el diagrama del VSM Actual quedaría de la siguiente manera:

Figura 18 VSM Actual



Nota: La Figura 18 representa el VSM actual del proceso de fabricación de 1 secadora rectangular de 20qq.

Fuente: Los Autores

La Figura 18 presenta el VSM del estado actual del proceso de manufactura y ensamble del modelo de secadora industrial rectangular de 1,22 m (a) x 4,88 m (L) para cacao capacidad 20 qq - Quemador combustión GLP. El VSM actual, trabaja una vez emitida la orden de producción con un sistema make to order, se empieza con la fabricación del modelo, la cual previamente se considera la recepción y distribución de la materia prima desde la bodega de materia prima hasta los diferentes procesos para realizar el troquelado de tool, cama base, base para rueda, placa esquinero, base termómetro, ensamble de bandeja de secado, compuerta de limpieza y descarga, campana, quemador, turbina, proceso de pintura, tablero eléctrico, y montaje final de todos los elementos; para posterior colocar el producto terminado en un área destinada luego de la línea de ensamble.

El VSM actual presentado en la Figura 18, muestra un tiempo de procesamiento de **3654.2 minutos (60.90 horas; 7.61 días)** para la salida de la primera secadora, desde que el producto entra al proceso de perforado hasta que termina en la línea de ensamble, se tiene además que el tiempo real de entrega basándose en el inventario en días o el lead time es de **7.7 días**.

De esta forma queda detallado el VSM actual para la producción de Secadora industrial rectangular de 1,22 m (a) x 4,88 m (L) para cacao capacidad 20 qq - Quemador combustión GLP; empresa del sector metalmecánico, representado de esta manera un estado muy próximo al real sobre la producción de la planta.

4.7.5.1. INDICADORES VSM

Ya con el mapeo de flujo de valor del estado actual, se presentan como indicadores al tiempo de ciclo, mismo que indica el tiempo de producción de una secadora rectangular industrial y el tiempo takt time que indica el ritmo con el que se debe producir una secadora rectangular industrial para satisfacer la demanda del cliente de forma exacta.

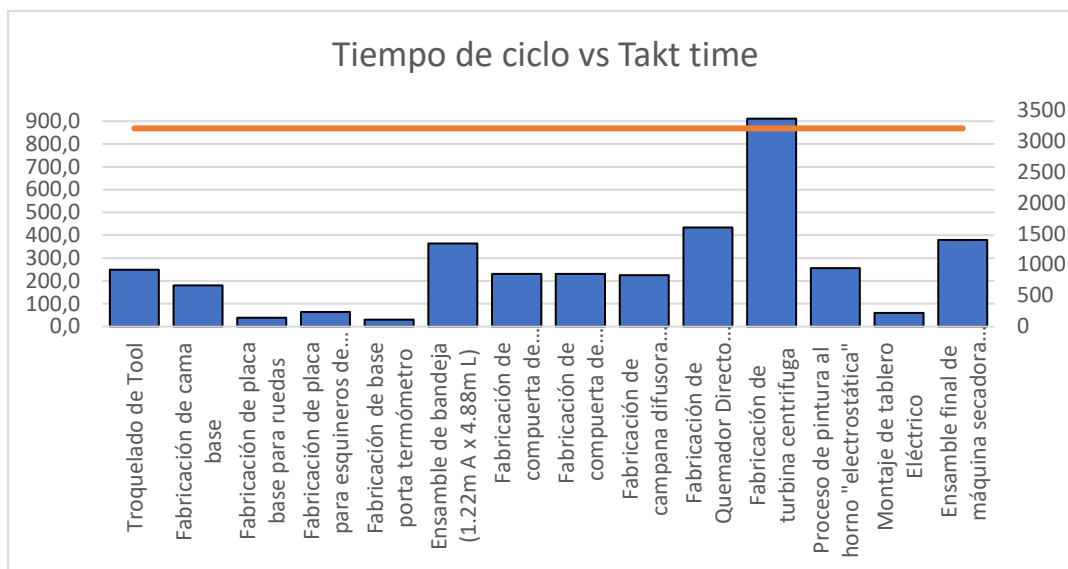
Tabla 19 Procesos, C/T, Takt time; estado actual

Proceso	TC (min)	Tack Time (min)
Troquelado de 2 Tool	249,5	3200
Fabricación de cama base	180,7	3200
Fabricación de placa base para ruedas	39,3	3200
Fabricación de placas para esquineros de la bandeja	64,4	3200
Fabricación de base porta termómetro	29,8	3200
Ensamble de bandeja (1.22m A x 4.88m L)	363,8	3200
Fabricación de compuerta de limpieza	230,5	3200
Fabricación de 2 compuertas de descarga	230,5	3200
Fabricación de campana difusora de aire	225,6	3200
Fabricación de Quemador Directo GLP - Full	433,7	3200
Fabricación de turbina centrífuga 2 Hp	911,5	3200
Proceso de pintura al horno "electrostática	255,9	3200
Montaje de tablero Eléctrico	59,4	3200
Ensamble final de máquina secadora rectangular	379,5	3200

Nota: Se observa un tiempo Tack time de 9600 minutos para el proceso de fabricación de 1 secadora rectangular de 20 qq. Fuente: Los Autores.

De la Tabla 19 se obtiene el grafico de comparación del tiempo de ciclo de cada proceso con el takt time, dando como resultado la figura:

Figura 19 Tiempo de ciclo Vs. Tack Time, estado actual.



Nota: En la gráfica se presenta la comparación del tiempo de ciclo de cada proceso con el takt time, el eje horizontal derecho presenta los valores correspondientes al tiempo takt, mientras que en el eje horizontal izquierdo se presentan valores de tiempo correspondientes al tiempo de ciclo. Fuente: Los Autores.

En la figura 19 se puede distinguir claramente que el proceso correspondiente a la fabricación de la turbina centrífuga, posee un T/C muy elevado (911.5min) en comparación a las otras actividades, por lo que se convierte en el cuello de botella del sistema productivo actual representando el 26% del tiempo total de producción.

Las actividades en su mayoría se encuentran por debajo del takt time, por lo que, para llegar a satisfacer la demanda de los clientes se tiene la restricción del cuello de botella.

Se analizaron todas las actividades correspondientes a cada proceso, buscando eliminar, unificar o separar actividades representadas en Lay Out (actual) con el fin de optimizar tiempos, el análisis se llevó a cabo para todos los procesos, desde trazado, corte hasta el ensamble, por lo tanto, se requiere diseñar un puesto de trabajo en el que los procesos deben encontrarse próximos al takt time, siendo este el estado ideal de producción.

4.7.5.2. DESPERDICIOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO.

Con la elaboración de VSM actual, se identificaron los desperdicios dentro del sistema productivo, de la tal manera que se puedan generar estrategias para la reducción de desperdicios, inventarios en proceso, tiempos de entrega, etc. La identificación de desperdicios se realizó in situ, mediante observación de los procesos e intercambio de ideas entre los operadores y jefes de producción se logró determinar de mejor manera los desperdicios y así identificarlos dentro de cada proceso dentro de la línea de producción de los secadores de cacao.

Los desperdicios identificados se los presentaran de manera gráfica dentro del VSM del estado actual; iniciando en el desembarque de materia prima, siguiendo la secuencia de producción desde el troquelado hasta el ensamble final y posterior distribución a los clientes.

Una vez finalizada la identificación en la línea de producción, se obtuvo lo siguiente:

- **Cuello de botella**

En la tabla 13, se presenta el resultado del estudio de tiempos realizado en el proceso, del cual, se obtiene que el proceso (11), correspondiente a la Fabricación de turbina centrífuga, posee un tiempo de procesamiento igual a 911.93 minutos, lo que corresponde al **25.95%** del tiempo total de producción, convirtiéndose de esta manera en la restricción del sistema productivo, por lo que, se prestara atención a las actividades de dicho proceso en busca de oportunidades de mejora. (Goldratt, 2010)

- **Transporte de Materia Prima:**

La materia prima presentada en el Anexo 1, es almacenada en distintos puntos dentro de la planta, lo cual representa un tiempo adicional de transporte de la materia prima desde dichas ubicaciones hasta los distintos puntos de producción.

La empresa cuenta actualmente con 4 ubicaciones para el almacenamiento de materia prima; estas bodegas se encuentran a una distancia considerable con respecto a cada estación de trabajo.

Figura 20 Bodega de materiales y suministros



Nota: Estado actual de bodega de materiales y suministros, evidenciando la carencia de un sistema de orden. Fuente: Los autores

Figura 21 Bodega de pintura



Nota: Estado actual de bodega de elementos de pintura y acabados, evidenciando la carencia de un sistema de orden. Fuente: Los autores

Figura 22 Bodega de Tubos y Perfilaría



Nota: Estado actual del almacenamiento de tubería y hierro, evidenciando la carencia de un sistema de orden. Fuente: Los Autores

De los 14 procesos existentes en la producción de la secadora artificial de cacao, se tiene, que en cada uno de los procesos hay una actividad dedicada al transporte de materia prima, misma que se convierte en un desperdicio, ya que no genera valor en el producto.

La tabla 20, presenta las actividades dentro de cada uno de los 14 procesos, que contiene el desperdicio generado por transportes.

Tabla 20 Desperdicios de transporte generados por bodega.

Proceso	Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)
1	Traslado de 2 Tool desde las perchas de bodega a máquina	20	2,07
2	Traslado de perfilería desde las perchas de bodega al área de trabajo.	25	8,13
3	Traslado de Tool 4mm desde las perchas de bodega al área de trabajo.	10	2,13
4	Traslado de Tool 1.5mm desde las perchas de bodega al área de trabajo.	10	3,20
5	Traslado de Tool 2 mm Ace. Inox. Desde las perchas de bodega al área de trabajo.	5	2,10
6	Traslado de Tool laminado desde perchas de bodega al área de doblado.	15	3,96
7	Traslado de perfilería desde las perchas de bodega al área de trabajo.	15	4,07
8	Traslado de perfilería y Tool H.N. desde las perchas de bodega al área de trabajo.	20	4,05
9	Traslado de perfilería y tool desde las perchas de bodega al área de trabajo.	10	5,13
10	Transporte de parte/piezas del sistema	15	2,97
11	Transporte de parte/piezas del sistema	12	4,16
12	Transporte de parte/piezas del sistema	15	2,97
13	Traslado de materiales para tablero eléctrico	20	2,00
14	Transporte de sistemas, elementos, partes y piezas de la secadora	25	15,05
TOTAL		217	62,00

Nota: Actividades que generan desperdicio, correspondiente a transporte. Fuente: Los Autores

De la Tabla 20, se obtiene un valor de transporte de **217 metros (48.22% de la distancia total recorrida en todo el proceso productivo)**, al que le corresponde **62**

minutos de tiempo dedicado exclusivamente al traslado de materia prima desde bodega hasta cada una de las áreas, mismo trabajo que es realizado por los operarios de cada sección lo cual de manera indirecta también produce un desperdicio correspondiente a esperas.

- **Carencia de un sistema de orden y limpieza.**

Durante las visitas a la empresa caso de estudio, fue común observa la carencia de un sistema que controle el orden y limpieza dentro de las áreas de trabajo, lo que, era caso de todos los días el que producto en proceso, herramientas, scrap y otros elementos ajenos a la producción se encuentren en el piso, sobre mesas de trabajo, o en ubicaciones que ponen en riesgo tanto a la maquinaria como al personal que la opera. Esta falta de un orden interno es el generador de varios desperdicios, mismos que pueden ser:

1. Esperas
2. Transportes innecesarios
3. Movimientos incensarios

Este punto se considera de gran importancia para la empresa, lo que citando el punto 3.1., al atacar este problema, se podrá mejorar considerablemente el flujo productivo, por el hecho de que en una planta ordenada es más fácil visualizar los problemas.

Figura 23 Falta de Orden y Limpieza dentro del proceso de producción

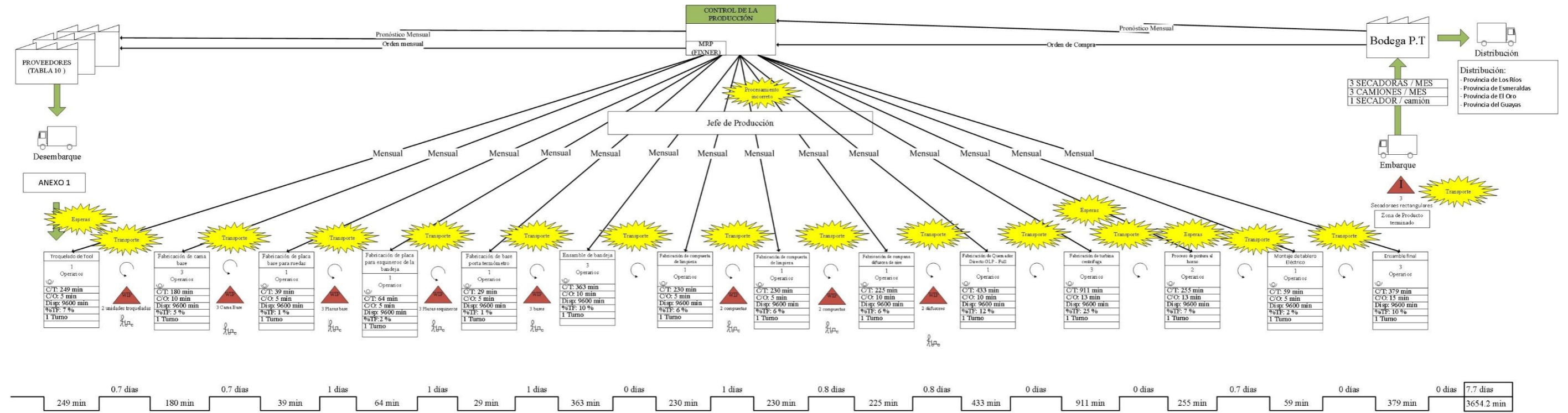




Nota: Carencia de un sistema de orden y limpieza. Fuente: Empresa caso de estudio

Una vez concluido con el proceso de identificación de problemas/errores/desperdicios en la línea de producción correspondiente a la fabricación del secador de cacao, se elabora el VSM de errores, en el cual se identifica las posibles opciones de mejora, quedando de la siguiente forma (**Figura 24**):

Figura 24 VSM actual, identificación de desperdicios.



Nota: VSM del proceso actual con identificación de errores dentro de cada proceso de construcción del secador de cacao. Fuente: Los Autores

Realizado el análisis del VSM con la identificación de desperdicios del punto anterior, se toma como referencia la metodología utilizada por Solís (2021), en la **Tabla 2**, para lo cual, para cada desperdicio identificado se tienen las técnicas Lean Manufacturing para corregirlos o eliminarlos.

Tabla 21 Desperdicios y herramientas Lean Manufacturing

Desperdicios detectados	Desperdicio Correspondiente	Herramienta Lean Manufacturing
Transporte de materia prima (bodega)	Transporte	VSM Distribución de planta,
Limitado espacio para la producción (Cuello de botella)	Movimientos innecesarios	5 S's, VSM
Operadores con tiempos muertos (generado por bodega)	Esperas	VSM, 5 S's
Estaciones de trabajo desordenadas	Movimientos innecesarios Esperas	5 S's, VSM

Nota: Se detalla los problemas detectados en el proceso y las herramientas Lean Manufacturing para eliminar los desperdicios presentes. Fuente: Los Autores

En la Tabla 21 se representa los desperdicios más recurrentes identificados en el proceso de producción del secador de cacao, las principales mudas o desperdicios son por movimientos innecesarios, esperas y transportes, las herramientas lean Manufacturing que tratan estos desperdicios, según la tabla, son:

- VSM
- Distribución de planta
- 5S

Se puede apreciar que la principal herramienta para el tratamiento de desperdicios del presente caso de estudio corresponde al VSM, con lo que se solidifica aún más la selección de dicha herramienta para análisis de situación actual y posterior situación futura; seguido de esta, se tiene a la herramienta 5 S, misma que servirá de apoyo para atacar errores correspondientes a transportes y movimientos innecesarios por lo que va de la mano con la última herramienta que se utilizara en el caso de estudio, la cual corresponde a una distribución de planta para conseguir un diseño óptimo de la

planta, de esta manera se plantea un diseño de la planta de producción, de tal manera que se obtenga un flujo continuo de producto reduciendo al mínimo los desperdicios expuestos en la Figura 24.

4.7.5.3. ÍNDICE DE RENTABILIDAD DE LA PROPUESTA

Una vez realizado el análisis del estado actual del proceso productivo en la empresa caso de estudio, se procede al estudio de costo beneficio para determinar la viabilidad del proyecto. El presente análisis financiero se lo realiza en base a las ganancias o beneficios que se obtendrá de la reducción del tiempo ciclo (actual Vs optimizado) con respecto al costo de la nueva distribución de planta y la propuesta de implementación de la filosofía 5S.

Mediante el análisis del VSM de la situación actual se identificó el tiempo de ciclo del proceso de fabricación de una secadora rectangular de capacidad 20 quintales, por lo que permite calcular la capacidad de la línea en base a la jornada de 8 horas diarias (9600 min al mes). En la Tabla 22 se detalla las ventas anuales del periodo 2021, los cuales permitirán realizar un estudio financiero en base al beneficio que se obtendrá después de reducir o eliminar los desperdicios del proceso productivo, y así generar beneficios o utilidades a la empresa caso de estudio.

Tabla 22 Análisis de venta actual del equipo secador de cacao

Producto	Tc (min)	Capacidad (U/mes)	Precio promedio	Venta Mensual	Ventas Anual
Secadora rectangular 1,22 x 4,88, cap. 20 qq	3654,18	2,63	\$4.032,00	\$10.592,58	\$127.110,98

Nota: La tabla adjunta representa la capacidad de venta anual del equipo secador industrial de capacidad 20 qq correspondiente al periodo 2021. Fuente: Los Autores

Con la aplicación del VSM de mejoras se pretende optimizar el tiempo de ciclo (Tc) de la situación actual, lo cual permite realizar un análisis financiero con respecto a la capacidad de producción mejorada de unidades al mes.

El análisis financiero se lo realizo con una proyección de incremento del 5% en ventas del equipo secador industrial para los siguientes 3 años, lo cual la gerencia de la empresa caso de estudio lo determinó como escenario realista.

4.7.5.4. COSTO DE IMPLEMENTACIÓN HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING

Para analizar la factibilidad de implementación de la herramienta 5S se presentó un plan de implementación al gerente administrativo, la cual se estableció que la empresa producirá sus propias herramientas de trabajo mediante la dirección técnica y experiencia de los tesisistas del presente trabajo en la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.

Se realizó un presupuesto detallado para la implementación de la metodología 5S y la distribución de planta de la alternativa 3 (ver Anexos: 4, 5 y 6). Para realizar el presupuesto se detalló el costo de los recursos humanos y materiales necesarios para la implementación de las siguientes metodologías.

Tabla 23 Costo de la propuesta nuevo sistema productivo.

METODOLOGÍA	RECURSOS	COSTO
S. Productivo; Filosofía 5S	Humano	\$ 4.588,25
	Materiales (ANEXO)	\$ 48.90
Lay Out	Humano, materiales, y máquina	\$ 14.196,50
	Inversión Total	\$ 14.453,65

Nota: Se puede observar el presupuesto total de los recursos humanos y materiales para implementar la metodología 5S y el Lay Out de la alternativa 3. Fuente: Los Autores

En la Tabla 23 se detalla el costo de inversión para implementar la metodología 5S y el Lay Out de la alternativa 3, la cual consta de costo de recursos humanos, materiales y máquina, entre los cuales dan como resultado un costo total de \$ **14.453,65**. El presupuesto presentado está basado en presentar una mejora en el cuello de botella, misma que será replicada al resto del sistema productivo.

4.7.5.5. INDICADORES DE EVALUACIÓN

Para el presente análisis se utilizó tres indicadores para evaluar un proyecto, son valor actual neto o valor presente neto (VAN); el índice de redeviabilidad (IR) o relación costo beneficio (R C/B); y la Tasa Interna de Retorno o Tasa de Rendimiento (TIR).

Así mismo se utilizará una tasa de descuento la cual es una tasa interbancaria considerada cuando un solicitante de fondos va a pedir prestado. Dicha tasa para proyectos de inversión para PYMES es conocida como Costo de Capital o Tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA), que para este caso se consideró en el estudio financiero y es del 15,60%, según la política monetaria-crediticia 2023, de la codificación de regulaciones del Banco Central del Ecuador. A esta tasa nos estaremos refiriendo de aquí en adelante.

La propuesta de implementación será sometida a la evaluación de cada uno de los criterios que se describen a continuación:

- $VAN \geq \$0$, se acepta el proyecto de lo contrario se rechaza.
- $TIR \geq trema$ (15,60%), se acepta el proyecto de lo contrario se rechaza.
- $C/B \geq 1$, se acepta el proyecto de lo contrario se rechaza.

En donde:

VAN (valor actual neto), consiste en comparar las ganancias esperadas contra los desembolsos necesarios en términos de su valor equivalente en ese momento.

TIR (tasa interna de retorno), consiste en encontrar la tasa de rendimiento tomando en consideración que el dinero tiene un costo a través del tiempo.

B/C (Costo-beneficio o índice de rentabilidad), este parámetro nos indica el rendimiento que el proyecto nos arroja por cada dólar invertido.

4.8. PROPUESTA DEL NUEVO PROCESO DE PRODUCCIÓN

Ya con la situación actual definida, se realizan las siguientes propuestas:

4.8.1. MEJORA DEL CUELLO DE BOTELLA DEL PROCESO PRODUCTIVO

Una vez realizado el análisis de la situación actual del proceso, tanto con estudio de tiempos, diagramas de recorrido del producto y el VSM actual, se logró obtener de manera real el funcionamiento del proceso productivo.

La propuesta de mejora empezará por el proceso cuello de botella, correspondiente a la Fabricación de 1 turbina centrífuga de 2HP ya que según Goldratt, (2010), al conseguir una mejora en el cuello de botella del sistema, aumentara la capacidad productiva dentro de todo el sistema, dicho esto, para el proceso cuello de botella del sistema productivo se propone las siguientes acciones:

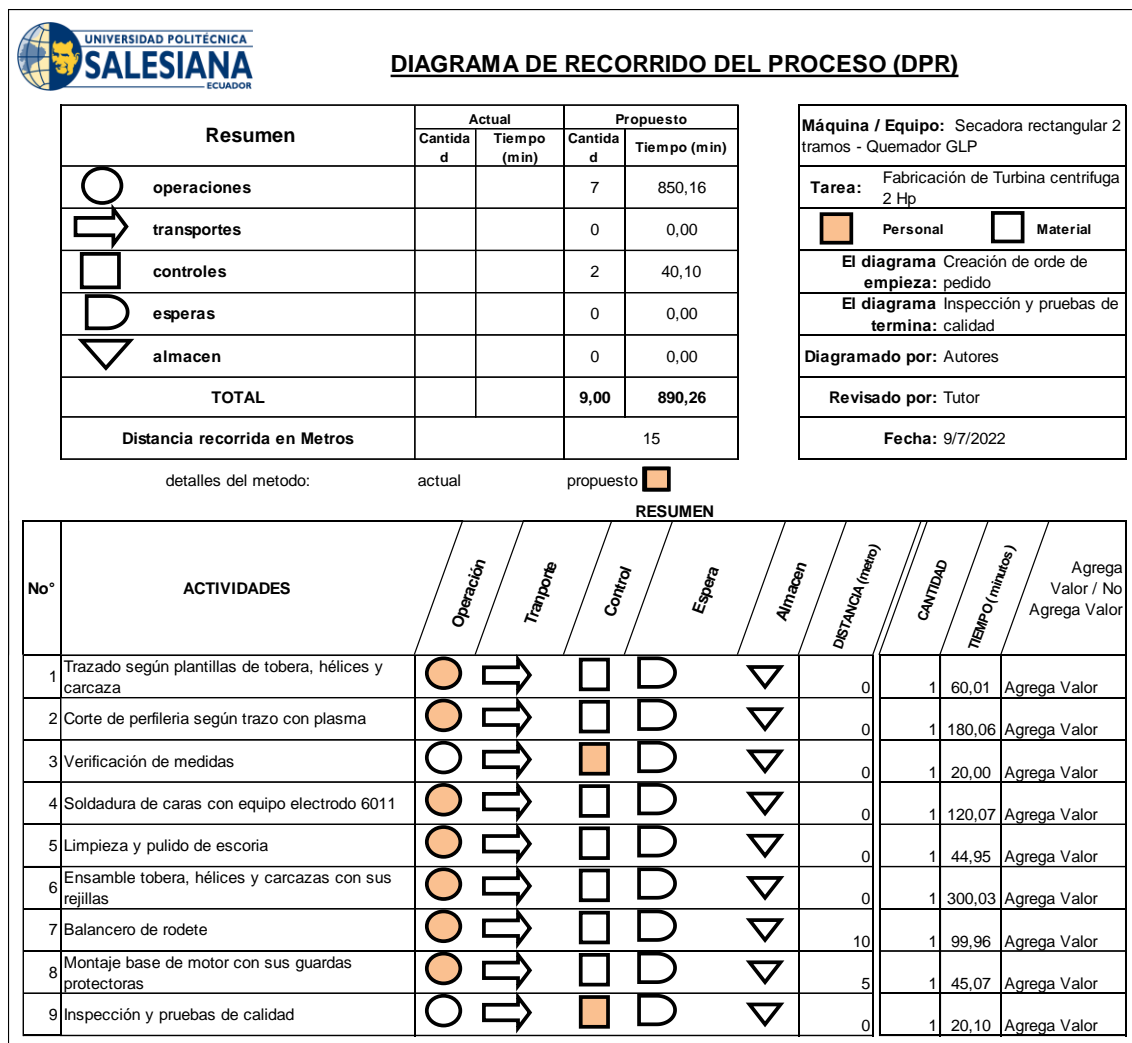
1. Delegar las actividades que no generan valor dentro del proceso
2. Asignar recurso mano de obra al proceso cuello de botella

Del Anexo 2 correspondiente al DPR del proceso cuello de botella (11), se eliminarán las actividades 1, 2 y 3, correspondientes a:

- Creación de la orden de trabajo
- Preparación de materiales en bodega
- Transporte de partes/piezas del sistema hacia el puesto de trabajo

Estas actividades serán delegadas al departamento de planificación de la producción y bodega, con lo que el DPR optimizado queda de la siguiente manera:

Figura 25 DPR Optimizado Fabricación de turbina centrífuga



Nota: Como se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se han eliminado actividades que no generan valor con lo que se obtiene una reducción directa el tiempo y distancia final. Fuente: Los Autores

Con esto se obtiene una reducción en el tiempo de ciclo de **21.24 minutos** y **12 metros** en la distancia de recorrido, obteniendo un tiempo de ciclo de **890.26 minutos** con una persona asignada para el proceso.






Como segunda acción de mejora, se propone la asignación de personal para trabajo en el cuello de botella, actualmente se cuenta con 3 trabajadores en el proceso de fabricación de la turbina, por lo que analizando la **Tabla 16**, se observa que existen procesos con un %TF (tiempo de funcionamiento) inferior al 5%, por lo que son actividades que se podrían delegar a otros procesos.

Por consiguiente, los procesos correspondientes a:

- Fabricación de placa para ruedas (3)
- Fabricación de placa para esquineros de la bandeja (4)
- Fabricación de base por termómetro (5)

Pasaran a formar una sola actividad denominada “Fabricación de placas y bases”, a la que se le asignara un operador para dichas actividades unificadas. Dicho esto, el proceso presenta el siguiente resumen en su DPR:

Figura 26 Resumen DPR propuesto, nuevo proceso Fabricación de Placas y Bases

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones			12	90,06
 transportes			5	13,69
 controles			2	4,57
 esperas			4	11,53
 almacen			1	4,14
TOTAL			24	123,99
Distancia recorrida en Metros	53			

Nota: Al realizar esta unificación (Anexo 4), se observa un nuevo tiempo de ciclo equivalente a **123.99 minutos**, al que se le será asignada una persona para dichas actividades. Fuente: Los Autores

El recurso liberado (mano de obra) será designado al proceso cuello de botella, lo que generará una mejora en el tiempo de ciclo de al menos el 50%, lo que significa que el tiempo de ciclo de la propuesta pasa a ser de 445.13 min.

4.8.2. MEJORA DE TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA

Uno de los principales desperdicios generados en la situación actual, corresponde al transporte, específicamente al transporte de materia prima. Este transporte se lo realiza por el personal de producción, para lo que se invierte tiempos productivos para hacerlo.

La tabla 20 presentó una inversión de tiempo correspondiente a transportes de 62 minutos con una distancia recorrida de 217 metros. En cada uno de los procesos existen transportes de materia prima desde la bodega a cada estación de trabajo, por

lo que se propone asignar estas actividades a bodega, dicho de otra manera, Bodega será la encargada del abastecimiento a cada estación de trabajo, consiguiendo de esta manera que el personal de planta se encargue al 100% de labores de producción, con esta propuesta se pretende fortalecer las expectativas y necesidades de los clientes internos en cada proceso.

Como resultado, se obtiene una reducción de los tiempos de ciclo y distancias recorridas en cada uno de los procesos, mismos que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 24 Reducción de tiempo por asignación de actividades a bodega

Proceso	TC (min)	Distancia (metros)
Troquelado de Tool	247,44	12
Fabricación de cama base	172,59	15
Fabricación de Placas y Bases	116,56	28
Ensamble de bandeja (1.22m A x 4.88m L)	361,74	33
Fabricación de compuerta de limpieza	228,41	16
Fabricación de compuertas de descarga	226,55	6
Fabricación de campana difusora de aire	221,48	29
Fabricación de Quemador Directo GLP - Full	429,67	19
Fabricación de turbina centrifuga	440	15
Proceso de pintura al horno "electrostática	252,96	30
Montaje de tablero Eléctrico	55,26	4
Ensamble final de máquina secadora rectangular	376,5	71
Total	3129,16	105

Nota: Nuevos tiempos de ciclo por proceso, procedentes por designación de actividades a bodega, como abasto de materiales a producción. Fuente: Los Autores

4.8.3. MEJORA EN LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

En la fase de análisis de la distribución general, se realizaron las siguientes etapas:

a. Flujo de materiales:

Se estableció un análisis de movimiento mediante la gráfica From - to (o de trayectoria) en la cual se considera los flujos de movimiento de materiales, siendo estos la materia prima y/o suministros, productos en proceso y terminado. Para la fabricación de secadoras rectangulares de cacao 20qq, la empresa caso de estudio dispone de 12 áreas o estaciones de trabajo que son: Troquelado (A1), Ensamble (A2), Corte CNC (A3), Inoxidable (A4), Soldadura (A5), sistema de transferencia calorífica

(A6), Pintura (A7), Eléctrica (A8), Acabado (A9), Bodega suministro (A10), Bodega perfilería (A11), y Bodega almacenamiento (A12).

En la Tabla 25 se representa la cantidad de movimientos que el material requiere para ser trasladado desde un área a otra.

Tabla 25 Carta From - To o de Trayectoria

From to	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	--	8									3	1
A2	12	--	2	3	24	8	1		6	4	2	2
A3		12	--		2	5					1	
A4		15		--						1	1	
A5		26			--						1	
A6		21			4	--	14	19	16	2	14	3
A7		3					--		24	18		
A8		1				29		--	3	12		
A9							24		--	8		2
A10	1	36		5	8	38	8		1	--	X	X
A11	6	12	5	2	3	14				X	--	X
A12			1	1		4			1	X	X	--

Nota: Se detalla la cantidad de movimientos que se requiere para transportar el producto de un área a otra. Fuente: Los Autores

En la Tabla 26 se detalla la cantidad de movimientos que el material es transportado entre áreas del proceso, teniendo un total de 503 movimientos entre procesos.

Tabla 26 Resumen de movimientos.

AREAS	Movimientos
A1 (Troquelado) - A2 (Ensamble)	20
A1 (Troquelado) - A3 (Corte CNC)	0
A1 (Troquelado) - A4 (Inoxidable)	0
A1 (Troquelado) - A5 (Soldadura)	0
A1 (Troquelado) - A6 (Turbina y Quemador)	0
A1 (Troquelado) - A7 (Pintura)	0
A1 (Troquelado) - A8 (Eléctrica)	0
A1 (Troquelado) - A9 (Acabado)	0
A1 (Troquelado) - A10 (Bodega suministro)	1
A1 (Troquelado) - A11 (Bodega perfilería)	9
A1 (Troquelado) - A12 (Bodega almacenamiento)	1

A2 (Ensamble) - A3 (Corte CNC)	14
A2 (Ensamble) - A4 (Inoxidable)	18
A2 (Ensamble) - A5 (Soldadura)	50
A2 (Ensamble) - A6 (Turbina y Quemador)	29
A2 (Ensamble) - A7 (Pintura)	4
A2 (Ensamble) - A8 (Eléctrica)	1
A2 (Ensamble) - A9 (Acabado)	6
A2 (Ensamble) - A10 (Bodega suministro)	40
A2 (Ensamble) - A11 (Bodega perfilería)	14
A2 (Ensamble) - A12 (Bodega almacenamiento)	2
A3 (Corte CNC) - A4 (Inoxidable)	0
A3 (Corte CNC) - A5 (Soldadura)	2
A3 (Corte CNC) - A6 (Turbina y Quemador)	5
A3 (Corte CNC) - A7 (Pintura)	0
A3 (Corte CNC) - A8 (Eléctrica)	0
A3 (Corte CNC) - A9 (Acabado)	0
A3 (Corte CNC) - A10 (Bodega suministro)	0
A3 (Corte CNC) - A11 (Bodega perfilería)	6
A3 (Corte CNC) - A12 (Bodega almacenamiento)	1
A4 (Inoxidable) - A5 (Soldadura)	0
A4 (Inoxidable) - A6 (Turbina y Quemador)	0
A4 (Inoxidable) - A7 (Pintura)	0
A4 (Inoxidable) - A8 (Eléctrica)	0
A4 (Inoxidable) - A9 (Acabado)	0
A4 (Inoxidable) - A10 (Bodega suministro)	6
A4 (Inoxidable) - A11 (Bodega perfilería)	3
A4 (Inoxidable) - A12 (Bodega almacenamiento)	1
A5 (Soldadura) - A6 (Turbina y Quemador)	4
A5 (Soldadura) - A7 (Pintura)	0
A5 (Soldadura) - A8 (Eléctrica)	0
A5 (Soldadura) - A9 (Acabado)	0
A5 (Soldadura) - A10 (Bodega suministro)	8
A5 (Soldadura) - A11 (Bodega perfilería)	4
A5 (Soldadura) - A12 (Bodega almacenamiento)	0
A6 (Turbina y Quemador) - A7 (Pintura)	14
A6 (Turbina y Quemador) - A8 (Eléctrica)	48
A6 (Turbina y Quemador) - A9 (Acabado)	16
A6 (Turbina y Quemador) - A10 (Bodega suministro)	40
A6 (Turbina y Quemador) - A11 (Bodega perfilería)	28
A6 (Turbina y Quemador) - A12 (Bodega almacenamiento)	7
A7 (Pintura) - A8 (Eléctrica)	0

A7 (Pintura) - A9 (Acabado)	48
A7 (Pintura) - A10 (Bodega suministro)	26
A7 (Pintura) - A11 (Bodega perfilería)	0
A7 (Pintura) - A12 (Bodega almacenamiento)	0
A8 (Eléctrica) - A9 (Acabado)	3
A8 (Eléctrica) - A10 (Bodega suministro)	12
A8 (Eléctrica) - A11 (Bodega perfilería)	0
A8 (Eléctrica) - A12 (Bodega almacenamiento)	0
A9 (Acabado) - A10 (Bodega suministro)	9
A9 (Acabado) - A11 (Bodega perfilería)	0
A9 (Acabado) - A12 (Bodega almacenamiento)	3
A10 (Bodega suministro) - A11 (Bodega perfilería)	0
A10 (Bodega suministro) - A12 (Bodega almacenamiento)	0
A11 (Bodega perfilería) - A12 (Bodega almacenamiento)	0
Total	503

Nota: Se puede observar una tabla resumen de la cantidad de movimientos que el material es transportado entre áreas del proceso. Fuente: Elaborado por autores.

b. Relación entre actividades.

Para establecer la relación entre actividades se lo realizó mediante los siguientes criterios:

Tabla 27 Ponderación según la importancia entre actividades.

CODIGO	COLOR	RELACION DE PROXIMIDAD	Escala:	Intensidad de la relación
A	Rojo	Absolutamente necesario	85 a 100	4 líneas
E	Amarillo	Especialmente importante	70 a 85	3 líneas
I	Verde	Importante	40 a 70	2 líneas
O	Azul	Importancia ordinaria	1 a 40	1 línea
U	Blanco	No importante	0	Sin línea
X	Café	Indeseable	-1	Línea quebrada

Nota: Se puede identificar el grado de importante que tiene la relación entre áreas, así como también se expresa el código, escala y la intensidad de relación. Fuente: Los Autores.

Para establecer la relación entre actividades se realiza un análisis PQ (prioridad para análisis de distribución), diagrama de Pareto para identificar la escala de los procesos con mayor movimiento y así representar el código de la relación de proximidad.

Tabla 28 Análisis PQ

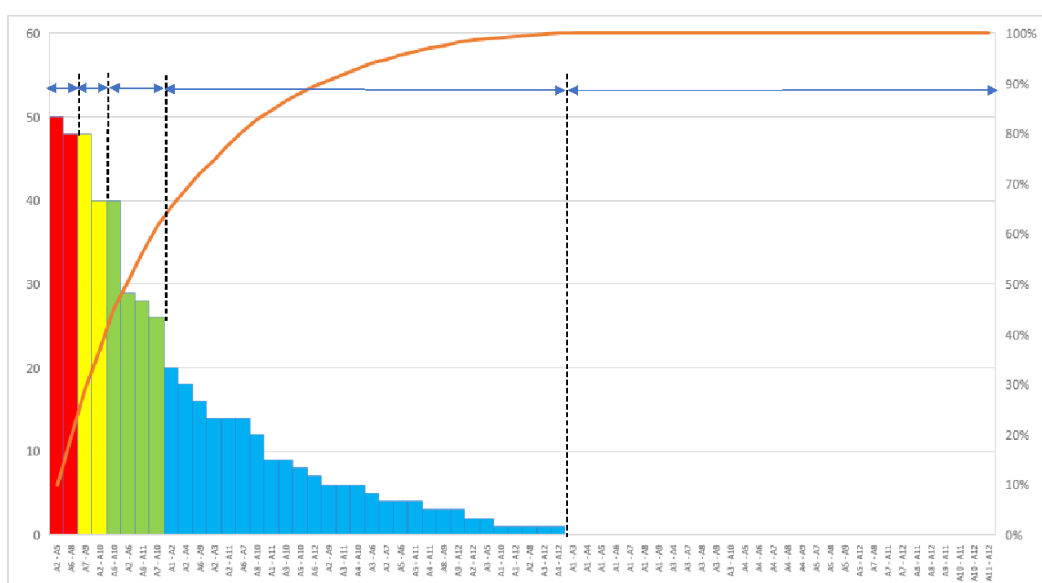
Actividades	Flujo	% Escala	Tipo de Relación
A2 (Ensamble) - A5 (Soldadura)	50	100,00%	A
A6 (Turbina y Quemador) - A8 (Eléctrica)	48	90,06%	A
A7 (Pintura) - A9 (Acabado)	48	80,52%	E
A2 (Ensamble) - A10 (Bodega suministro)	40	70,97%	E
A6 (Turbina y Quemador) - A10 (Bodega suministro)	40	63,02%	I
A2 (Ensamble) - A6 (Turbina y Quemador)	29	55,07%	I
A6 (Turbina y Quemador) - A11 (Bodega perfilería)	28	49,30%	I
A7 (Pintura) - A10 (Bodega suministro)	26	43,74%	I
A1 (Troquelado) - A2 (Ensamble)	20	38,57%	O
A2 (Ensamble) - A4 (Inoxidable)	18	34,59%	O
A6 (Turbina y Quemador) - A9 (Acabado)	16	31,01%	O
A2 (Ensamble) - A3 (Corte CNC)	14	27,83%	O
A2 (Ensamble) - A11 (Bodega perfilería)	14	25,05%	O
A6 (Turbina y Quemador) - A7 (Pintura)	14	22,27%	O
A8 (Eléctrica) - A10 (Bodega suministro)	12	19,48%	O
A1 (Troquelado) - A11 (Bodega perfilería)	9	17,10%	O
A9 (Acabado) - A10 (Bodega suministro)	9	15,31%	O
A5 (Soldadura) - A10 (Bodega suministro)	8	13,52%	O
A6 (Turbina y Quemador) - A12 (Bodega almacenamiento)	7	11,93%	O
A2 (Ensamble) - A9 (Acabado)	6	10,54%	O
A3 (Corte CNC) - A11 (Bodega perfilería)	6	9,34%	O
A4 (Inoxidable) - A10 (Bodega suministro)	6	8,15%	O
A3 (Corte CNC) - A6 (Turbina y Quemador)	5	6,96%	O
A2 (Ensamble) - A7 (Pintura)	4	5,96%	O
A5 (Soldadura) - A6 (Turbina y Quemador)	4	5,17%	O
A5 (Soldadura) - A11 (Bodega perfilería)	4	4,37%	O
A4 (Inoxidable) - A11 (Bodega perfilería)	3	3,58%	O
A8 (Eléctrica) - A9 (Acabado)	3	2,98%	O
A9 (Acabado) - A12 (Bodega almacenamiento)	3	2,39%	O
A2 (Ensamble) - A12 (Bodega almacenamiento)	2	1,79%	O
A3 (Corte CNC) - A5 (Soldadura)	2	1,39%	O
A1 (Troquelado) - A10 (Bodega suministro)	1	0,99%	O
A1 (Troquelado) - A12 (Bodega almacenamiento)	1	0,80%	O
A2 (Ensamble) - A8 (Eléctrica)	1	0,60%	O
A3 (Corte CNC) - A12 (Bodega almacenamiento)	1	0,40%	O
A4 (Inoxidable) - A12 (Bodega almacenamiento)	1	0,20%	O

Total**503**

Nota: En la tabla se representa los datos de prioridad para análisis de distribución de planta, la cual se enlistan todas las áreas con un orden de mayor a menor de flujo omitiendo actividades que no tienen relación entre ellas. Fuente: Elaborado por autores.

La Figura 27 se obtiene el gráfico de Pareto de cada área del proceso con su respectivo tipo de relación, dando como resultado la figura:

Figura 27 Diagrama de Pareto de relación entre áreas.

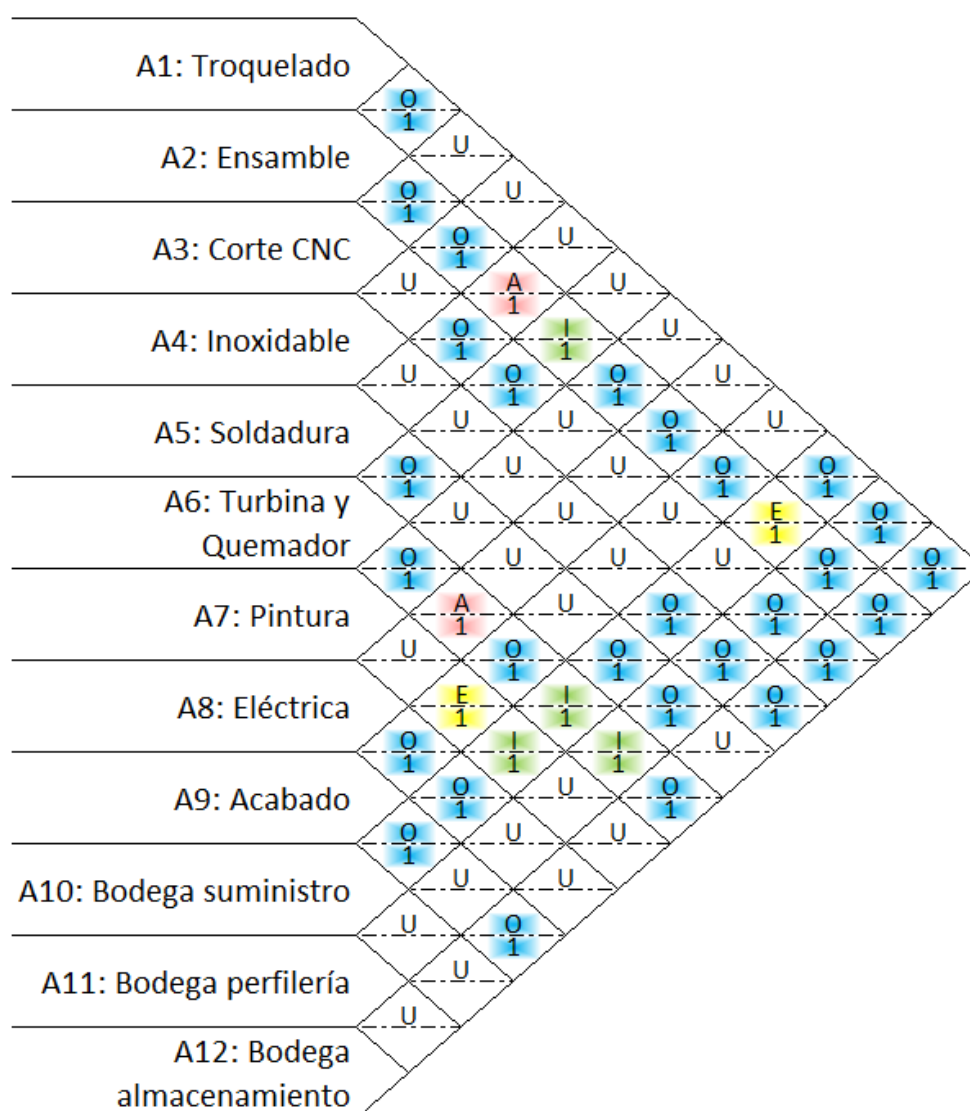


Nota: Mediante el diagrama de Pareto se identifica que existen 2 áreas con relación “A”, 2 áreas con relación “E”, 4 áreas con relación “I”, 28 áreas con relación “O”. Fuente: Elaborado por autores.

c. Diagrama relacional de actividades.

Una vez que se obtuvo la escala de relación, se realiza un diagrama de relaciones de actividades (Figura 28) la cual indicará la conveniencia de que un área se encuentre cercano a otra según sea el nivel de interacción.

Figura 28 Diagrama relacional de actividades



Nota: La matriz de relación de actividades permite identificar visualmente el código relacional que existen entre áreas. Fuente: Elaborado por autores.

Mediante el diagrama relacional de actividades se determinó que el área comprendida entre A2 (ensamble) con A5 (Soldadura), y A6 (Turbina y Quemador) con A8 (Eléctrica), son áreas de mayor cantidad de movimiento teniendo una calificación de "A", por lo tanto, es de absoluta importancia que estén lo más cerca posible.

Además, existen relaciones de calificaciones "E" especialmente importante, entre las áreas A2 (ensamble) con A10 (bodega suministro) y A7 (pintura) con A9 (acabado).

También existe relaciones importantes con calificación "I" entre las áreas A2 (ensamble) con A6 (Turbina y Quemador), A10 (bodega suministro) con A6 (Turbina y

Quemador), A7 (pintura) con A10 (bodega suministro), y A11 (bodega perfilería) con A6 (Turbina y Quemador).

Del mismo modo existen relaciones tipo “O” de importancia ordinaria como lo son:

- A1 (Troquelado) con A2 (Ensamble)
- A2 (Ensamble) con A4 (Inoxidable)
- A6 (Turbina y Quemador) con A9 (Acabado)
- A2 (Ensamble) con A3 (Corte CNC)
- A2 (Ensamble) con A11 (Bodega perfilería)
- A6 (Turbina y Quemador) con A7 (Pintura)
- A8 (Eléctrica) con A10 (Bodega suministro)
- A1 (Troquelado) con A11 (Bodega perfilería)
- A9 (Acabado) con A10 (Bodega suministro)
- A5 (Soldadura) con A10 (Bodega suministro)
- A6 (Turbina y Quemador) con A12 (Bodega almacenamiento)
- A2 (Ensamble) con A9 (Acabado)
- A3 (Corte CNC) con A11 (Bodega perfilería)
- A4 (Inoxidable) con A10 (Bodega suministro)
- A3 (Corte CNC) con A6 (Turbina y Quemador)
- A2 (Ensamble) con A7 (Pintura)
- A5 (Soldadura) con A6 (Turbina y Quemador)
- A5 (Soldadura) con A11 (Bodega perfilería)
- A4 (Inoxidable) con A11 (Bodega perfilería)
- A8 (Eléctrica) con A9 (Acabado)
- A9 (Acabado) con A12 (Bodega almacenamiento)
- A2 (Ensamble) con A12 (Bodega almacenamiento)
- A3 (Corte CNC) con A5 (Soldadura)
- A1 (Troquelado) con A10 (Bodega suministro)
- A1 (Troquelado) con A12 (Bodega almacenamiento)
- A2 (Ensamble) con A8 (Eléctrica)
- A3 (Corte CNC) con A12 (Bodega almacenamiento)
- A4 (Inoxidable) con A12 (Bodega almacenamiento)

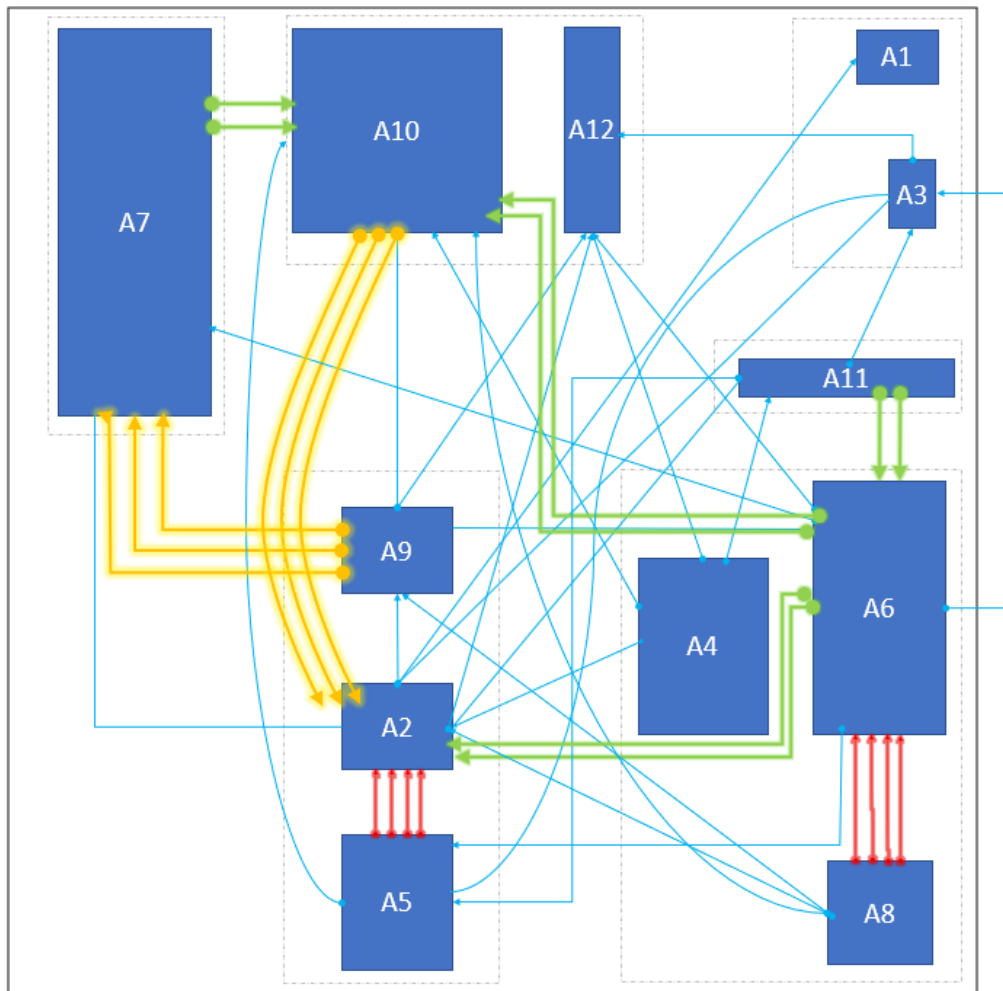
Y por último existen relaciones sin importancia con calificación “U”, las cuales son:

- A1 (Troquelado) con A3 (Corte CNC)
- A1 (Troquelado) con A4 (Inoxidable)
- A1 (Troquelado) con A5 (Soldadura)
- A1 (Troquelado) con A6 (Turbina y Quemador)
- A1 (Troquelado) con A7 (Pintura)
- A1 (Troquelado) con A8 (Eléctrica)
- A1 (Troquelado) con A9 (Acabado)
- A3 (Corte CNC) con A4 (Inoxidable)
- A3 (Corte CNC) con A7 (Pintura)
- A3 (Corte CNC) con A8 (Eléctrica)
- A3 (Corte CNC) con A9 (Acabado)
- A3 (Corte CNC) con A10 (Bodega suministro)
- A4 (Inoxidable) con A5 (Soldadura)
- A4 (Inoxidable) con A6 (Turbina y Quemador)
- A4 (Inoxidable) con A7 (Pintura)
- A4 (Inoxidable) con A8 (Eléctrica)
- A4 (Inoxidable) con A9 (Acabado)
- A5 (Soldadura) con A7 (Pintura)
- A5 (Soldadura) con A8 (Eléctrica)
- A5 (Soldadura) con A9 (Acabado)
- A5 (Soldadura) con A12 (Bodega almacenamiento)
- A7 (Pintura) con A8 (Eléctrica)
- A7 (Pintura) con A11 (Bodega perfilería)
- A7 (Pintura) con A12 (Bodega almacenamiento)
- A8 (Eléctrica) con A11 (Bodega perfilería)
- A8 (Eléctrica) con A12 (Bodega almacenamiento)
- A9 (Acabado) con A11 (Bodega perfilería)
- A10 (Bodega suministro) con A11 (Bodega perfilería)
- A10 (Bodega suministro) con A12 (Bodega almacenamiento)
- A11 (Bodega perfilería) con A12 (Bodega almacenamiento)

d. Diagrama relacional de espacios.

En la Figura 29 se detalla el diagrama relacional de espacios, con el lay out actual, representando las relaciones existentes entre las áreas antes descritas.

Figura 29 Diagrama relacional de espacios



Nota: La matriz de relación de actividades permite identificar visualmente el código relacional que existen entre áreas. Fuente: Elaborado por autores.

e. Generación de alternativas.

Para realizar el estudio del diseño de planta y establecer una propuesta de mejora, se tomaron propuestas en el momento del análisis en cuanto a la necesidad de espacio y disponibilidad de áreas. Las propuestas fueron sugeridas por la gerencia general y jefatura de producción de la empresa.

A continuación, las propuestas para el nuevo diseño de distribución de planta:

- f. El área de proceso de corte CNC (A1) y de troquelado de láminas metálicas (A3) no podrá reubicarse, debido a que cuentan con la instalación eléctrica y al trasladarla a otro lugar el presupuesto de inversión aumentaría.
- g. La gerencia solicita que el área ensamble (A2) y soldadura (A5) sean redistribuido ya que se dispondrá de esta área para trabajos de maquinado.
- h. El área de bodega de perfilería (A11) no se moverá debido a que las perchas de almacenamiento se encuentran sujeta a una visera metálica, por lo tanto, se incurrían en otros gastos de inversión.
- i. El área de acero inoxidable (A4) es un sector en la cual se requiere de mucha precisión y concentración, por lo tanto, no se podrá mover debido a que se encuentra ubicada en un ambiente de trabajo seguro y conservado.
- j. El área de pintura (A7) cuenta con una nueva infraestructura adecuada para posicionar el granallado, tina de ácido y horno para la pintura electrostática, la cual está ubicada en el galpón de proyección (ver en planos de alternativa 1, 2 y 3).

La evaluación de los planes alternativos determinará que propuestas ofrece la mejor distribución en planta, por lo que se utilizó el método de factores cualitativos ponderados en base a los siguientes factores para la distribución de planta:

Tabla 29 Factores de estudio para evaluación de Lay out

Factores	Peso
1) Facilidad de expansión futura.	0,2
2) Efectividad de flujo de materiales.	0,3
3) Utilización de espacio.	0,2
4) Seguridad y conservación.	0,2
5) Facilidad de control y supervisión.	0,1

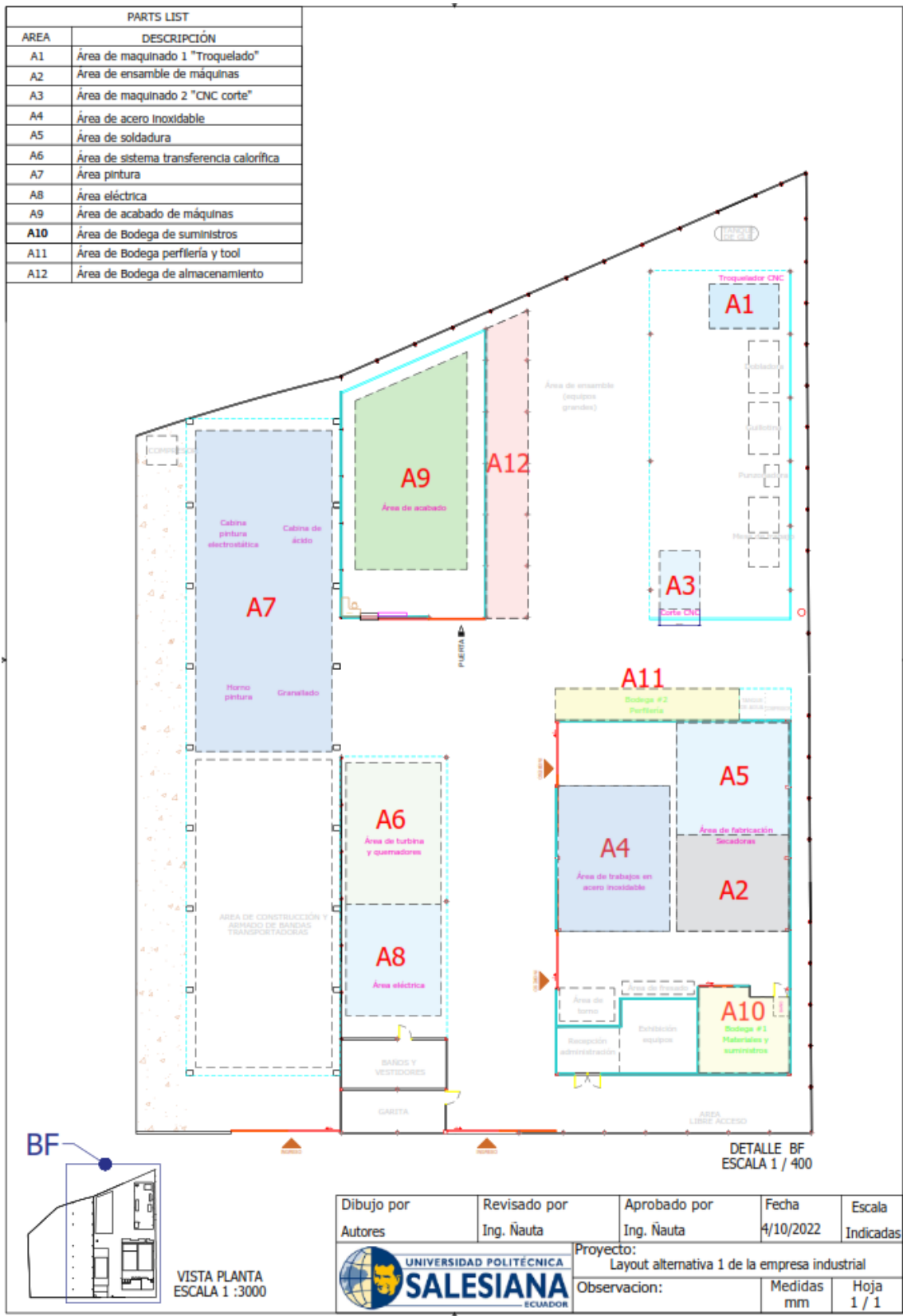
Nota: Se puede observar los factores de estudio para la selección de alternativas de Layout, teniendo por método el de factores cualitativos ponderados. Fuente: Elaborado por autores.

Para valorar cada una de las alternativas frente a los 5 criterios de evaluación que se establecieron, se asignó una escala de calificación sobre 5 puntos de la siguiente manera:

- ✓ 5 puntos = Excelente
- ✓ 4 puntos = muy bueno
- ✓ 3 puntos = bueno
- ✓ 2 puntos = regular
- ✓ 1 punto = malo.

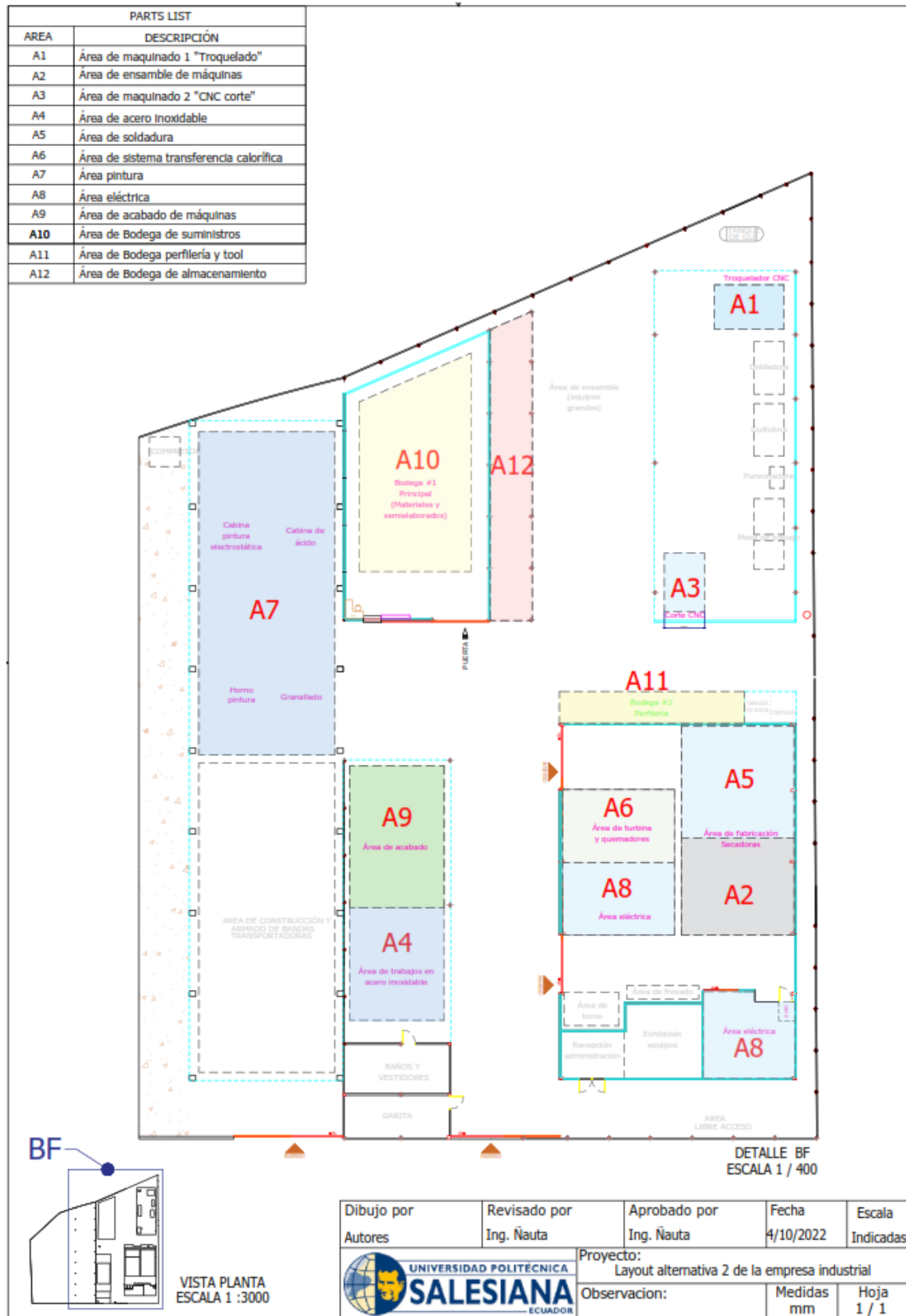
Para el diseño, análisis y evaluación de alternativas de Layout se siguió con lo establecido por gerencia, por lo que mediante el diagrama relacional de espacios se plantean las siguientes alternativas en base al espacio físico disponible.

Figura 30 Propuesta de distribución de planta 1 método SPL



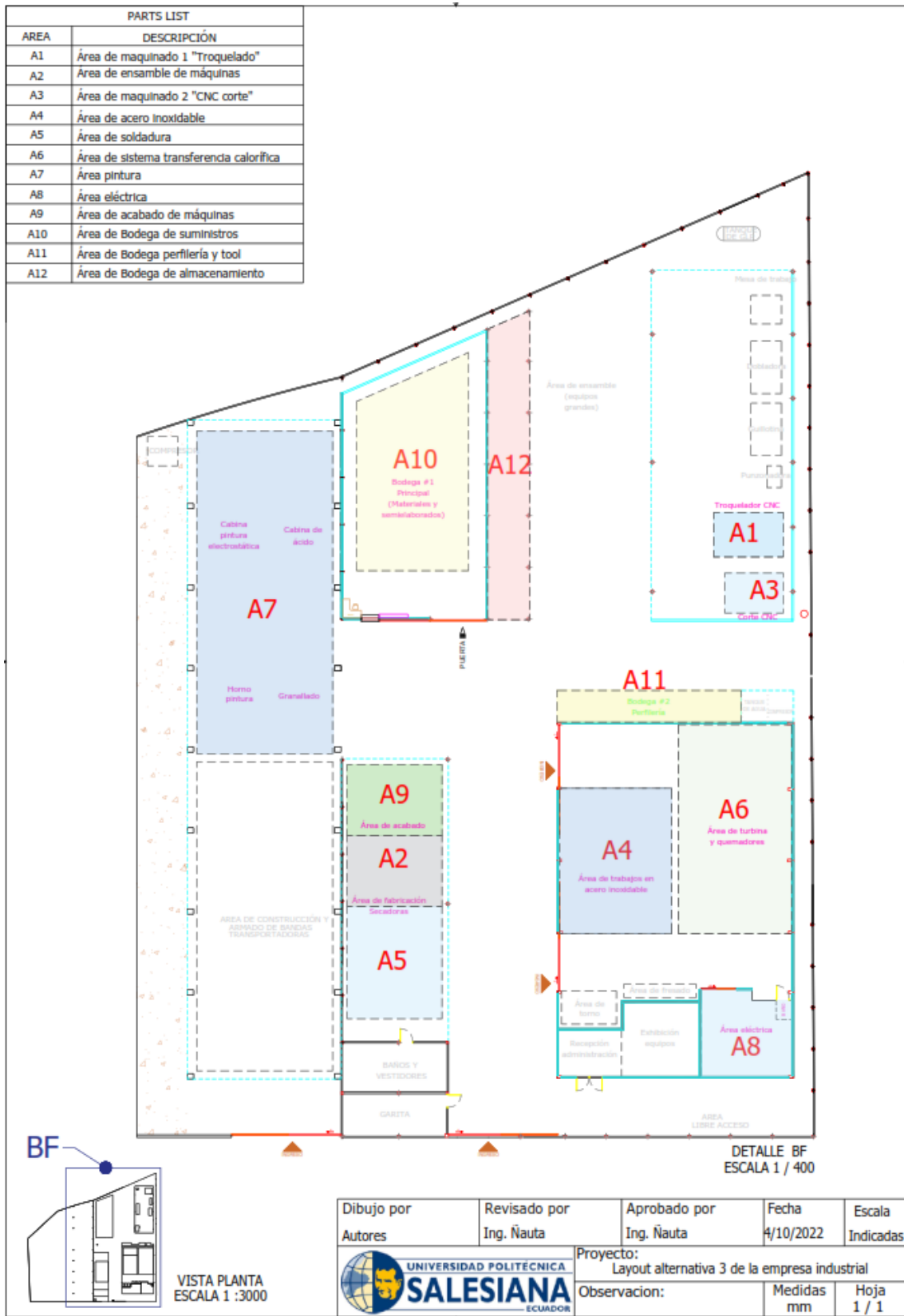
Nota: Se puede observar el layout de la alternativa #1 con la aplicación de restricciones en su distribución de áreas. Fuente: Los Autores

Figura 31 Propuesta de distribución de planta 2, método SPL



Nota: Se presenta el layout de la alternativa #2 con la aplicación de restricciones en su distribución de áreas. Fuente: Los Autores

Figura 32 Propuesta de distribución de planta 3, método SPL



Nota: Se Presenta el layout de la alternativa #3 con la aplicación de restricciones en su distribución de áreas. Fuente: Los Autores

4.8.4. MEJORA MEDIANTE 5S

Para una propuesta de 5s, se tendrá un enfoque directo en la mejora del proceso cuello de botella del sistema, este será el punto de partida para posteriormente replicar en el resto de procesos de la línea productiva. En este punto es indispensable involucrar a todo el personal que se encuentra dentro de dicho proceso. Sin embargo, antes de proponer la metodología 5S es necesario, realizar una evaluación inicial a la empresa respecto a cada una de las etapas de la filosofía, para identificar los problemas mediante la aplicación de criterios y así proponer un diseño de trabajo limpio y organizado, por lo que se consideró realizar los siguientes pasos:

4.8.4.1. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA

Se analizó todas las condiciones del estado inicial de la empresa mediante el VSM actual, lo cual se pudo determinar que:

- No existe lugares seguros para transitar
- No se delimita adecuadamente las áreas de trabajo
- No cuenta con señalizaciones de advertencia, informativas y de peligro,
- No cuenta con herramientas de trabajo en buen estado
- No cuenta con elementos de seguridad industrial para los trabajadores y servicios de la planta de producción.

En la Figura 33, se observa la situación de desorden que existe actualmente, ocasionando pérdida de tiempo en el proceso productivo por ende desgaste físico a los trabajadores, justificando así la implementación de 5 S's.

Figura 33 Ejemplos de la situación actual



Nota: Estado actual de Orden. Fuente: Empresa caso de estudio Fuente: Los Autores

4.8.4.2. INSPECCIÓN DE LAS 5S

Para la inspección de la metodología de las 5S se utilizará una lista de verificación de auditoría, para evaluar los aspectos de las 5 fases de la herramienta, y así obtener un diagnóstico general de la empresa mediante la aplicación de criterios de evaluación. La evaluación de la lista de chequeo (Check List) cuenta con una puntuación máxima de cinco si cumple con lo requerido, una puntuación mínima de 0 si no cumple y N/A en caso de que no aplique a la fase 5S en estudio. En la Tabla 32 se representa los criterios de evaluación:

Tabla 30 Criterios de Puntuación

Puntuación	Interpretación
0	No cumple
1	Insuficiente
2	Regular
3	Bueno
4	Excelente desempeño

Nota: Se detalla los criterios de puntuación de la evaluación inicial de la 5 S. Fuente: Los Autores

En la Tabla 32 Indicadores situación actual 5S se identifica los indicadores claves para conocer el desempeño de la situación actual de la empresa caso de estudio.

Tabla 31 Indicadores situación actual 5S

FASE	CALIFICACIÓN	OBJETIVO	% EVALUACIÓN
Seleccionar “Seiri”		20	
Ordenar “Seiton”		20	
Limpiar “Seiso”		20	
Estandarizar “Seiketsu”		20	
Disciplina “Shitsuke”		20	
TOTAL		20	

Nota: Se detalla los indicadores de la situación actual de la herramienta 5 S’s. Fase. – Representa las 5 fases de la metodología 5S, Calificación. – Es el resultado obtenido para cada fase mediante el Check List, Objetivo. – Representa el puntaje máximo que se puede obtener en cada fase, % evaluación. – Representa el porcentaje de satisfacción de cada fase, la cual se obtiene de la división de la calificación sobre el objetivo. Fuente: Modificada (Mayugo).

Figura 34 Propuesta de Formato Check List 5S

EMPRESA AGROINDUSTRIAL		CHECKLIST AUDITORÍA 5S		CODIGO	EA-LM-S001	
				VERSION	01	
				FECHA	Noviembre de 2022	
ÁREA / PROCESO:				FECHA EVALUACIÓN:		
ELABORADO POR:				PUNTUACIÓN TOTAL:		
5S	#	PUNTO DE REVISIÓN			PUNTAJE	
Sólo lo necesario, sólo la cantidad necesaria y sólo cuando se necesita.					Nota	
1. Seleccionar	Entorno	1.1	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso			
		1.2	Los pasillos y áreas comunes se encuentran libres para el tránsito de peatones y vehículos.			
	Objetos	1.3	Los accesorios de trabajo /herramientas se encuentran en buen estado			
		1.4	Los artículos innecesarios estan siendo almacenados en el almacén con tarjetas rojas.			
		1.5	Los elementos se encuentran ordenados en el lugar asignado, identificados y limpios			
	Información	1.6	Los cajones se encuentran bien ordenados			
Sumatoria Puntos =						
Puntaje Promedio =						
Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.					Nota	
2. Ordenar	Entorno	2.1	Zonas clasificadas por materiales según su peligrosidad o frecuencia de uso			
		2.2	Áreas debidamente identificadas (Etiquetas)			
	Objetos	2.3	Se ven partes/materiales en otras áreas o lugares diferentes al asignado			
		2.4	Dificultad para encontrar objetos o información			
		2.5	Etiquetado de Contenedores, Frascos, Botellas, Recipientes en general			
	Información	2.6	Documentos en su sitio, etiquetados y clasificados			
Sumatoria Puntos =						
Puntaje Promedio =						
El lugar más limpio no es que más se asea, si no el que menos se ensucia.					Nota	
3. Limpiar	Entorno	3.1	El área de trabajo (pisos, pasillo, plataformas, equipos, techos, paredes, etc.) permanece limpia según el estandar del área.			
		3.2	Planes de limpieza hacen uso de productos adecuados para los objetos			
	Objetos	3.3	Uniformes y EPP se encuentran en buenas condiciones y limpios			
		3.4	Se clasifica el residuo según su naturaleza y se ubica en el lugar correspondiente			
		3.5	Equipos de limpieza están organizados y de fácil acceso			
	Información	3.6	Papeles de trabajo están limpios y en buen estado			
Sumatoria Puntos =						
Puntaje Promedio =						
Di lo que haces, haz lo que dices y demuéstalo.					Nota	
4. Estandar	Entorno	4.1	Se tiene y sigue el estándar de 5S (el ultimo realizado) en el área de trabajo			
		4.2	Se tiene y sigue el estándar de cuidados del EPP que aplique al área			
		4.3	Se tiene la descripción en el área de símbolos, colores y etiquetas			
		4.4	Se tiene y sigue el programa de limpieza en las fechas establecidas por el área			
Sumatoria Puntos =						
Puntaje Promedio =						
Lo difícil no es llegar, si no mantenerse.					Nota	
5. Disciplina	Gente	5.1	Son conocidos los procedimientos estándares.			
		5.2	Existe reconocimiento por las mejoras logradas			
		5.3	Todos seleccionan, ordenan y limpian su entorno de trabajo			
		5.4	Se desarrollan proyectos y acciones de mejora e innovación dentro del área			
Sumatoria Puntos =						
Puntaje Promedio =						
Utilice estos criterios de puntuación para su inspección:						
1 = No cumple, 2 = Insuficiente, 3 = Regular, 4 = Bueno, 5= Excelente desempeño, N/A = No aplica						

Nota: La figura representa el formato tipo Check List como herramienta de evaluación del estado de las 5 S's. Fuente: Los Autores

Mediante el resultado de la evaluación (Check List) y los porcentajes obtenidos de los indicadores se obtendrá una visión clara de los problemas en el cuello de botella.

4.8.4.3. CONCIENTIZACIÓN

Es imprescindible promover una concientización a todos los involucrados para que conozcan la importancia y valor que genera la implementación la metodología.

La empresa entra en el grupo de PYME por lo que la conformación del equipo 5S deberá estar conformado de la siguiente manera:

- 1) Gerente de planta. – Planifica y lleva a cabo auditorias con frecuencia mensual
- 2) Jefes de departamentos. – Cumplir con todos los requisitos establecidos y asegurar que las bases de la metodología se mantengan en el tiempo.
- 3) Equipo de investigación. – Capacitación a todo el equipo de trabajo Lean y brindar los formatos necesarios para implementar la metodología

4.8.4.4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S

Para el orden de implementación, se presentaron todos los procesos en el VSM Actual y se seguirá el siguiente orden de cada parte que forma la herramienta 5S:

- Clasificación (Seiri)
- Orden (Seiton)
- Limpieza (Seizo)
- Normalización (Seiketsu)
- Disciplina (Shitsuke)

CLASIFICACIÓN (SEIRI):

Para el punto de clasificación, tal como se estudió en el capítulo 3, se clasificará o eliminara cualquier elemento que se considere incensario en el proceso cuello de botella, teniendo como objetivo el conseguir un espacio de trabajo libre de obstáculos que sea idóneo para la producción del secador de manera continua, para lo cual Cruz, (2010), propone clasificación mediante tarjetas. Para lo que se dispondrá de:

Figura 35 Tarjeta de clasificación

EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE EQUIPOS AGROINDUSTRIALES	
Nº. _____	
TARJETA ROJA 5'Ss	
Descripción del objeto:	Cantidad:
Elaborado por:	Área:
Fecha:	
TIPO	
1. Maquinaria	4. Producto terminado
2. Accesorios y herramientas	5. Materia Prima
3. Equipos de medición	6. Producto en proceso
	7. Otro
RAZON	
1. No se necesita	5. Contaminante
2. Defectuoso	6. En exceso
3. Material de desperdicio	7. Otros
4. Otro	
ACCION SUGERIDA	
1. Tirar	5. Otros
2. Vender	
3. Mover a otro almacén	
4. Devolución	
RESUELTO? Si / No	
Fecha de deshecho:	

Nota: Se presenta el formato propuesto de tarjeta roja para clasificar todos los objetos para las áreas de la empresa. Fuente: Los Autores.

La finalidad de estas tarjetas es la de colocarlas en sobre todos los objetos que necesiten ser clasificados, para luego tomar las acciones necesarias. La aplicación de estas tarjetas será en el área de producción, estantería de herramientas y puntos de almacenamiento.

ORDEN (SEITON):

Para la propuesta de orden, se considerarán los siguientes aspectos:

- Secuencia de uso
- Frecuencia de uso

Estos factores se aplican en cada elemento, ya sea herramienta o producto en proceso dentro del proceso, por lo que para estandarizar el orden de cada elemento se tendrán en cuenta lo siguiente:

1. Fácil de encontrar

2. Fácil de Usar
3. Fácil retorno a su lugar
4. Delimitación de los puestos de trabajo
5. Nada en el piso

Estos parámetros se deben aplicar al cuello de botella, dicho de esta manera, se propone la construcción de los siguientes elementos para mejorar el orden dentro de los procesos productivos:

Tabla 32 Bancos de trabajo, carros transportadores y estantería de herramientas.

Área	Descripción	Dimensión (m)	Cantidad
Producción	Banco de trabajo rígido metálico	2,44 (P) x 1,22 (a) x 1 (h)	4
Producción	Carro porta láminas de carga	2 (L) x 0,30 (a) x 1,30 (h)	3
Producción	Carro plataforma de carga	0,90 (L) x 0,50 (a) x 0,60 (h)	3
Producción	Mobiliario estático de taller C45PRO B	0,5 (P) x 2,40 (a) x 2 (h)	4
Producción	Contenedores móviles con cajones	0,5 (P) x 0,8 (a) x 1 (h)	4
Producción	Carro de herramientas auxiliar con 3 cajones C50S	0,5 (P) x 0,8 (a) x 1 (h)	4

Nota: Propuesta de utilería para implementar el orden de herramientas de trabajo en el área de producción. Fuente: Los Autores

Estos elementos se los distribuirá en la estación de trabajo, como opción de mejora a varios procesos adicionales realizados en este centro de trabajo, los elementos de la tabla serán distribuidos de la siguiente manera, siendo en el cuello de botella donde se concentrarán más de estos elementos para el orden

Tabla 33 Distribución de utilitario para planta (área de producción)

Proceso	Utilitario
Troquelado de 2 Tool	Carro porta láminas de carga
Fabricación de cama base	Banco de trabajo rígido metálico
Fabricación de placa base para ruedas	Carro plataforma de carga
Ensamble de bandeja	Mobiliario estático de taller
	Contenedores móviles con cajones + surtido herramienta

	Carro porta láminas de carga
Fabricación de compuerta de limpieza	Carro de herramientas auxiliar con 3 cajones
Fabricación de 2 compuertas de descarga	Carro de herramientas auxiliar con 3 cajones
Fabricación de placas para esquineros de la bandeja	Banco de trabajo rígido metálico
Fabricación de base porta termómetro	Mobiliario estático de taller Contenedores móviles con cajones + surtido herramienta
Fabricación de campana difusora de aire	Mobiliario estático de taller Contenedores móviles con cajones + surtido herramienta Carro porta láminas de carga
Fabricación de Quemador Directo GLP - Full	Banco de trabajo rígido metálico
Fabricación de turbina centrífuga 2 Hp	Mobiliario estático de taller Contenedores móviles con cajones + surtido herramienta Banco de trabajo rígido metálico Carro plataforma de carga
Montaje de tablero Eléctrico	Carro de herramientas auxiliar con 3 cajones
Proceso de pintura al horno "electrostática	Carro de herramientas auxiliar con 3 cajones
Ensamble final de máquina secadora rectangular	Carro plataforma de carga

Nota: Utilitarios propuestos para ordenar las herramientas de trabajo en el área de producción (ver planos Anexo 6 al 10). Fuente: Los Autores.

LIMPIEZA (SEIZO):

Para implementar el tercer punto, se identificarán las actividades que generan suciedad, teniendo presente que al tener una planta limpia es más fácil de identificar focos de suciedad, estado de las máquinas y así mismo permite realizar inspección de los productos dentro de la línea del proceso cuello de botella.

Para la implementación de la limpieza se deberán seguir los siguientes pasos propuestos:

1. Planificación y alcance de la limpieza.


2. Definir el método para la limpieza.
3. Identificar los medios, equipos, herramientas y materiales para la limpieza.
4. Elaborar un plan de limpieza.
5. Implementar la limpieza.
6. Realizar inspecciones antes, durante y después.

Para cumplir con el objetivo de la limpieza se contara con elementos de limpieza como:

- Escobas
- Recogedor
- Trapos
- Contenedor
- Trapeador
- Baldes
- Escobillas
- Desinfectantes
- Guantes

Para la correcta implementación, se propone el siguiente formato de tarjeta amarilla correspondiente a limpieza, misma que servirán como medio de información y para planificación de correcciones y medios preventivos.

Figura 36 Propuesta de tarjeta amarilla 5 S's Limpieza

 EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE EQUIPOS AGROINDUSTRIALES Nº. _____ TARJETA AMARILLA 5 S's	
Elaborado por:	Área:
Fecha:	
TIPO	
1. Agua	5. Material
2. Aceite	6. Condición de las instalaciones
3. Polvo	7. Otro
4. Viruta	
DESCRIPCIÓN	
SOLUCIONES	
Acción Correctiva:	
Solución propuesta:	
RESUELTO?	Sí / No
Fecha de solución:	

Nota: En la figura se representa el formato de tarjeta amarilla para realizar tareas de limpieza a todos los objetos de las diferentes áreas de la empresa caso de estudio.

Fuente: Los Autores.

NORMALIZACIÓN (SEIKETSU)

La estandarización se encargará de mantener las propuestas anteriormente descritas, , para lo cual, se deben seguir los siguientes pasos tomando como base lo descrito por Hernández, (2013):

1. Elaboración de políticas para las 5S
2. Asignar responsables de cada proceso
3. Fomentar disciplina mediante capacitaciones acerca de 5 S's
4. Integrar las 3 S's dentro de las actividades diarias.
5. Realizar inspecciones sobre el mantenimiento de las 5 S's

Para este cuarto punto, se debe verificar la conformidad del proceso y haber creado una cultura organizacional enfocada en el orden y limpieza, por lo que se propone inicialmente aplicar el Check List de las 3 primeras "S". Esto con la intención de que, según la implementación en el cuello de botella del sistema, se gane experiencia en el

uso de la presente metodología, y luego de apoco se incluirán las 2 últimas “S”; ya que las mismas están relacionadas con la disciplina y la perseverancia.

Figura 37 Check List de las 3 primeras “S”

EMPRESA AGROINDUSTRIAL		CHECKLIST AUDITORÍA 5S		CODIGO	EA-LM-S001	
				VERSION	01	
				FECHA	01/11/2022	
ÁREA / PROCESO:				FECHA EVALUACIÓN:		
ELABORADO POR:				PUNTUACIÓN TOTAL: 0,00		
0 = No cumple, 1 = Insuficiente, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4= Excelente desempeño						
5S	#	PUNTO DE REVISIÓN			PUNTAJE	
Sólo lo necesario, sólo la cantidad necesaria y sólo cuando se necesita.						
1. Seleccionar	Entorno	1.1	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso			
		1.2	Los pasillos y áreas comunes se encuentran libres para el tránsito de peatones y vehículos.			
		1.3	Los accesorios de trabajo /herramientas se encuentran en buen estado			
	Objetos	1.4	Los artículos innecesarios están siendo almacenados en la bodega con tarjetas rojas.			
		1.5	Los elementos se encuentran ordenados en el lugar asignado, identificados y limpios			
Sumatoria Puntos=					0	
Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.						
2. Ordenar	Entorno	2.1	Zonas clasificadas por materiales según su peligrosidad o frecuencia de uso			
		2.2	Áreas debidamente identificadas (Etiquetas)			
		2.3	Se ven partes/materiales en las áreas o lugares al asignado			
	Objetos	2.4	Dificultad para encontrar objetos o información			
		2.5	Etiquetado de Contenedores, Frascos, Botellas, Recipientes en general			
Sumatoria Puntos=					0	
El lugar más limpio no es que más se asea, si no el que menos se ensucia.						
3. Limpiar	Entorno	3.1	El área de trabajo (pisos, pasillo, plataformas, equipos, techos, paredes, etc.) permanece limpia según el estándar del área.			
		3.2	Planes de limpieza hacen uso de productos adecuados para los objetos			
		3.3	Uniformes y EPP se encuentran en buenas condiciones y limpios			
	Objetos	3.4	Se clasifica el residuo según su naturaleza y se ubica en el lugar correspondiente			
		3.5	Equipos de limpieza están organizados y de fácil acceso			
Sumatoria Puntos=					0	

Nota: Se puede representar el formato de Check List para auditar el cumplimiento de las 3 primeras “S”. Fuente: Los Autores

DISCIPLINA (SHITSUKE)

Como medio para la fomentación de disciplina en 5 S’s, se pretende implementar lo siguiente:

- Fotografías de antes y después de las 5 S’s
- Fomentar prácticas diarias de 5 S’s por el responsable de cada área.
- Establecer controles visuales, indicadores, metas alcanzadas, etc.
- Capacitaciones al personal sobre la importancia de las 5’s y el impacto dentro de la empresa caso de estudio
- Realizar un plan de auditorías para 5S’s

Con respecto a la Auditoria y control de las 5S’s, se deberá llevar a cabo con la guía de una hoja de auditoría, la cual se deja como propuesta (Formato sugerido de Check List 5S). De esta manera se debe obtener una calificación a las preguntas planteadas para

cada una de las S's correspondientes, debiendo ser un medio de control en el proceso cuello de botella sobre el programa 5's y así tomar acciones para mejorar o corregir de ser necesario.

4.8.4.5. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA 5S's

Conforme a lo descrito anteriormente, se deja como propuesta el siguiente cronograma de implementación:

Tabla 34 Cronograma de actividades

FASES	ACTIVIDADES	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
Planificación de la estrategia de implementación	Planteamiento de objetivos	X					
	Definición de resultados esperados	X					
	Concientización del personal	X					
	Conformación de equipos de trabajo	X					
Capacitación de la metodología 5S	Capacitación de SEIRI (Clasificar)		X				
	Capacitación de SEITÓN (Ordenar)		X				
	Capacitación de SEISO (Limpieza)		X				
	Capacitación de SEIKETSU (Estandariza)		X				
	Capacitación de SHITSUKE (Disciplina)		X				
Evaluación de la metodología 5S	Verificación de mejora continua			X			
Costo de implementación de la metodología 5S	Implementación de SEIRI (Clasificar)				X		
	Implementación de SEITÓN (Ordenar)				X		
	Implementación de SEISO (Limpieza)				X		
	Implementación de SEIKETSU (Estandariza)					X	
	Implementación de SHITSUKE (Disciplina)						X

Nota: Se representa el cronograma de actividades con 4 fases para la implementación de la metodología 5S's. Fuente: Los Autores

4.9. VSM ESTADO FUTURO

Concluido con las propuestas de mejora, tanto en el cuello de botella y en la distribución de planta, basado en herramientas de Lean Manufacturing, se procede a plasmar las propuestas en un VSM del estado futuro, en el mismo se muestran las mejoras obtenidas, la parte correspondiente a la propuesta de distribución de planta es representada en el VSM con la eliminación de los desperdicios de transporte.

Para el estado futuro se presentan los siguientes cambios:

- Reducción del tiempo de ciclo del cuello de botella
- Asignación de recurso Mano de obra al cuello de botella
- Unificación de procesos en uno nuevo llamado “Fabricación de placas y bases”
- Diseño de una nueva Distribución de planta
- Propuesta de Implementación de 5 S

Tabla 35 Datos de tiempos (PROPUESTA), VSM futuro.

Proceso	N° Operarios	TC (min)	TCP (min)
Troquelado de Tool	1	247,44	5
Fabricación de cama base	3	172,59	10
Fabricación de Placas y Bases	1	116,56	15
Ensamble de bandeja (1.22m A x 4.88m L)	3	361,74	10
Fabricación de compuerta de limpieza	1	228,41	5
Fabricación de compuertas de descarga	1	226,55	5
Fabricación de campana difusora de aire	1	221,48	10
Fabricación de Quemador Directo GLP - Full	1	429,67	10
Fabricación de turbina centrifuga	5	440	13
Proceso de pintura al horno "electrostática	2	252,96	2
Montaje de tablero Eléctrico	1	55,26	5
Ensamble final de máquina secadora rectangular	3	376,5	15
Total	23	3129,16	105
Tiempo de producción total (minutos)		3234,2	

Nota: La tabla 35 presenta el resumen de datos obtenidos de las mejoras propuestas en los puntos anteriores. Fuente: Los Autores

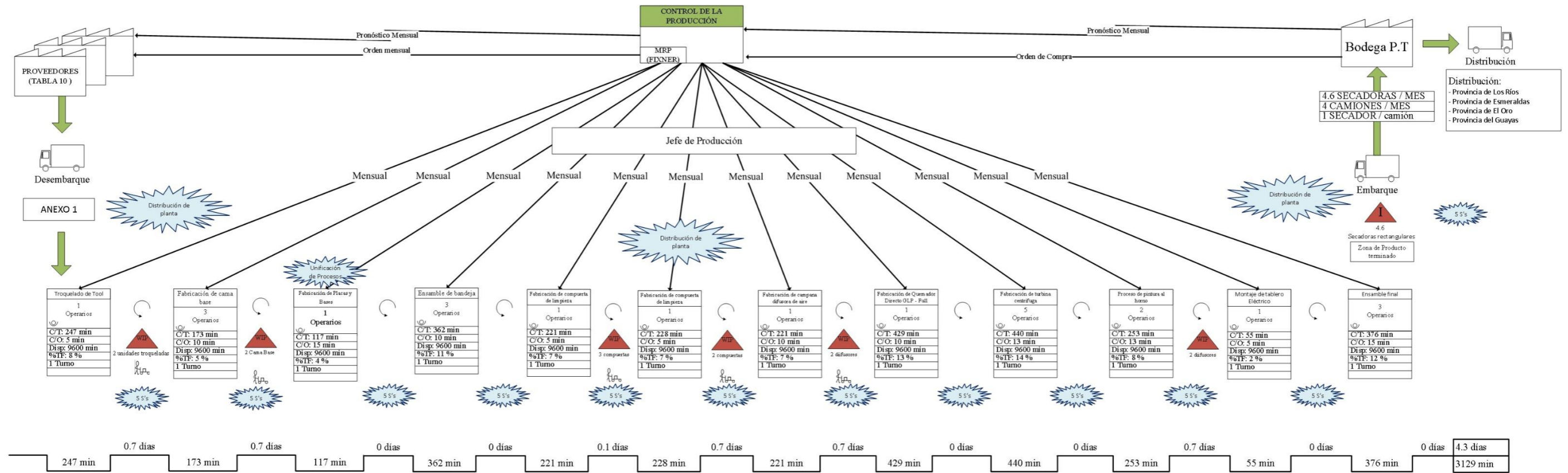
De esta manera, para la construcción del VSM futuro se tienen los siguientes datos:

Tabla 36 Datos correspondientes a %TF, inventario, takt time, lead time.

Proceso	TD (min)	T Ocupación (min)	% TF	Inventario	Tack Time (min)	Lead Time (días)
Troquelado de Tool	9600	247,44	8%	2	3200	0,7
Fabricación de cama base	9600	172,59	5%	2		0,7
Fabricación de Placas y Bases	9600	116,56	4%	0		0,0
Ensamble de bandeja (1.22m A x 4.88m L)	9600	361,74	11%	0		0,0
Fabricación de compuerta de limpieza	9600	228,41	7%	3		1,0
Fabricación de compuertas de descarga	9600	226,55	7%	2		0,7
Fabricación de campana difusora de aire	9600	221,48	7%	2		0,7
Fabricación de Quemador Directo GLP - Full	9600	429,67	13%	0		0,0
		440	14%	0		0,0
Fabricación de turbina centrifuga	9600		%			
Proceso de pintura al horno "electrostática	9600	252,96	8%	2		0,7
Montaje de tablero Eléctrico	9600	55,26	2%	0		0,0
Ensamble final de máquina secadora rectangular	9600	376,5	12%	0		0,0
Total						4,3

Nota: La tabla 36 presenta en resumen los datos pertenecientes a la propuesta del nuevo proceso productivo. Fuente: Los Autores

Figura 38 VSM del estado Futuro



Nota: La figura presenta el Vsm Futuro del proceso productivo. Fuente: Los Autores

4.10.COSTO/BENEFICIO DE LA PROPUESTA

Una vez establecida la propuesta para el nuevo proceso productivo, se obtuvo un nuevo tiempo de producción de 3129 minutos, con lo que se procede al análisis costo beneficio, con el fin de para comprobar su factibilidad, realizando una comparación entre el tiempo total de producción, los precios de venta promedios y las ventas.

Tabla 37 Beneficio en dólares del nuevo proceso

Descripción del proceso	Tc (min)	Capacidad (U/mes)	Precio promedio	Venta Mensual	Ventas Anual
Situación actual	3654,18	2,63	\$4.032,00	\$10.592,58	\$127.110,98
Situación optimizada	3129,16	3,02	\$4.032,00	\$12.178,59	\$146.143,03
Beneficio del nuevo proceso				\$1.586,01	\$19.032,05

Nota: Se puede observar una utilidad de \$19.032,05 al cumplir la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing. Fuente: Los Autores

La tabla 37 presenta una comparativa entre las unidades producidas por mes y el total de ventas generadas por las mismas al año, en la que se observa que la propuesta genera un crecimiento del 15% en las ventas anuales. En la siguiente tabla se presenta el análisis de factibilidad de la inversión:

Tabla 38 Flujo de datos para el análisis financiero

Crecimiento Anual	5%			
Periodo (n)	0	1	2	3
Inversión Inicial (I ₀)	\$ 14 453.65			
Ingresos		\$19.032,05	\$19.983,66	\$20.982,84
Depreciación		\$0,00	\$0,00	\$0,00
Flujo antes de impuesto		\$19.032,05	\$19.983,66	\$20.982,84
Impuesto Renta (15%)		\$2.854,81	\$2.997,55	\$3.147,43
Flujo de efectivo Neto (C _n)	\$ - 14 453.65	\$16.177,24	\$16.986,11	\$17.835,41

Nota: Análisis financiero para implementar la metodología 5S. Fuente: Los Autores

Con estos criterios se analizan los datos en la siguiente tabla:

Tabla 39 Resultados del análisis financiero

Tasa de descuento (trema)	15,60%
Valor presente de la suma de flujo actualizados	\$38.250,53
Valor Presente Neto (VPN o VAN)	\$23.796,88
Tasa Interna de Retorno (TIR)	101%
Índice de rentabilidad o Razón Beneficio/Costo	2,65

Nota: La tabla indica el resultado de factibilidad de la propuesta de implementación de la herramienta Lean en estudio. Fuente: Los Autores






De la tabla 39 Se obtiene un índice de rentabilidad de 2.65, lo que, en otras palabras, hace que la propuesta sea viable, obteniendo rentabilidad en el proceso, lo que sugiere, que se podría realizar la misma propuesta no solamente en el cuello de botella, sino en todo el sistema, obteniendo resultados favorables tanto en la parte productiva como en la financiera.

5.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

CUELLO DE BOTELLA DEL PROCESO PRODUCTIVO

Con la designación de actividades a bodega, se obtiene un tiempo de 890,26 minutos y una reducción en la distancia recorrida a 15 metros (44% menos recorrido).

Tabla 40 Resumen DPR actual vs Propuesto

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 Operaciones	7	850,16	7	850,16
 Transportes	1	4,16	0	0
 Controles	2	40,1	2	40,1
 Esperas	1	4,98	0	0
 Almacenamiento	1	12,1	0	0
TOTAL	12	911,5	9	890,26
Distancia recorrida en Metros		27		15

Nota: Se evidencia una reducción el tiempo de ciclo del proceso. Fuente: Los Autores

De la tabla 40, se observa cómo se logra una reducción notable, por lo que se replicó a todos los procesos, dejando a bodega a cargo de las actividades de abastecimiento.

De la unificación del proceso “Fabricación de placas y bases”, se libera recurso mano de obra para trabajo directo en el cuello de botella (2 trabajadores), quedando de esta manera con 5 trabajadores para cubrir la demanda del cuello de botella, por lo que se espera una reducción de al menos el 50% en el tiempo de ciclo, por lo que el nuevo tiempo de ciclo en el cuello de botella es de **445.13 minutos**.

TRANSPORTES DE MATERIA PRIMA

La tabla 25 presenta una mejora del **14.36%** en los tiempos de ciclo, esta reducción se obtiene de manera directa por la designación de actividades a bodega, misma que se encargara del abastecimiento de materias primas y materiales a cada área productiva.

Para la propuesta, se elimina de todo el sistema productivo el tiempo de 62 min y la distancia 217 metros, empleados para labores fuera de la producción.

PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

Se evaluó las propuestas mediante ponderación cuantitativa, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 41 Resultados del estudio de los Layout

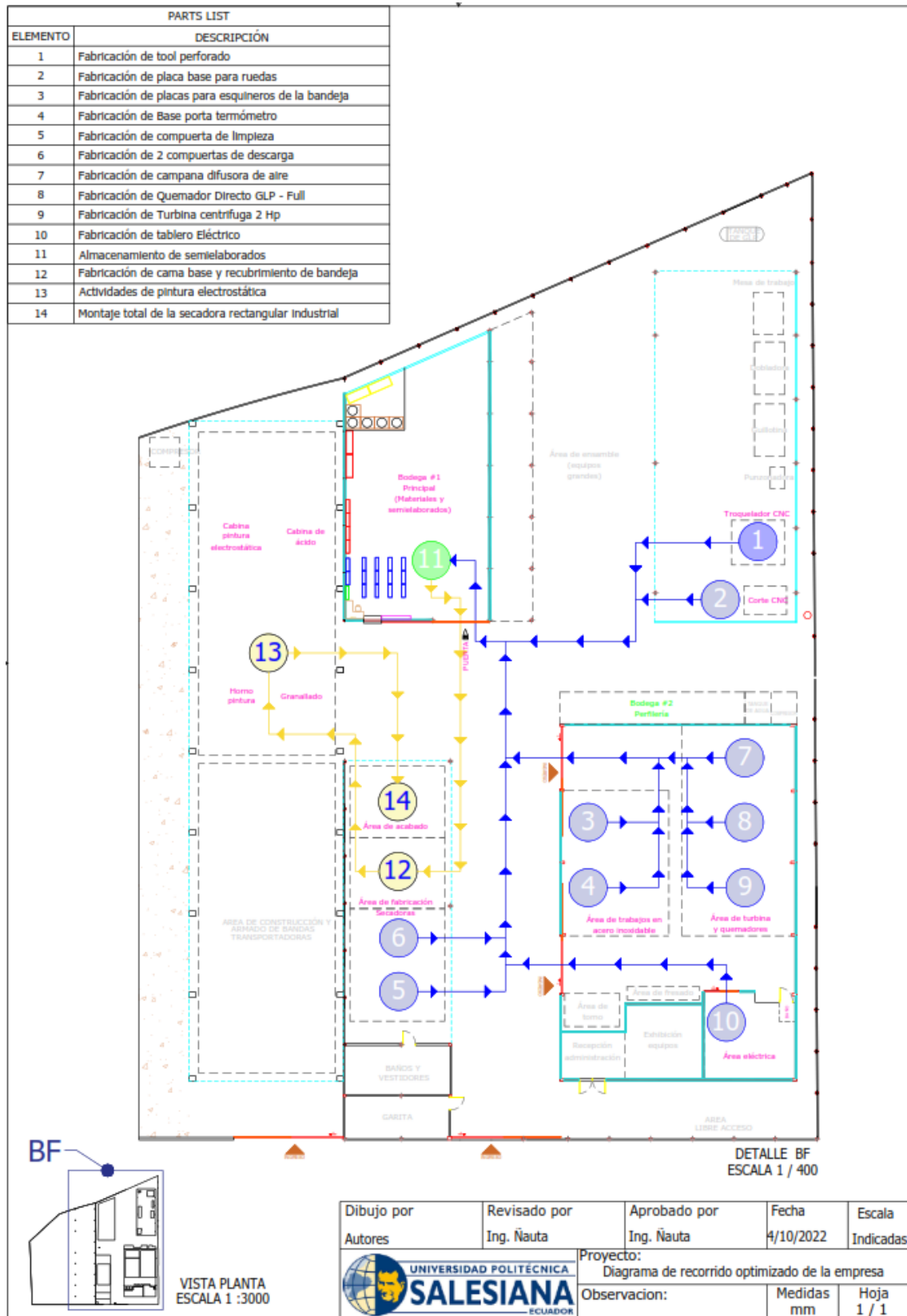
FACTOR	PESO	PLANES ALTERNATIVOS					
		1		2		3	
		Calif.		Calif.		Calif.	
1) Facilidad de expansión futura.	0,2	2	0,4	3	0,6	3	0,6
2) Efectividad de flujo de materiales.	0,3	3	0,6	3	0,6	5	1
3) Utilización de espacio.	0,2	2	0,4	4	0,8	4	0,8
4) Seguridad y conservación.	0,2	2	0,4	3	0,6	5	1
5) Facilidad de control y supervisión.	0,1	1	0,2	4	0,8	4	0,8
TOTAL		2		3,4		4,2	

Nota: La calificación de los factores se obtuvo mediante la deducción de datos y sugerencias del jefe de producción. Fuente: Los Autores

De los resultados obtenidos en la Tabla 41, el layout de la alternativa 3 presenta mayor ponderación con 4,2, siendo de esta manera la propuesta óptima para la distribución de la planta.

La figura 39, presenta el diagrama de recorrido de la propuesta de distribución de planta para la fabricación de secadoras rectangulares de cacao 20qq, por lo que se puede identificar un orden en el proceso y la no existencia de actividades cruzadas entre áreas, por lo que se aprovecha mejor los espacios, el flujo de materiales, seguridad, facilidad de control y supervisión del proceso productivo.

Figura 39 Diagrama de recorrido, distribución de planta propuesta

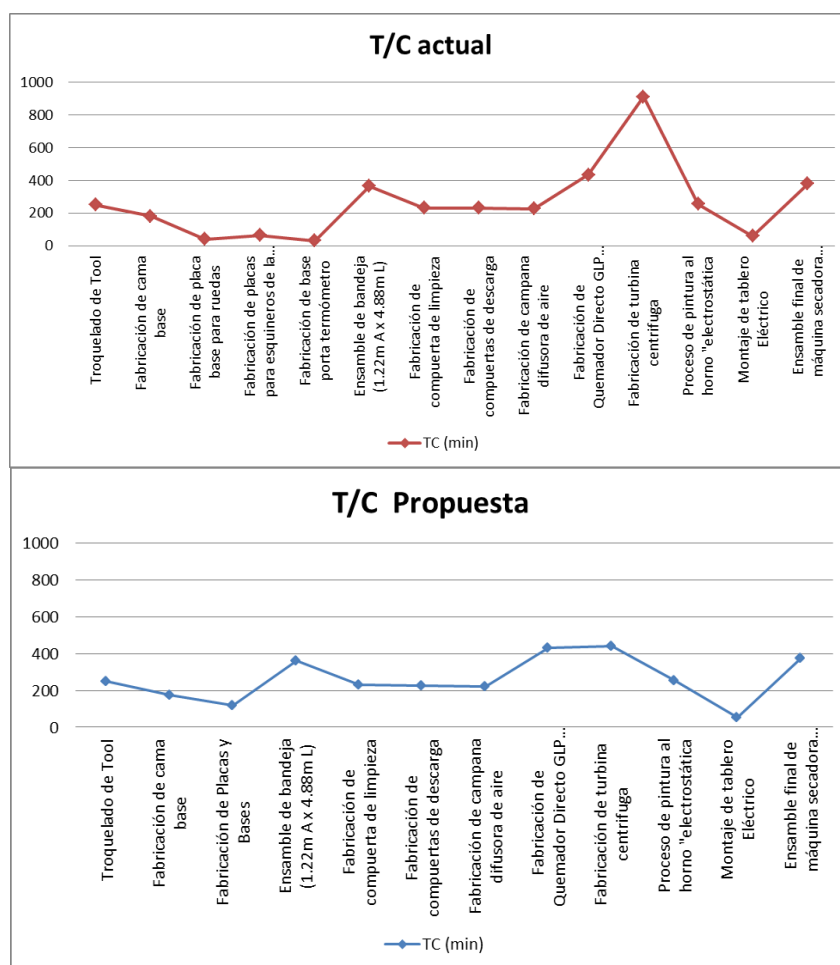


Nota: Diagrama de recorrido con la distribución de planta óptimo para el proceso de fabricación de secadora rectangular 20qq. Fuente: Los Autore.

VSM ESTADO FUTURO

Con las propuestas, se obtiene un tiempo total de producción de 3234.3 min. La figura 40 presenta las curvas del tiempo de ciclo, observando que se han reducido en comparación con el estado actual del proceso de producción:

Figura 40 Tiempo de ciclo Actual vs Propuesta



Nota: De la figura 40, se observa un proceso de producción más controlado, se tomaron acciones en el cuello de botella, obteniendo una reducción del tiempo ciclo correspondiente al 14.3 % en comparación al estado actual.

De la tabla 37, comparando con la situación actual, mediante la propuesta se obtiene un incremento en los porcentajes de ocupación de cada proceso, se genera una reducción del lead time, debido a la intervención en el proceso cuello de botella, mismo que pasa de 7.7 días por secadora a 4.3 días.

En el VSM futuro, de la propuesta planteada, el flujo de producción se mantiene en pull, es decir MAKE TO STOCK, de esta manera se asegura un flujo continuo de producto para las partes más críticas de la producción.

ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

En la tabla 38 se obtiene un impacto económico positivo de \$ 19.032,05 en el volumen de ventas anuales, estos beneficios cumplen con la implementación de la propuesta enfocada en la mejora del cuello de botella, con una inversión inicial de \$ 14 453.65, lo que representa un crecimiento financiero del 15%.

Del análisis costo/beneficio realizado en el punto 4.10., se consiguió un resultado para el índice de rentabilidad de **2,65**, lo que hace que la propuesta sea viable por ser un coeficiente mayor a 1, es decir, el proyecto podría generar ganancias netas que superan en más del doble por cada dólar invertido en la propuesta.

6. CONCLUSIONES

Se logró un nuevo diseño para el proceso productivo del secador de cacao de 20qq, se eliminaron desperdicios correspondientes a transportes y esperas, se tomó como punto de mejora al cuello de botella del sistema (Fabricación de 1 turbina centrífuga de 2HP), gracias al planteamiento de propuestas en este proceso, se obtuvo una reducción del lead time a 4.4 días.

Se identificó el estado actual de producción del producto estrella de la empresa, correspondiente al secador de cacao de 20qq, mediante el estudio de tiempos de trabajo bajo la metodología de tiempos y movimientos y la aplicación de DPRs, presentando una de 14 procesos con un tiempo de ciclo de 3654.2 minutos.

Con el desarrollo del VSM actual del proceso, herramienta esencial en Lean Manufacturing, se consiguió identificar los desperdicios generados dentro del sistema, siendo el de mayor impacto, el tiempo ocasionado por transportes innecesarios, esto genera la oportunidad de mejora en la línea de producción. Con la identificación de los desperdicios, se mejoró el proceso cuello de botella, consiguiendo una reducción en el tiempo de ciclo equivalente al 48% del tiempo actual, esto mediante eliminación de tareas que no generan valor y la asignación de recursos mano de obra provenientes de la unificación de 3 actividades (con %TF<3%) se mejoró el flujo de materiales y un aumento en la producción en un 14.3%.

Se eliminaron transportes innecesarios que se generan por el transporte de materia prima, esto se consiguió designando que las actividades de entrega de materiales e insumos sean realizados por personal de bodega, minimizando los tiempos de espera de los operadores y ganando en tiempo productivo, lo que resulto en una reducción del tiempo de ciclo a 3129 minutos, estas mejoras entran dentro de un nuevo proceso productivo el mismo que se lo presenta en el VSM futuro (figura 41; tabla 38), dichas mejoras proponen una reducción en el tiempo de ciclo correspondiente al 14.3% min y un lead time de 4.3 días, lo que genera un aumento considerable en el producción de secadores de cacao de 20qq fundamentado en la

mejora del cuello de botella y su impacto en el sistema en concordancia con Goldratt, (2010) se obtendrá una mejora general en el sistema, resultado que se ve reflejado en el VSM futuro.

Del análisis costo beneficio, se obtiene que la propuesta del nuevo sistema productivo generara un aumento en la producción en \$1.586,01 mensuales, \$19.032,05 anuales, por lo que, al realizar el análisis con el valor del costo de la propuesta y los beneficios generados por la misma, se obtiene un valor de rentabilidad de 2,65 lo que convierte a la propuesta de mejora en un proyecto viable para la empresa generando un beneficio para los intereses de la empresa.

7. RECOMENDACIONES

Implementar acciones en todas las actividades del nuevo sistema productivo como las generadas en la propuesta para el tratamiento del cuello de botella, analizar la situación futura e implementar un plan de mejora continua en el proceso.

Establecer indicadores o KPI para la medición y evaluación de los procesos, así se obtendría un control sobre el sistema de producción y se podrían generar acciones según los resultados que presenten los indicadores.

La filosofía Lean Manufacturing, según varios estudios revisados para el desarrollo del proyecto, presenta cambios notables luego de su implementación, por lo que es importante el tener un personal capacitado e informado acerca de cada punto de la propuesta, ya que es común que al ser acciones que rompen paradigmas en los campos de producción, el personal tiende a presentar resistencia a los cambios.

REFERENCIAS

- Abril, V. (2008). Técnicas e instrumentos de la investigación. *Recuperado de http://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/41375407/Tecnicas_e_Instrumentos_Material_de_clases_1.pdf*.
- Arbos, L. C. (2021). *Manual de organización e ingeniería de la producción y gestión de operaciones*. Editorial AMAT.
- Armenia Bellodas Távora, D. C. A. (2018). *PROPUESTA DE MEJORA BASADA EN LA METODOLOGÍA DE LAS 5S PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIA DE LA HEBILLA S.A.C. EN EL AÑO 2018*. 18.
- Benjamin W. Niebel & Andris Freivalds. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
<https://books.google.com.ec/books?id=GI-dQwAACAAJ>
- Calle Santacruz, M. J., & Pulgarin Siavichay, J. T. (2015). *Organización de los procesos administrativos y productivos a la planta procesadora de lácteos PAME ubicada en el cantón Biblián provincia del Cañar* [BachelorThesis].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7825>
- Carreras, M. R., & García, J. L. S. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos.
- García, A. T., & García, I. U. (2014). Concepción de un procedimiento para la planificación y control de la producción haciendo uso de herramientas matemáticas. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 18, 130-145.

- García, D. de la F., & Quesada, I. F. (2005). *Distribución en planta*. Universidad de Oviedo.
- Goldratt, E. M. (2010). *Meta, La (Tercera Edición revisada): Un proceso de mejora continua*. Ediciones Granica S.A.
- Gomez, L. M. G., Ayala, H. G., & Rojas, C. P. (2012). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5 S EN EL ÁREA DE CARPINTERÍA EN LA UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA*. 43.
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing: Concepto, técnicas e implantación*. Fundación EOI.
- Johnny Cruz, & Graciela Pérez. (2010). *Manual para la implementación Sostenible de las 5 S's* (2 da Edición). INFOTEP.
- Karla S Almonte. (s. f.). Kaizen y las 5S.... *EOI Escuela de Organización Industrial*. Recuperado 15 de octubre de 2021, de <https://www.eoi.es/blogs/karlasugeilyalmonte/2011/12/16/kaizen-y-las-5s/>
- López, B. S. (2019, junio 26). Cálculo del número de observaciones » Ingeniería Industrial Online. *Ingeniería Industrial Online*. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>
- Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos: Para la manufactura gil*. Pearson Educación.
- Miguel Valpuesta Lucena. (2016). *Ejemplo de aplicación de herramientas Lean en una fábrica del sector automoción* [Escuela Técnica Superior de Ingeniería]. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91057/fichero/TFG+Ejemplo+de+aplica>

ci%C3%B3n+de+herramientas+Lean+en+una+f%C3%A1brica+del+sector+auto
moci%C3%B3n.pdf

Moore, J. M. (1962). *Plant Layout and Design*. Macmillan.

Roberto Carro Paz. (s. f.). *Administración de las Operaciones: Productividad y competitividad*.

http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

Rohani, J. M., & Zahraee, S. M. (2015). Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process of Color Industry. *Procedia Manufacturing*, 2, 6-10. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.002>

Sacristán, F. R. (2005). *Las 5S: Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. FC Editorial.

Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing: Paso a paso*. Alpha Editorial.

Solís-Quinteros, M. M., Zayas-Márquez, C., Ávila-López, L. A., & Carrillo-Gutierrez, T. (2021). Lean Manufacturing as a Strategy for Continuous Improvement in Organizations. En *Lean Manufacturing*. IntechOpen.

Tapping, D., & Shuker, T. (2003). *Value stream management for the lean office: 8 steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative areas*. Productivity Press.


Villaseñor Contreras, A., Galindo Cota, E., Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (México), & Campus Sonora. (2007). *Manual de lean manufacturing: Guía básica*. Noriega Edits. : Limusa : ITESM, Campus Sonora.

ANEXOS

Anexo 1 Receta de fabricación de secadora industrial rectangular (1.22x4.88) m

RECETA FABRICACIÓN:		SECADORA INDUSTRIAL RECTANGULAR (1,22 X 4,88)m				
		MATERIAL BASE: ACERO INOXIDABLE 430				
I. COSTO DE PRODUCCION						
SISTEMA	ELEMENTO	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	UNIDAD		
BANDEJA DE SECADO	1 CAMA 1.22x4.88 m	MALLA	Malla ace. Galv. 1,9 mm perf. 6 mm (1,22x2,44)m	2,00	U	
		RECUBRIMIENTO LATERALES	Tool acero inoxidable 430° en 1,5 mm	5,00	U	
		RECUBRIMIENTO INFERIOR CAMA	Tool Galv. 1.1 mm (1,20)	2	U	
		PLATAFORMA	Tubo cuadrado Galv. (25x25x1.5) mm	7	U	
		ESQUINEROS PROTECTORES	Esquina para marco en plancha Ace Innox 430 en 1,5 mm	4	U	
		SUJECION	TORNILLOS 10 X 3/4	320,00	U	
	4 RUEDAS CON BASE	UNION DE 2 TRADS	Tubo cuadrado Galv. (50x50x1.5)mm	0,33	U	
		RUEDA	RUEDA 3" GIRATORIA (POLIETANO Y ALUMINIO) + BASE COM	4	U	
		SUJECION	PERNO 3/8 X1 GALV	16,00	U	
		SUJECION	ANILLO 3/8 GALV	16	U	
		2 C COMPUERTA DE DESCARGA	CARCAZA	TOOL 2MM	2,00	U
			SUJECION	PERNO 5/16 x1 H/GALV.	22,00	U
	1 C COMPUERTA DE LIMPIEZA	SUJECION	ANILLO 5/16 GALVANIZADO	26,00	U	
		SUJECION	PERNO 5/16 X2 GALV	10	U	
CAMPANA	BRIDA PUERTA LIMPIEZA	Platina 50 x 6 mm (2 x 1/4")	0,50	U		
	BRIDA	Angulo 1 x 1/8" acero al carbono	1,00	U		
	CUERPO	CARCAZA	Tool de 2mm Acero al carbono	1,00	U	
SUJECION		PERNO 5/16 x1 H/GALV.	12,00	U		
SUJECION		ANILLO 5/16 GALVANIZADO	24,00	U		
QUEMADOR	CAJON	CUERPO	TOOL LAM 2MM	0,5	U	
		BRIDA	ANGULO 1 X 1/8	0,3	U	
		BRIDA	PLATINA 1/2 X 3/16	0,17	U	
	CAJA DE CONTROL DE LLAMA	SISTEMA GLP	NEPLO GALV 1/2 X 6	1	U	
		SISTEMA GLP	NEPLO GALV 1/2 X 3	2	U	
		SISTEMA GLP	CODO GALV 1/2	2	U	
		SISTEMA GLP	NUDO UNIVERSAL 1/2	1	U	
		SISTEMA GLP	NEPLOS PERDIDO 1/2	2	U	
		SISTEMA GLP	TEFLON	1	U	
		SISTEMA GLP	LLAVE RED WHITE 1/2	1	U	
		SISTEMA GLP	VALVULA SELENOIDE ELECTRO 110	1	U	
		SISTEMA ELECTRICO	ESPIGAS DE 1/2 A 3/8 - NEPLO BRONCE B368MP	4	U	
		SISTEMA ELECTRICO	BREAKER 15A	1	U	
		SISTEMA ELECTRICO	CONTRACTOR 110LS	1	U	
		SISTEMA ELECTRICO	BOVINA CHISPA	1	U	
		SISTEMA ELECTRICO	LLZ PILOTO	1	U	
		SISTEMA ELECTRICO	BOTONERA	1	U	
		SISTEMA ELECTRICO	CABLE FLEXIBLE #16	2,00	m	
		SISTEMA ELECTRICO	CABLE CONCENTRICO	3,00	m	
		SISTEMA ELECTRICO	ENCHUFE 110 CUPPER	1	U	
		SISTEMA ELECTRICO	TERMINALES GRANDE	6	U	
		SISTEMA ELECTRICO	TERMINALES PEQUEÑOS	6	U	
		SISTEMA ELECTRICO	TERMINALES DE BUJIA	2	U	
		SISTEMA ELECTRICO	PERNOS GALV 5/16 X1 (T/A)	32	U	
		SISTEMA ELECTRICO	PERNOS GALV 6 X 16	10	U	
		SISTEMA ELECTRICO	PAR ELECTRODO CHISPA	1	U	
		SISTEMA ELECTRICO	CABLE BUJIA	1,00	m	
		SISTEMA ELECTRICO	PORTA CONTACTOR	10,00	cm	
		SISTEMA ELECTRICO	CINTA AISLANTE	1	U	
		SISTEMA ELECTRICO	PERNO HIERRO 1/2 X 1	1	U	
		SISTEMA ELECTRICO	TUBO ACERO INOX 1.1/2	15,00	cm	
		* DISTRIBUIDOR PARA 4 CILINDROS GAS:	SISTEMA GLP	Manguera roja para GAS	5,50	m
			SISTEMA GLP	Llave esferica 1/2	4,64	U
			SISTEMA GLP	Abrazaderas 3/8	10	U
			SISTEMA GLP	Valvulas para cilindro de GAS	4	U
			SISTEMA GLP	T galvanizada 1/2	3	U
			SISTEMA GLP	Espigas 1/2" a 3/8"	6	U
			SISTEMA GLP	Neplos 3" x 1/2 Galvanizado	2	U
	SISTEMA GLP		Neplos perdidos 1/2 Galvanizado	4	U	
	TURBINA	CUERPO	CARACOL	TOOL 2MM	0,75	U
			TRANSMISION	NUCLEO PEQUEÑO 250 mm	1	U
			SISTEMA ELECTRICO	MOTOR MONOFASICO 3600RPM 2HP	1	U
GUARDA			VARILLA LIZA 5 mm	0,50	U	
SUJECION			PERNO 5/16 X1 T/A	4	U	
SUJECION			PERNO M6 X 20	20	U	
SEÑALÉTICAS DE SEGURIDAD Y ADVERTENCIA	SISTEMA ELECTRICO	CABLE CONCENTRICO 3 X 1 #10	4	m		
	SEÑALÉTICA	Adhesion de stickers en bandeja metalica	4,00	U		
	SEÑALÉTICA	Adhesion de stickers en campana	1,00	U		
	SEÑALÉTICA	Adhesion de stickers en quemador	2,00	U		
	SEÑALÉTICA	Adhesion de stickers en turbina centrifuga	3,00	U		

Anexo 2 Estudio de tiempos de trabajo, situación actual.

 <p style="text-align: center;">ESTUDIO DE TIEMPO</p>															
Proceso (Tarea)	Fabricación de 2 tool perforado de 5mm "Ø" x 2mm "e"														
Fecha: nov-22	Hora inicio: 8:20				Hora fin: 17:10				Elaborado por: Autores				Tiempo Estándar Obtenido: 248,01		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Creación de la orden de trabajo	1,81	1,79	2,07	2,26	1,83	1,77	1,93	2,20	1,80	1,90	1,94	0,90	1,74	20%	2,09
Pedido de materiales	2,84	3,03	3,30	3,20	3,31	3,18	3,00	3,38	2,77	2,83	3,08	0,90	2,78	20%	3,33
Traslado de 2 Tool desde las perchas de bodega a máquina	2,15	2,24	1,89	2,24	1,78	2,33	1,76	2,25	1,95	2,15	2,07	0,90	1,87	20%	2,24
Calibración de máquina troqueladora con ajuste: perforación de 5mm x 2mm de espesor).	2,95	3,28	3,00	3,11	2,74	3,31	3,11	2,92	3,16	3,07	3,06	1,00	3,06	20%	3,68
Colocación de Tool sobre bancada (2 unidades)	2,01	2,35	1,77	2,18	2,39	2,13	1,72	2,37	2,27	2,38	2,16	1,00	2,16	20%	2,59
Perforación de 2 Tool H/G	230,03	230,20	230,33	230,37	229,84	229,78	230,37	230,06	230,20	229,93	230,11	0,82	188,69	20%	226,43
Inspección y prueba de calidad	3,21	2,86	2,89	3,11	2,94	3,21	2,91	3,17	2,84	2,89	3,00	0,82	2,46	20%	2,95
Limpieza y embalaje.	3,86	3,71	4,14	4,25	3,88	4,07	4,30	4,31	4,10	4,23	4,09	0,96	3,92	20%	4,71
Total Ciclo (minutos)											249,51		206,68		248,01

Nota: Estudio de tiempos Proceso 1, Fabricación de 2 Tool perforados. Fuente: Los Autores

ESTUDIO DE TIEMPO


Proceso (Tarea)	Fabricación de estructura de soporte para conformar la cama de secado														
Fecha:	Hora inicio:				Hora fin:				Elaborado por:				Tiempo Estándar Obtenido:		
nov-22	8:20				17:10				Autores				204,86		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Creación de la orden de trabajo	3,35	3,09	2,95	3,22	3,26	3,02	2,81	3,02	3,07	2,87	3,07	0,82	2,51	20%	3,02
Pedido de materiales	3,89	4,18	3,76	4,00	4,22	4,30	3,72	4,36	4,39	3,73	4,05	0,82	3,32	20%	3,99
Traslado de perfilería desde las perchas de bodega al área de trabajo.	7,74	8,10	8,39	8,24	7,92	8,27	7,75	8,40	8,17	8,33	8,13	1,00	8,13	20%	9,76
Preparación del área y herramientas de trabajo	2,01	2,21	2,09	1,83	1,79	1,87	2,04	2,32	2,38	2,22	2,08	0,90	1,87	20%	2,24
Trazado y corte de tubos cuadrados H.G. 25x25x2mm según plano para armar plataforma.	19,80	19,82	19,78	20,25	19,70	20,10	20,16	19,76	20,39	20,21	20,00	0,95	19,00	20%	22,80
Verificación de medidas	2,32	2,08	2,33	2,01	2,15	1,87	2,02	2,09	2,02	2,15	2,10	0,91	1,92	20%	2,30
Posicionar tubos cortados para armar sobre plantilla	9,88	10,22	9,79	9,88	9,94	10,24	10,17	9,95	9,83	9,95	9,99	1,00	9,99	20%	11,98
Soldadura de tubos para formar la plataforma	35,08	35,05	34,95	34,74	34,97	35,28	35,33	34,96	34,73	35,30	35,04	0,90	31,53	20%	37,84
Soldadura de Tool perforado sobre plataforma para formar cama	19,96	20,11	20,20	20,04	19,87	19,88	20,03	20,04	20,23	19,96	20,03	0,95	19,03	20%	22,84
Trazado y corte de tubos cuadrados H.G. 25x25x2mm según plano para bases verticales	20,09	20,17	19,71	20,23	19,92	20,32	19,81	19,93	20,15	19,91	20,02	1,00	20,02	20%	24,03
Verificación de medidas	2,71	3,27	2,91	2,74	3,19	3,23	3,21	3,03	2,92	2,98	3,02	1,00	3,02	20%	3,62
Soldadura de tubos bases sobre la plataforma	39,89	40,36	39,77	40,33	39,94	39,93	39,86	39,91	39,89	40,22	40,01	0,95	38,01	20%	45,61
Limpieza y pulido de escoria	9,99	10,08	9,88	10,39	9,98	9,72	9,83	10,28	9,93	9,93	10,00	0,95	9,50	20%	11,40
Inspección y prueba de calidad	3,28	2,71	3,39	3,28	2,96	3,36	3,09	3,39	3,23	3,11	3,18	0,90	2,86	20%	3,43
Total Ciclo (minutos)											180,72		170,71		204,86

Nota: Estudio de tiempos Proceso 2, Fabricación de estructura para la cama de secado. Fuente: Los Autores


ESTUDIO DE TIEMPO

Proceso (Tarea)	Fabricación de 4 bases de soporte para instalar las ruedas giratorias														
Fecha:	Hora inicio:				Hora fin:				Elaborado por:				Tiempo Estándar Obtenido:		
nov-22	8:20				17:10				Autores				41,85		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplemento u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Creación de la orden de trabajo	3,00	3,40	2,96	3,45	3,20	3,38	3,07	3,34	2,98	2,99	3,18	0,87	2,76	20%	3,32
Pedido de materiales	4,06	4,37	4,10	4,10	4,28	4,07	4,26	4,02	4,14	3,96	4,14	0,90	3,72	20%	4,47
Traslado de Tool 4mm desde las perchas de bodega al área de trabajo.	2,49	1,96	2,03	1,91	2,36	1,96	2,32	1,99	2,25	2,00	2,13	1,00	2,13	20%	2,55
Trazado y corte de tool con forma triangular según medidas de plano.	5,10	5,01	5,04	5,39	5,39	5,41	4,88	5,11	5,33	5,34	5,20	0,78	4,06	20%	4,87
Preparación del equipo punzonadora	1,09	1,44	1,00	1,32	1,27	1,36	1,08	0,86	0,98	0,92	1,13	0,95	1,07	20%	1,29
Traslado de las 4 piezas placa hacia el equipo punzonador	4,06	3,85	4,25	4,02	4,38	4,20	3,83	3,86	4,22	4,15	4,08	1,00	4,08	20%	4,90
Perforación de placa para formar agujeros redondos 3/8"	10,20	9,82	10,18	10,17	9,82	10,17	9,93	10,06	9,92	10,35	10,06	0,90	9,06	20%	10,87
Machuelear agujeros para formar lo hilos de rosca	4,50	3,83	4,09	3,93	4,46	4,09	4,26	4,33	4,09	4,17	4,18	0,75	3,13	20%	3,76
Verificación de medidas	3,14	3,08	3,30	2,95	3,07	2,95	3,20	3,22	2,97	3,28	3,12	0,95	2,96	20%	3,55
Limpieza	2,12	2,24	2,23	2,14	2,16	1,94	2,12	1,95	2,35	1,89	2,11	0,90	1,90	20%	2,28
Total Ciclo (minutos)											39,32		34,88		41,85

Nota: Estudio de tiempos Proceso 3, Fabricación de 4 bases de soporte para instalar las ruedas giratorias. Fuente: Los Autores

 ESTUDIO DE TIEMPO															
Proceso (Tarea)	Fabricación de 4 placas metálicas para esquineros de la bandeja de secado														
Fecha: nov-22	Hora inicio: 8:20				Hora fin: 17:10				Elaborado por: Autores				Tiempo Estándar Obtenido: 72,48		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplemento u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Creación de la orden de trabajo	3,48	3,07	2,90	3,29	3,41	3,14	3,15	2,94	2,95	3,21	3,15	0,90	2,84	20%	3,41
Pedido de materiales	3,84	3,99	3,87	4,45	4,48	4,09	4,36	4,17	4,20	4,32	4,18	0,82	3,43	20%	4,11
Traslado de Tool 1.5mm desde las perchas de bodega al área de trabajo.	3,05	3,31	3,43	3,22	2,93	3,32	3,16	3,23	3,40	2,90	3,20	1,00	3,20	20%	3,84
Trazado y corte de tool según medidas de plano.	20,37	19,92	20,10	20,40	19,84	20,38	20,19	20,23	20,24	20,15	20,18	0,95	19,17	20%	23,01
Preparación del equipo plegador	3,09	3,06	3,25	2,90	2,88	3,31	3,13	3,01	3,03	3,32	3,10	1,00	3,10	20%	3,72
Doblez de placa para formar bordes para posicionar en las esquinas de la bandeja	15,39	15,03	15,37	15,50	15,31	14,94	15,17	15,28	15,29	14,92	15,22	0,91	13,85	20%	16,62
Limpieza y pulido de escoria	5,01	5,01	5,00	5,23	5,17	5,48	4,96	5,36	5,18	5,28	5,17	1,00	5,17	20%	6,20
Pintado	10,34	10,06	10,05	10,11	10,21	9,93	10,13	10,47	10,33	9,95	10,16	0,95	9,65	20%	11,58
Total Ciclo (minutos)											64,35		60,40		72,48

Nota: Estudio de tiempos Proceso 4, Fabricación de 4 placas metálicas para esquineros de la bandeja de secado. Fuente: Los Autores

 ESTUDIO DE TIEMPO															
Proceso (Tarea)	Fabricación de 1 base porta termómetro														
Fecha: nov-22	Hora inicio: 8:20				Hora fin: 17:10				Elaborado por: Autores				Tiempo Estándar Obtenido: 31,17		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Pedido de materiales	3,42	3,45	3,28	2,80	2,93	2,88	3,32	2,97	3,35	3,43	3,18	0,95	3,02	20%	3,63
Traslado de Tool 2 mm Ace. Inox. desde las perchas de bodega al área de trabajo.	2,22	2,00	2,33	1,83	2,17	1,95	2,25	1,93	2,38	1,93	2,10	1,00	2,10	20%	2,52
Trazado y corte de tool según medidas de plano.	5,03	5,81	5,08	5,94	5,32	5,89	5,28	5,90	5,04	5,93	5,52	0,82	4,53	20%	5,43
Pulido y perforación de tool	2,03	2,07	2,97	3,00	2,96	2,34	2,85	2,31	2,25	2,24	2,50	0,95	2,38	20%	2,85
Traslado de tuerca	1,97	2,50	2,18	2,13	1,97	2,39	2,25	2,32	2,15	2,04	2,19	0,95	2,08	20%	2,50
Preparación del equipo soldadura Tig	4,01	4,22	4,44	4,33	4,44	4,02	4,02	4,04	3,87	3,81	4,12	1,00	4,12	20%	4,94
Soldadura de tuerca 7/8" Ace. Inox. Sobre placa de 2mm Ace. Inox.	5,40	4,88	5,47	5,43	5,31	5,14	4,82	5,36	5,44	5,43	5,27	0,72	3,79	20%	4,55
Limpieza	3,04	3,20	3,30	3,93	3,20	3,32	3,83	3,81	3,28	3,98	3,49	0,80	2,79	20%	3,35
Verificación de medidas	1,41	1,23	1,91	1,26	1,24	1,26	1,82	1,89	1,15	1,35	1,45	0,80	1,16	20%	1,39
Total Ciclo (minutos)											29,83		25,97		31,17

Nota: Estudio de tiempos Proceso 5, Fabricación de 1 base porta termómetro. Fuente: Los Autores

ESTUDIO DE TIEMPO

Proceso (Tarea)	Fabricación de bandeja de secado de 2 tramos para 20qq														
Fecha:	Hora inicio:				Hora fin:				Elaborado por:				Tiempo Estándar Obtenido:		
nov-22	8:20				17:10				Autores				376,06		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplemento u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Pedido de materiales	10,15	10,06	10,06	9,81	10,03	9,91	9,88	10,20	9,87	10,04	10,00	0,87	8,70	20%	10,44
Traslado de Tool laminado desde las perchas de bodega al área de doblece.	4,12	4,24	3,77	4,11	3,78	3,74	4,31	3,74	3,72	4,12	3,96	0,87	3,45	20%	4,14
Preparación de la máquina Plegadora	4,87	5,22	5,21	5,10	4,79	4,91	4,80	5,20	5,27	4,94	5,03	1,00	5,03	20%	6,04
Trazado y doblece de Tool 1.5mm según plano para armar bordes en marco de la bandeja	59,96	60,10	60,33	60,17	59,93	59,85	59,91	59,82	59,88	59,94	59,99	0,90	53,99	20%	64,79
Verificación de medidas	5,05	4,73	5,07	5,35	5,00	4,98	5,32	5,02	4,82	5,38	5,07	1,00	5,07	20%	6,09
Traslado de las planchas dobladas al área de montaje de secadoras	3,06	3,07	3,33	3,30	2,85	2,81	3,23	2,94	3,16	2,96	3,07	0,90	2,76	20%	3,32
Preparación de cama base, bases para ruedas, compuertas, y elementos de sujeción.	9,76	10,25	10,08	10,35	10,38	9,72	9,71	10,35	9,97	10,20	10,08	0,82	8,26	20%	9,92
Colocar cama base con sus patas arriba sobre mesa de trabajo a 45cm del nivel del piso	3,03	3,35	2,94	3,00	2,73	2,79	3,01	3,28	3,05	3,25	3,04	0,82	2,49	20%	2,99
Cortar tubo cuadrado para formar esquineros de la bandeja 1.22m h	9,70	10,40	10,18	9,99	10,18	9,79	9,79	10,14	9,74	10,09	10,00	0,82	8,20	20%	9,84
Soldadura de tubos esquineros sobre la cama base	10,33	10,26	9,86	10,01	10,33	10,22	9,83	9,81	9,85	9,96	10,05	0,82	8,24	20%	9,89
Ensamble de Tool (4 caras) con tornillos autoperforantes para formar el cerramiento de la	49,92	49,82	49,73	50,26	50,16	50,10	50,04	50,24	49,75	49,86	49,99	0,82	40,99	20%	49,19
Ensamble de Tool 1.5 mm sobre las patas de la cama para cubrir el piso de la bandeja.	15,18	14,75	15,00	15,19	14,98	14,78	15,27	15,33	15,21	14,78	15,05	0,82	12,34	20%	14,81
Ensamble de placas posicionadas en las esquinas de la base para montar las 4 ruedas.	19,93	19,73	20,20	19,94	20,20	20,15	19,97	19,89	20,21	20,22	20,04	0,82	16,44	20%	19,72
Sujecion de las 4 ruedas giratorias con perno 3/8x1 y anillo plano	9,71	10,06	9,93	10,12	9,88	9,71	9,99	9,92	10,39	9,78	9,95	0,90	8,95	20%	10,75

Cortar 2 tubo cuadrado de 1.22m para unir centralmente los dos tramos de la bandeja	9,73	9,96	9,93	10,39	10,31	10,14	9,99	9,88	10,06	10,28	10,07	1,00	10,07	20%	12,08
Soldadura de tubo para unir los tramos conformados de 4.88 m L	15,37	15,12	14,77	14,83	14,78	14,89	15,32	15,27	14,74	14,89	15,00	0,72	10,80	20%	12,96
Maniobra de volteo 180° de la bandeja para posicionar ruedas sobre el piso	5,14	5,06	5,38	5,20	5,00	4,79	5,27	4,78	4,73	5,36	5,07	1,00	5,07	20%	6,08
Ensamble de 4 placas posicionadas en las esquinas de la bandeja con tornillos	25,23	24,95	25,22	25,36	24,83	24,84	24,95	25,12	25,08	24,92	25,05	0,80	20,04	20%	24,05
Trazado y corte con equipo plasma en 1 cara lateral de la bandeja para posicionar 2	9,92	10,27	10,24	10,16	10,23	9,96	9,86	9,94	9,73	9,87	10,02	0,80	8,01	20%	9,62
Trazado y corte con equipo plasma en 1 cara lateral de la bandeja para posicionar 1	15,26	15,10	14,71	14,96	15,33	15,36	15,38	15,17	15,37	14,86	15,15	0,80	12,12	20%	14,54
Embalaje y almacenamiento de Tool cortado (servirá para fabricación de compuerta de	5,34	4,85	5,14	4,99	5,13	5,32	5,28	5,16	4,98	5,05	5,13	0,90	4,61	20%	5,54
Trazado y corte con equipo plasma en 1 cara frontal de la bandeja para posicionar la campana	10,11	9,75	9,92	10,22	9,81	10,19	10,35	9,90	10,14	10,09	10,05	0,90	9,04	20%	10,85
Trazado y corte con equipo plasma en 1 cara posterior de la bandeja para posicionar	2,75	3,30	3,11	2,76	3,05	3,27	2,72	3,04	2,71	2,84	2,95	0,90	2,66	20%	3,19
Ensamble de placa base porta termómetro con 4 tornillos autoperforantes en la bandeja.	9,71	10,38	10,14	9,75	9,93	9,85	10,11	9,97	10,37	9,72	9,99	1,00	9,99	20%	11,99
Verificación de medidas de la bandeja según plano	9,98	9,97	10,06	9,79	10,37	10,12	9,75	9,86	9,73	10,34	10,00	0,90	9,00	20%	10,80
Pintado sintético en perflería de acero al carbono	29,97	30,01	30,31	30,06	29,72	30,17	29,98	30,24	29,81	30,21	30,05	0,90	27,04	20%	32,45
Total Ciclo (minutos)											363,84		313,38		376,06

Nota: Estudio de tiempos Proceso 6, Fabricación de bandeja de secado de 2 tramos para 20qq. Fuente: Los Autores

 ESTUDIO DE TIEMPO																
Proceso (Tarea)	Fabricación de 1 compuerta de limpieza para la recamara de secado															
Fecha:	Hora inicio: 8:20				Hora fin: 17:10				Elaborado por: Autores				Tiempo Estándar Obtenido: 96,01			
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplemento s u Holguras	Tiempo Estándar (min)	
Creación de la orden de trabajo	5,20	5,06	4,88	5,14	5,02	4,96	5,07	5,18	5,31	5,18	5,10	0,95	4,85	20%	5,82	
Pedido de materiales (incluido Tool sobrante del corte de la bandeja para puerta de limpieza).	2,25	2,09	2,29	1,79	1,82	2,35	2,39	2,21	1,73	1,89	2,08	0,90	1,87	20%	2,25	
Traslado de perfilería desde las perchas de bodega al área de trabajo.	4,26	4,12	4,31	3,99	4,05	4,06	3,86	4,07	4,14	3,87	4,07	1,00	4,07	20%	4,89	
Preparación del área y herramientas de trabajo	5,40	5,20	5,06	4,80	5,32	5,36	5,28	4,95	5,10	5,14	5,16	0,95	4,90	20%	5,88	
Trazado y corte de platina H.N. 30x4mm según plano.	8,38	7,93	8,32	8,39	7,99	8,35	8,11	8,26	7,83	7,89	8,15	0,95	7,74	20%	9,29	
Soldadura de platina para armar el marco.	9,76	10,00	10,07	10,06	10,00	9,81	9,84	10,30	9,98	10,35	10,02	0,80	8,01	20%	9,62	
Trazado y soldadura de platina apoya mano en los dos costados del marco.	8,11	8,10	8,10	8,02	8,05	8,09	8,01	7,78	8,32	7,70	8,03	0,87	6,98	20%	8,38	
Soldadura de Tool ya cortado Ace. Inox. 1.5mm centralmente en el marco.	15,31	15,23	15,24	14,90	15,19	14,95	15,01	15,17	15,34	15,38	15,17	0,87	13,20	20%	15,84	
Traslado de marco hacia el equipo punzonador	2,01	1,91	2,02	2,22	2,09	1,80	1,91	2,07	2,13	1,90	2,00	0,90	1,80	20%	2,17	
Preparación del equipo punzonadora	1,75	2,21	2,30	2,09	2,10	2,27	2,20	1,84	2,27	1,75	2,08	0,80	1,66	20%	1,99	
Toma de medidas para realizar orificios	0,73	0,87	0,86	0,92	1,34	1,30	1,19	1,01	1,09	0,92	1,02	1,00	1,02	20%	1,23	
Perforacion de marco para formar agujeros redondos 3/8"	10,20	9,97	9,90	10,32	10,30	10,03	9,88	10,00	10,00	10,28	10,09	0,80	8,07	20%	9,68	
Machuelear agujeros para formar lo hilos de rosca	9,85	10,27	10,07	9,72	10,39	9,79	10,37	10,22	10,16	9,71	10,05	0,90	9,05	20%	10,86	
Limpieza y pulido de escoria	2,02	2,06	2,01	2,29	1,71	1,89	2,09	2,00	2,04	2,23	2,03	0,90	1,83	20%	2,19	
Verificacion de medidas según plano	5,28	5,36	4,76	5,24	5,24	5,38	5,31	5,18	5,14	5,05	5,20	0,95	4,94	20%	5,92	
Total Ciclo (minutos)											90,26		80,01		96,01	

Nota: Estudio de tiempos Proceso 7, Fabricación de 1 compuerta de limpieza para la recamara de secado. Fuente: Los Autores

ESTUDIO DE TIEMPO

Proceso (Tarea)	Fabricación de 2 compuerta manual de descarga del producto														
Fecha: nov-22	Hora inicio: 8:20				Hora fin: 17:10				Elaborado por: Autores				Tiempo Estándar Obtenido: 237,34		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Creación de la orden de trabajo	5,32	5,23	4,77	4,89	4,94	5,12	4,73	4,87	4,80	4,93	4,96	0,87	4,31	20%	5,18
Pedido de materiales.	2,81	3,24	3,08	2,89	3,38	2,88	3,30	3,11	3,27	2,71	3,06	0,90	2,76	20%	3,31
Traslado de perfilería y Tool H.N. desde las perchas de bodega al área de trabajo.	4,11	4,27	4,18	3,96	4,40	3,75	3,79	3,73	4,17	4,18	4,05	1,00	4,05	20%	4,87
Preparación del área y herramientas de trabajo	1,90	2,38	2,21	1,92	2,03	2,06	1,98	2,36	1,90	2,05	2,08	0,95	1,98	20%	2,37
Trazado y corte de platina H.N. 25x6mm según plano a 670mm.	50,21	50,23	50,05	50,08	50,13	49,80	49,85	50,27	49,96	50,13	50,07	0,95	47,57	20%	57,08
Trazado y corte de Tool 2mm H.N. según plano	20,02	20,34	20,19	19,77	20,35	19,74	19,81	19,93	19,83	19,89	19,99	0,91	18,19	20%	21,83
Armado de cuerpo de descarga con equipo de suelda	39,82	39,78	39,92	40,38	40,14	39,85	39,74	39,72	39,99	39,70	39,90	0,95	37,91	20%	45,49
Acople de tramo de Tool sobre riel de platinas deslizante	16,29	16,37	15,81	16,27	16,33	16,13	16,07	15,84	15,72	16,39	16,12	1,00	16,12	20%	19,35
Soldadura de cuerpo descarga con en el marco.	60,06	60,34	60,28	59,88	60,02	60,33	60,21	60,30	60,25	59,89	60,16	0,62	37,30	20%	44,76
Limpieza y pulido de escoria	20,15	20,14	20,26	20,00	20,08	20,12	19,79	20,20	20,36	19,85	20,09	0,90	18,08	20%	21,70
Verificacion de medidas según plano	9,85	10,22	9,99	9,94	10,36	10,01	9,80	10,36	9,79	9,87	10,02	0,95	9,52	20%	11,42
Total Ciclo (minutos)											230,51		197,79		237,34

Nota: Estudio de tiempos Proceso 8, Fabricación de 2 compuerta manual de descarga del producto. Fuente: Los Autores

ESTUDIO DE TIEMPO

Proceso (Tarea)	Fabricación de 1 campana difusora de aire														
Fecha:	Hora inicio: 8:20				Hora fin: 17:10				Elaborado por: Autores				Tiempo Estándar Obtenido: 237,78		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Creación de la orden de trabajo	4,83	5,00	5,34	4,76	4,84	5,03	5,35	5,25	5,32	4,79	5,05	0,87	4,39	20%	5,27
Pedido de materiales.	4,97	5,16	5,04	5,06	5,34	5,39	4,71	4,79	5,11	4,72	5,03	0,90	4,53	20%	5,43
Traslado de perfilería y tool desde las perchas de bodega al área de trabajo.	4,93	5,09	5,34	5,38	5,02	5,37	5,29	5,01	5,05	4,76	5,13	1,00	5,13	20%	6,15
Preparación del área y herramientas de trabajo	3,40	3,07	2,77	3,34	3,23	2,71	2,89	2,79	3,05	3,40	3,06	0,95	2,91	20%	3,49
Trazado y corte de Angulo 1 x 1/8" H.N. según plano.	29,87	29,84	29,89	29,94	29,95	30,19	30,03	29,74	29,72	30,39	29,96	0,91	27,26	20%	32,71
Soldadura de angulos para armar la brida union quemador.	15,28	15,00	14,93	15,15	15,06	14,95	14,86	14,78	14,75	14,90	14,97	0,91	13,62	20%	16,34
Soldadura de angulos para armar la brida union bandeja.	15,12	15,14	15,22	14,77	15,15	14,74	14,94	15,32	14,88	15,23	15,05	0,90	13,54	20%	16,25
Traslado de brida hacia mesa de taladro manual	4,78	4,87	4,79	4,87	5,12	5,16	4,83	5,15	5,00	5,33	4,99	1,00	4,99	20%	5,98
Toma de medidas para realizar orificios	1,78	2,34	1,93	1,95	1,83	1,86	2,18	1,84	2,16	2,32	2,02	0,80	1,62	20%	1,94
Perforacion de brida lado quemador para formar agujeros redondos 5/16"	10,35	10,15	10,35	10,25	10,05	9,92	10,00	10,31	9,75	10,04	10,12	0,90	9,11	20%	10,93
Perforacion de brida lado bandeja para formar agujeros redondos 5/16"	10,25	9,90	9,89	9,87	9,89	10,23	9,99	9,90	9,89	9,71	9,95	0,95	9,46	20%	11,35
Trazado y corte de Tool 2mm H.N. según plano.	19,78	19,81	20,23	20,23	20,35	20,40	20,24	19,78	20,16	20,23	20,12	0,90	18,11	20%	21,73
Soldadura de caras para formar la campana	60,22	60,17	60,17	59,95	60,07	60,37	59,74	60,07	59,96	60,34	60,11	0,82	49,29	20%	59,14
Instalación de alerones distribuidores de aire	30,04	30,23	29,97	29,95	30,04	30,16	30,22	30,01	29,93	29,81	30,03	0,90	27,03	20%	32,44
Inspección y prueba de calidad	9,72	10,26	10,20	9,87	9,85	10,19	10,06	9,79	10,07	9,76	9,98	0,72	7,18	20%	8,62
Total Ciclo (minutos)											225,55		198,15		237,78

Nota: Estudio de tiempos Proceso 9, Fabricación de 1 campana difusora de aire. Fuente: Los Autores

ESTUDIO DE TIEMPO


Proceso (Tarea)	Fabricación de 1 quemador con lanza llamas de combustión GLP														
Fecha:	Hora inicio:				Hora fin:				Elaborado por:				Tiempo Estándar Obtenido:		
nov-22	8:20				17:10				Autores				432,06		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Creación de la orden de trabajo	5,19	5,34	5,00	4,93	5,00	5,40	5,25	4,90	5,28	4,76	5,10	0,95	4,85	20%	5,82
Preparación de materiales en bodega	9,81	9,70	9,79	10,01	9,98	9,91	10,24	10,13	10,19	10,24	10,00	0,90	9,00	20%	10,80
Transporte de parte/piezas del sistema	2,77	3,13	3,21	3,06	2,70	2,78	2,75	3,15	2,88	3,29	2,97	1,00	2,97	20%	3,57
Preparación del área y herramientas de trabajo	5,18	4,92	5,11	4,82	4,89	4,87	4,98	5,39	5,11	5,30	5,06	1,00	5,06	20%	6,07
Trazado y corte según plantillas del cajón	14,96	15,13	15,20	15,19	15,00	15,27	14,82	15,34	14,86	15,11	15,09	0,90	13,58	20%	16,30
Corte de perfilera según trazo con plasma	15,24	15,00	15,01	15,00	15,18	14,91	14,73	14,76	15,03	15,33	15,02	0,80	12,02	20%	14,42
Toma de medidas para realizar orificios	10,01	10,18	9,80	10,18	9,74	9,70	10,18	9,77	9,95	10,06	9,96	1,00	9,96	20%	11,95
Perforación de bridas para pernos de sujeción	20,38	19,88	19,96	20,06	20,28	19,97	19,78	19,72	19,77	20,27	20,01	0,95	19,01	20%	22,81
Soldadura de caras con equipo electrodo 6011	70,24	70,25	70,22	70,25	70,34	70,38	70,21	70,28	70,19	70,03	70,24	0,80	56,19	20%	67,43
Fabricación de lanza llamas	119,72	119,76	119,72	120,17	120,22	119,97	119,84	120,38	120,36	120,03	120,02	0,80	96,01	20%	115,22
Fabricación de caja paramétrica de control	90,02	90,02	90,39	90,10	90,32	90,36	90,05	89,89	90,39	89,99	90,15	0,80	72,12	20%	86,55
Ensamble de accesorios eléctrico en la caja	39,98	39,98	40,04	40,38	40,16	39,86	39,76	40,22	39,97	40,13	40,05	0,90	36,04	20%	43,25
Ensamble de lanza llamas y caja paramétrica en el cajón	19,93	20,17	19,70	20,04	19,89	19,94	20,34	19,83	20,20	19,92	20,00	0,80	16,00	20%	19,20
Inspección y prueba de calidad	10,15	10,32	10,09	10,12	9,98	10,02	9,97	9,86	9,90	10,29	10,07	0,72	7,25	20%	8,70
Total Ciclo (minutos)											433,72		360,05		432,06

Nota: Estudio de tiempos Proceso 10, Fabricación de 1 quemador con lanza llamas de combustión GLP. Fuente: Los Autores

ESTUDIO DE TIEMPO

Proceso (Tarea)	Fabricación de 1 turbina centrífuga de 2HP														
Fecha:	Hora inicio:				Hora fin:				Elaborado por:				Tiempo Estándar Obtenido:		
nov-22	8:20				17:10				Autores				936,16		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Creación de la orden de trabajo	5,32	4,70	4,88	4,72	5,23	4,82	4,73	4,99	5,21	5,16	4,98	0,95	4,73	20%	5,67
Preparación de materiales en bodega	12,32	12,39	12,24	11,97	11,78	12,03	11,97	12,23	11,96	12,12	12,10	0,82	9,92	20%	11,91
Transporte de parte/piezas del sistema	4,22	4,18	4,04	4,35	3,95	4,24	4,19	4,01	4,36	4,11	4,16	1,00	4,16	20%	5,00
Trazado según plantillas de tobera, hélices y carcaza	59,91	60,29	60,16	60,08	59,93	60,12	59,81	59,73	60,30	59,77	60,01	0,82	49,21	20%	59,05
Corte de perfilera según trazo con plasma	179,76	180,26	180,10	180,22	180,17	180,29	179,75	179,90	180,25	179,94	180,06	0,90	162,06	20%	194,47
Verificación de medidas	19,88	20,28	19,83	19,93	20,32	19,93	19,80	20,07	19,70	20,28	20,00	1,00	20,00	20%	24,00
Soldadura de caras con equipo electrodo 6011	120,10	120,28	119,88	120,26	119,90	120,10	119,99	120,29	119,71	120,21	120,07	0,82	98,46	20%	118,15
Limpieza y pulido de escoria	45,21	45,23	45,08	44,86	44,77	45,04	44,75	45,02	44,71	44,87	44,95	1,00	44,95	20%	53,95
Ensamble tobera, hélices y carcazas con sus rejillas	300,20	299,75	299,85	300,33	300,37	299,95	300,00	299,77	300,37	299,72	300,03	0,82	246,02	20%	295,23
Balancero de rodete	100,37	99,70	100,06	100,01	99,85	99,76	99,97	100,07	99,71	100,12	99,96	0,82	81,97	20%	98,36
Montaje base de motor con sus guardas protectoras	44,96	45,28	45,26	44,79	45,30	44,87	45,08	45,34	45,09	44,71	45,07	0,90	40,56	20%	48,67
Inspección y pruebas de calidad	19,83	20,35	19,85	20,27	20,03	20,09	20,25	20,36	20,04	19,89	20,10	0,90	18,09	20%	21,70
Total Ciclo (minutos)											911,50		780,14		936,16

Nota: Estudio de tiempos Proceso 11 (Cuello de Botella), Fabricación de 1 turbina centrífuga de 2HP. Fuente: Los Autores

 ESTUDIO DE TIEMPO															
Proceso (Tarea)	Proceso de pintura al horno														
Fecha: nov-22	Hora inicio: 8:20				Hora fin: 17:10				Elaborado por: Autores				Tiempo Estándar Obtenido: 280,53		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplemento u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Transporte de parte/piezas del sistema	2,77	3,13	3,21	3,06	2,70	2,78	2,75	3,15	2,88	3,29	2,97	0,95	2,82	20%	3,39
Limpieza y pulido de escoria	59,66	59,43	59,53	58,46	59,10	58,92	59,20	59,38	59,41	59,19	59,23	0,95	56,27	20%	67,52
Pasado de grata	23,85	23,59	24,50	24,15	23,57	24,10	24,07	24,00	24,34	24,58	24,07	0,95	22,87	20%	27,44
Limpieza con desoxidante	24,23	23,50	23,91	24,45	24,16	23,87	24,06	24,41	24,10	24,71	24,14	0,95	22,93	20%	27,52
Flameado de estructura	23,81	24,29	23,61	24,35	24,54	24,10	24,66	24,31	24,24	24,24	24,22	0,90	21,79	20%	26,15
Traslado y ubicación en horno	10,03	9,58	10,48	9,72	9,92	9,52	9,76	10,08	10,75	9,76	9,96	0,90	8,96	20%	10,76
Pintura electrostatica a la campana	79,68	79,57	79,21	79,50	78,83	79,80	78,67	79,33	79,20	78,81	79,26	1,00	79,26	0%	79,26
En esperar se secado de pintura	32,29	32,51	31,91	32,29	32,11	32,36	31,67	32,01	31,45	32,18	32,08	1,00	32,08	20%	38,50
Total Ciclo (minutos)											255,93		246,99		280,53

Nota: Estudio de tiempos Proceso 12, Proceso de Pintura al Horno. Fuente: Los Autores

ESTUDIO DE TIEMPO

Proceso (Tarea)	Fabricación de 1 tablero eléctrico														
Fecha: nov-22	Hora inicio: 8:20				Hora fin: 17:10				Elaborado por: Autores				Tiempo Estándar Obtenido: 61,75		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplemento s u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Creación de la orden de trabajo	2,13	1,81	2,03	2,23	2,28	2,10	2,06	2,36	2,01	1,96	2,10	0,70	1,47	20%	1,76
Pedido de materiales	5,18	5,00	4,79	4,84	5,21	4,98	4,72	5,09	4,76	4,71	4,93	0,82	4,04	20%	4,85
Traslado de materiales para tablero eléctrico	1,86	2,22	2,19	1,90	1,73	2,18	1,81	2,16	1,99	1,89	2,00	0,90	1,80	20%	2,16
Toma de medidas para realizar orificios en tapa de tablero	4,93	5,22	5,17	5,11	4,75	5,06	5,32	4,93	4,76	5,00	5,03	0,90	4,52	20%	5,43
Perforación de en caja de control	5,19	5,28	5,30	5,31	5,09	5,35	5,01	5,15	5,18	5,30	5,22	0,90	4,69	20%	5,63
Intalacion de riel dim	10,14	9,73	10,07	10,33	10,06	9,81	10,24	10,39	9,92	10,07	10,08	0,90	9,07	20%	10,88
Conexión de circuito de fuerza	15,21	15,34	15,00	15,24	14,70	15,03	15,28	15,22	14,72	14,75	15,05	0,90	13,54	20%	16,25
Conexión de circuito de control	15,15	15,36	14,86	14,88	14,81	15,33	15,20	14,91	14,82	14,99	15,03	0,82	12,33	20%	14,79
Total Ciclo (minutos)											59,42		51,46		61,75






Nota: Estudio de tiempos Proceso 13, Fabricación de 1 tablero eléctrico. Fuente: Los Autores

ESTUDIO DE TIEMPO

Proceso (Tarea)	Ensamblaje total de la secadora industrial rectangular de 1,22 m (a) x 4,88 m (L) para cacao capacidad 20 qq - Quemador combustion GLP														
Fecha:	Hora inicio:				Hora fin:				Elaborado por:				Tiempo Estándar Obtenido:		
nov-22	8:20				17:10				Autores				380,88		
ACTIVIDAD / OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Desempeño	Tiempo normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (min)
Preparación de productos semielaborados en bodega	6,14	6,23	5,94	5,87	6,38	6,37	6,31	6,01	6,17	5,74	6,12	0,87	5,32	20%	6,39
Transporte de sistemas, elementos, partes y piezas de la secadora	14,71	15,29	15,29	15,00	15,39	14,93	14,90	14,86	15,14	14,98	15,05	0,90	13,55	20%	16,26
Montaje de las 2 compuertas de descarga. Sujetar con perno 5/15x1 y tuerca con doble	30,07	29,97	29,78	29,76	30,37	30,28	29,90	29,98	30,09	29,71	29,99	0,82	24,59	20%	29,51
Montaje de la compuerta de limpieza. Sujetar con perno mariposa 5/15x1 y tuerca con doble	20,10	19,82	20,27	20,26	20,22	20,29	20,26	20,33	20,38	20,14	20,21	0,82	16,57	20%	19,88
Montaje de cuerpo de campana difusora. Sujetar con perno 5/15x1 y tuerca con doble anillo.	20,08	19,80	20,17	19,86	19,98	20,33	19,94	19,98	20,05	20,18	20,04	0,82	16,43	20%	19,72
Montaje de Quemador. Sujetar con perno 5/15x1 y tuerca con doble anillo.	20,34	19,83	19,92	20,27	20,04	20,16	20,30	20,33	19,84	20,03	20,10	0,82	16,49	20%	19,78
Montaje de turbina centrifuga. Sujetar con perno 5/15x1 y tuerca con doble anillo.	20,15	20,28	19,93	20,09	19,92	20,13	19,85	20,05	20,00	20,11	20,05	0,82	16,44	20%	19,73
Montaje de termometro bimetalico en tuerca enroscable.	10,08	9,78	9,81	9,82	9,98	9,95	9,98	10,00	10,25	10,10	9,98	0,82	8,18	20%	9,82
Montaje de tablero eléctrico.	9,87	9,75	10,12	10,32	10,10	9,99	10,08	10,11	10,31	10,31	10,10	0,82	8,28	20%	9,94
Prueba de funcionamiento y calibración	179,75	179,70	180,00	179,96	180,23	180,01	179,88	179,72	180,37	179,76	179,94	0,82	147,55	20%	177,06
Etiquetado y limpieza	24,80	24,94	25,25	24,81	25,27	24,93	25,11	25,26	25,37	25,23	25,10	0,95	23,84	20%	28,61
Embalaje	9,99	9,88	10,06	9,70	9,74	10,26	9,87	10,06	9,73	9,87	9,92	0,95	9,42	20%	11,31
Traslado a bodega de producto terminado.	9,83	9,70	10,36	9,90	9,89	10,14	9,86	9,91	10,11	9,73	9,94	1,00	9,94	0%	9,94
Almacenamiento	2,77	3,19	2,71	3,04	3,03	3,03	3,33	2,89	2,74	2,70	2,94	1,00	2,94	0%	2,94
Total Ciclo (minutos)											379,47		319,55		380,88

































Nota: Estudio de tiempos Proceso 14, Ensamble total del secador. Fuente: Los Autores

Anexo 3 Diagramas DPR del proceso productivo (Actual)

Resumen		Actual		Propuesto	
		Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
	operaciones	3	235,33		
	transportes	1	2,07		
	controles	1	3,00		
	esperas	1	1,94		
	almacen	2	7,17		
TOTAL		8,00	249,51		
Distancia recorrida en Metros		32,00			






Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de tool perforado
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Limpieza y embalaje.
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022

detalles del metodo: actual propuesto

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metro)	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen				
1	Creación de la orden de trabajo			<input type="checkbox"/>			0	1	1,94	No agrega Valor
2	Pedido de materiales			<input type="checkbox"/>			0	1	3,08	No agrega Valor
3	Traslado de 2 Tool desde las perchas de bodega a máquina			<input type="checkbox"/>			20	1	2,07	No agrega Valor
4	Calibración de máquina troqueladora con ajuste: perforacion de 5mm x 2mm de espesor).			<input type="checkbox"/>			3	1	3,06	Agrega Valor
5	Colocación de Tool sobre bancada (2 unidades)			<input type="checkbox"/>			2	2	2,16	Agrega Valor
6	Perforación de 2 Tool H/G			<input type="checkbox"/>			0	2	230,11	Agrega Valor
7	Inspección y prueba de calidad			<input checked="" type="checkbox"/>			4	1	3,00	Agrega Valor
8	Limpieza y embalaje.			<input type="checkbox"/>			3	1	4,09	No agrega Valor

Nota: Diagramas DPR Proceso 1, fabricación de tool perforado. Fuente: Los Autores







































































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	7	155,09		
 transportes	1	8,13		
 controles	3	8,30		
 esperas	2	5,14		
 almacen	1	4,05		
TOTAL	14	180,72		
Distancia recorrida en Metros	40			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de cama base
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Inspección y prueba de calidad
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022

detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	Operación					DISTANCIA (metro)	CANTIDAD		TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen					
1	Creación de la orden de trabajo						0	1	3,07	No agrega Valor	
2	Pedido de materiales						0	1	4,05	No agrega Valor	
3	Traslado de perfilería desde las perchas de bodega al área de trabajo.						25	1	8,13	No agrega Valor	
4	Preparación del área y herramientas de trabajo						2	1	2,08	No agrega Valor	
5	Trazado y corte de tubos cuadrados H.G. 25x25x2mm según plano para armar plataforma.						5	1	20,00	Agrega Valor	
6	Verificación de medidas						0	1	2,10	Agrega Valor	
7	Posicionar tubos cortados para armar sobre plantilla						2	1	9,99	Agrega Valor	
8	Soldadura de tubos para formar la plataforma						1	1	35,04	Agrega Valor	
9	Soldadura de Tool perforado sobre plataforma para formar cama						0	1	20,03	Agrega Valor	
10	Trazado y corte de tubos cuadrados H.G. 25x25x2mm según plano para bases verticales						5	1	20,02	Agrega Valor	
11	Verificación de medidas						0	1	3,02	Agrega Valor	
12	Soldadura de tubos bases sobre la plataforma						0	1	40,01	Agrega Valor	
13	Limpieza y pulido de escoria						0	1	10,00	Agrega Valor	
14	Inspección y prueba de calidad						0	1	3,18	Agrega Valor	

Nota: Diagramas DPR Proceso 2, fabricación de cama base. Fuente: Los Autores



















































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	4	21,55		
 transportes	2	6,21		
 controles	1	3,12		
 esperas	2	4,31		
 almacen	1	4,14		
TOTAL	10	39,32		
Distancia recorrida en Metros	18			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de placa base para ruedas
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Limpieza
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022

detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metro)	CANTIDAD		TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen					
1	Creación de la orden de trabajo						0	1	3,18	No agrega Valor	
2	Pedido de materiales						0	1	4,14	No agrega Valor	
3	Traslado de Tool 4mm desde las perchas de bodega al área de trabajo.						10	4	2,13	No agrega Valor	
4	Trazado y corte de tool con forma triangular según medidas de plano.						0	4	5,20	Agrega Valor	
5	Preparación del equipo punzonadora						1	1	1,13	No agrega Valor	
6	Traslado de las 4 piezas placa hacia el equipo punzonador						5	4	4,08	Agrega Valor	
7	Perforación de placa para formar agujeros redondos 3/8"						0	4	10,06	Agrega Valor	
8	Machuelear agujeros para formar lo hilos de rosca						0	4	4,18	Agrega Valor	
9	Verificación de medidas						2	1	3,12	Agrega Valor	
10	Limpieza						0	1	2,11	Agrega Valor	

Nota: Diagramas DPR Proceso 3, fabricación de placa base para ruedas. Fuente: Los Autores









































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	4	50,73		
 transportes	1	3,20		
 controles	0	0,00		
 esperas	2	6,25		
 almacen	1	4,18		
TOTAL	8	64,35		
Distancia recorrida en Metros	21			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de placas para esquineros de la bandeja
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Pintado
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022



detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metros)	CANTIDAD		TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen					
1	Creación de la orden de trabajo						0	1	3,15	No agrega Valor	
2	Pedido de materiales						0	1	4,18	No agrega Valor	
3	Traslado de Tool 1.5mm desde las perchas de bodega al área de trabajo.						10	4	3,20	No agrega Valor	
4	Trazado y corte de tool según medidas de plano.						0	4	20,18	Agrega Valor	
5	Preparación del equipo plegador						0	1	3,10	No agrega Valor	
6	Doblez de placa para formar bordes para posicionar en las esquinas de la bandeja						3	4	15,22	Agrega Valor	
7	Limpieza y pulido de escoria						1	4	5,17	Agrega Valor	
8	Pintado						7	4	10,16	Agrega Valor	

Nota: Diagramas DPR Proceso 4, fabricación de placas para esquineros de la bandeja.
Fuente: Los Autores














































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	3	16,78		
 transportes	1	4,29		
 controles	0	1,45		
 esperas	1	4,12		
 almacen	1	3,18		
TOTAL	6	29,83		
Distancia recorrida en Metros	14			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de Base porta termómetro
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Verificación de medidas
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022






detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metros)	CANTIDAD		TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen					
1	Pedido de materiales						0	1	3,18	No agrega Valor	
2	Traslado de Tool 2 mm Ace. Inox. desde las perchas de bodega al área de trabajo.						5	1	2,10	No agrega Valor	
3	Trazado y corte de tool según medidas de plano.						0	1	5,52	Agrega Valor	
4	Pulido y perforación de tool						0	4	2,50	Agrega Valor	
5	Traslado de tuerca						5	4	2,19	No agrega Valor	
6	Preparación del equipo soldadura Tig						3	1	4,12	No agrega Valor	
7	Soldadura de tuerca 7/8" Ace. Inox. Sobre placa de 2mm Ace. Inox.						0	1	5,27	Agrega Valor	
8	Limpieza						0	4	3,49	Agrega Valor	
9	Verificación de medidas						1	1	1,45	Agrega Valor	



































































































































Nota: Diagramas DPR Proceso 5, fabricación de base porta termómetro. Fuente: Los Autores

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	18	311,50		
 transportes	2	7,04		
 controles	1	15,07		
 esperas	2	15,11		
 almacen	2	15,13		
TOTAL	25	363,84		
Distancia recorrida en Metros	48			






Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de bandeja de recubrimiento (1.22m x 4.88m)
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Pedido de materiales
El diagrama termina: Pintado sintético en perfleria de acero al
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022

detalles del metodo: actual propuesto

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metro)	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen				
1	Pedido de materiales						0	1	10,00	No agrega Valor
2	Traslado de Tool laminado desde las perchas de bodega al área de doblece.						15	1	3,96	No agrega Valor
3	Preparación de la máquina Plegadora						0	1	5,03	No agrega Valor
4	Trazado y doblece de Tool 1.5mm según plano para armar bordes en marco de la bandeja						0	1	59,99	Agrega Valor
5	Verificación de medidas						0	1	5,07	Agrega Valor
6	Traslado de las planchas dobladas al área de montaje de secadoras						10	1	3,07	No agrega Valor
7	Preparación de cama base, bases para ruedas, compuertas, y elementos de sujeción.						1	1	10,08	No agrega Valor
8	Colocar cama base con sus patas arriba sobre mesa de trabajo a 45cm del nivel del piso						0	1	3,04	Agrega Valor
9	Cortar tubo cuadrado para formar esquineros de la bandeja 1.22m h						2	4	10,00	Agrega Valor
10	Soldadura de tubos esquineros sobre la cama base						0	4	10,05	Agrega Valor
11	Ensamble de Tool (4 caras) con tornillos autopercorantes para formar el cerramiento de la bandeja						0	4	49,99	Agrega Valor
12	Ensamble de Tool 1.5 mm sobre las patas de la cama para cubrir el piso de la bandeja.						0		15,05	Agrega Valor
13	Ensamble de placas posicionadas en las esquinas de la base para montar las 4 ruedas.						0	4	20,04	Agrega Valor
14	Sujecion de las 4 ruedas giratorias con perno 3/8x1 y anillo plano						0	4	9,95	Agrega Valor
15	Cortar 2 tubo cuadrado de 1.22m para unir centralmente los dos tramos de la bandeja						2	2	10,07	Agrega Valor
16	Soldadura de tubo para unir los tramos conformados de 4.88 m L						0	2	15,00	Agrega Valor
17	Maniobra de volteo 180° de la bandeja para pocionar ruedas sobre el piso						0	1	5,07	No agrega Valor
18	Ensamble de 4 placas posicionadas en las esquinas de la bandeja con tornillos autopercorantes.						0	4	25,05	Agrega Valor
19	Trazado y corte con equipo plasma en 1 cara lateral de la bandeja para posicionar 2 compuertas de descarga.						0	2	10,02	Agrega Valor
20	Trazado y corte con equipo plasma en 1 cara lateral de la bandeja para posicionar 1 compuerta de limpieza.						3	1	15,15	Agrega Valor
21	Embalaje y almacenamiento de Tool cortado (servirá para fabricacion de compuerta de limpieza)						0	1	5,13	Agrega Valor
22	Trazado y corte con equipo plasma en 1 cara frontal de la bandeja para posicionar la campana difusora de aire.						0	1	10,05	Agrega Valor
23	Trazado y corte con equipo plasma en 1 cara posterior de la bandeja para posicionar termómetro bimetalico.						0	1	2,95	Agrega Valor
24	Ensamble de placa base porta termómetro con 4 tornillos autopercorantes en la bandeja.						0	1	9,99	Agrega Valor
25	Verificación de medidas de la bandeja según plano						0	1	10,00	Agrega Valor
26	Pintado sintético en perfleria de acero al carbono						15	1	30,05	Agrega Valor

Nota: Diagramas DPR Proceso 6, fabricación de bandeja de recubrimiento (1.22m x 4.88m). Fuente: Los Autores












































































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	7	63,54		
 transportes	2	6,08		
 controles	2	6,22		
 esperas	3	12,34		
 almacen	1	2,08		
TOTAL	15	90,26		
Distancia recorrida en Metros	31			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de compuerta de limpieza
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Verificación de medidas según plano
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022

detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metros)	CANTIDAD		TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen					
1	Creación de la orden de trabajo						0	1	5,10	No agrega Valor	
2	Pedido de materiales (incluido Tool sobrante del corte de la bandeja para puerta de limpieza).						0	1	2,08	No agrega Valor	
3	Traslado de perfilería desde las perchas de bodega al área de trabajo.						15	1	4,07	No agrega Valor	
4	Preparación del área y herramientas de trabajo						2	1	5,16	No agrega Valor	
5	Trazado y corte de platina H.N. 30x4mm según plano.						0	1	8,15	Agrega Valor	
6	Soldadura de platina para armar el marco.						0	1	10,02	Agrega Valor	
7	Trazado y soldadura de platina apoya mano en los dos costados del marco.						0	1	8,03	Agrega Valor	
8	Soldadura de Tool ya cortado Ace. Inox. 1.5mm centralmente en el marco.						0	1	15,17	Agrega Valor	
9	Traslado de marco hacia el equipo punzonador						8	1	2,00	No agrega Valor	
10	Preparación del equipo punzonadora						3	1	2,08	No agrega Valor	
11	Toma de medidas para realizar orificios						0	1	1,02	Agrega Valor	
12	Perforacion de marco para formar agujeros redondos 3/8"						2	1	10,09	Agrega Valor	
13	Machuelear agujeros para formar lo hilos de rosca						0	1	10,05	Agrega Valor	
14	Limpieza y pulido de escoria						1	1	2,03	Agrega Valor	
16	Verificación de medidas según plano						0	1	5,20	Agrega Valor	

Nota: Diagramas DPR Proceso 7, fabricación de compuerta de limpieza. Fuente: Los Autores
























































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	7	206,33		
 transportes	1	4,05		
 controles	1	10,02		
 esperas	2	7,04		
 almacen	1	3,06		
TOTAL	12	230,51		
Distancia recorrida en Metros		26		

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de 2 compuertas de descarga
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Verificación de medidas según plano
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022

detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metros)	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen				
1	Creación de la orden de trabajo						0	1	4,96	No agrega Valor
2	Pedido de materiales.						0	1	3,06	No agrega Valor
3	Traslado de perfilería y Tool H.N. desde las perchas de bodega al área de trabajo.						20	1	4,05	No agrega Valor
4	Preparación del área y herramientas de trabajo						2	1	2,08	No agrega Valor
5	Trazado y corte de platina H.N. 25x6mm según plano a 670mm.						0	2	50,07	Agrega Valor
6	Trazado y corte de Tool 2mm H.N. según plano						0	2	19,99	Agrega Valor
7	Armado de cuerpo de descarga con equipo de suelda						3	2	39,90	Agrega Valor
8	Acople de tramo de Tool sobre riel de platinas deslizante						0	2	16,12	Agrega Valor
9	Soldadura de cuerpo descarga con en el marco.						0	2	60,16	Agrega Valor
10	Limpieza y pulido de escoria						1	2	20,09	Agrega Valor
11	Verificación de medidas según plano						0	2	10,02	Agrega Valor

Nota: Diagramas DPR Proceso 8, fabricación de 2 compuertas de descarga. Fuente: Los Autores












































































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	8	190,30		
 transportes	2	10,11		
 controles	2	12,00		
 esperas	2	8,11		
 almacen	1	5,03		
TOTAL	15	225,55		
Distancia recorrida en Metros		39		

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de campana difusora de aire
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Inspección y prueba de calidad
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022

detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	Operación					DISTANCIA (metro)	CANTIDAD		TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen					
1	Creación de la orden de trabajo						0	1	5,05	No agrega Valor	
2	Pedido de materiales.						0	1	5,03	No agrega Valor	
3	Traslado de perfilería y tool desde las perchas de bodega al área de trabajo.						10	1	5,13	No agrega Valor	
4	Preparación del área y herramientas de trabajo						2	1	3,06	No agrega Valor	
5	Trazado y corte de Angulo 1 x 1/8" H.N. según plano.						0	1	29,96	Agrega Valor	
6	Soldadura de angulos para armar la brida union quemador.						0	1	14,97	Agrega Valor	
7	Soldadura de angulos para armar la brida union bandeja.						0	1	15,05	Agrega Valor	
8	Traslado de brida hacia mesa de taladro manual						10	1	4,99	No agrega Valor	
9	Toma de medidas para realizar orificios						1	1	2,02	Agrega Valor	
10	Perforacion de brida lado quemador para formar agujeros redondos 5/16"						3	1	10,12	Agrega Valor	
11	Perforacion de brida lado bandeja para formar agujeros redondos 5/16"						3	1	9,95	Agrega Valor	
12	Trazado y corte de Tool 2mm H.N. según plano.						0	1	20,12	Agrega Valor	
13	Soldadura de caras para formar la campana						0	1	60,11	Agrega Valor	
14	Instalación de alerones distribuidores de aire						2	1	30,03	Agrega Valor	
15	Inspección y prueba de calidad						8	1	9,98	Agrega Valor	

Nota: Diagramas DPR Proceso 9, fabricación de campana difusora de aire. Fuente: Los Autores

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
operaciones	8	390,57		
transportes	1	2,97		
controles	2	20,03		
esperas	2	10,16		
almacen	1	10,00		
TOTAL	14	433,72		
Distancia recorrida en Metros	34			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de Quemador Directo GLP - Full
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Inspección y prueba de calidad
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022




detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metros)	CANTIDAD		TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen					
1	Creación de la orden de trabajo						0	1	5,10	No agrega Valor	
2	Preparación de materiales en bodega						0	1	10,00	No agrega Valor	
3	Transporte de parte/piezas del sistema						15	1	2,97	No agrega Valor	
4	Preparación del área y herramientas de trabajo						5	1	5,06	No agrega Valor	
5	Trazado y corte según plantillas del cajón						0	1	15,09	Agrega Valor	
6	Corte de perfilera según trazo con plasma						3	1	15,02	Agrega Valor	
7	Toma de medidas para realizar orificios						0	1	9,96	Agrega Valor	
8	Perforación de bridas para pernos de sujeción						2	1	20,01	Agrega Valor	
9	Soldadura de caras con equipo electrodo 6011						0	1	70,24	Agrega Valor	
10	Fabricación de lanza llamas						5	1	120,02	Agrega Valor	
11	Fabricación de caja paramétrica de control						0	1	90,15	Agrega Valor	
12	Ensamble de accesorios eléctrico en la caja						2	1	40,05	Agrega Valor	
13	Ensamble de lanza llamas y caja paramétrica en el cajón						2	1	20,00	Agrega Valor	
14	Inspección y prueba de calidad						0	1	10,07	Agrega Valor	

Nota: Diagramas DPR Proceso 10, fabricación de Quemador Directo GLP – Full. Fuente: Los Autores





























































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	7	850,16		
 transportes	1	4,16		
 controles	2	40,10		
 esperas	1	4,98		
 almacén	1	12,10		
TOTAL	12,00	911,50		
Distancia recorrida en Metros	27,00			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de Turbina centrífuga 2 Hp
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Inspección y pruebas de calidad
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022

detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metros)	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacén				
1	Creación de la orden de trabajo						0	1	4,98	No agrega Valor
1	Preparación de materiales en bodega						0	1	12,10	No agrega Valor
2	Transporte de parte/piezas del sistema						12	1	4,16	No agrega Valor
3	Trazado según plantillas de tobera, hélices y carcaza						0	1	60,01	Agrega Valor
4	Corte de perfilera según trazo con plasma						0	1	180,06	Agrega Valor
5	Verificación de medidas						0	1	20,00	Agrega Valor
6	Soldadura de caras con equipo electrodo 6011						0	1	120,07	Agrega Valor
7	Limpieza y pulido de escoria						0	1	44,95	Agrega Valor
8	Ensamble tobera, hélices y carcazas con sus rejillas						0	1	300,03	Agrega Valor
9	Balancero de rodete						10	1	99,96	Agrega Valor
10	Montaje base de motor con sus guardas protectoras						5	1	45,07	Agrega Valor
11	Inspección y pruebas de calidad						0	1	20,10	Agrega Valor

Nota: Diagramas DPR Proceso 11, fabricación de Turbina centrífuga 2 Hp. Fuente: Los Autores









































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	5	210,91		
 transportes	2	12,93		
 controles	0	0,00		
 esperas	1	32,08		
 almacen	0	0,00		
TOTAL	8	255,93		
Distancia recorrida en Metros		45		

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Pintura al horno
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Transporte de parte/piezas del sistema
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022




detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metros)	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen				
1	Transporte de parte/piezas del sistema						15	1	2,97	No agrega Valor
2	Limpieza y pulido de escoria						2	1	59,23	Agrega Valor
3	Pasado de grata						5	1	24,07	Agrega Valor
4	Limpieza con desoxidante						4	1	24,14	Agrega Valor
5	Flameado de estructura						3	1	24,22	Agrega Valor
6	Traslado y ubicación en horno						10	1	9,96	No agrega Valor
7	Pintura electrostatica a la campana						6	1	79,26	Agrega Valor
8	En esperar se secado de pintura						0	1	32,08	No agrega Valor

Nota: Diagramas DPR Proceso 12, pintado al horno. Fuente: Los Autores









































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	4	45,37		
 transportes	1	2,00		
 controles	1	5,03		
 esperas	1	2,10		
 almacen	1	4,93		
TOTAL	8,00	59,42		
Distancia recorrida en Metros	24,00			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de tablero Eléctrico
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Conexión de circuito de control
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022





detalles del metodo: actual propuesto

RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metros)	CANTIDAD		Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen		TIEMPO (minutos)		
1	Creación de la orden de trabajo						0	1	2,10	No agrega Valor
2	Pedido de materiales						0	1	4,93	No agrega Valor
3	Traslado de materiales para tablero eléctrico						20	1	2,00	No agrega Valor
4	Toma de medidas para realizar orificios en tapa de tablero						1	1	5,03	Agrega Valor
5	Perforación de en caja de control						0	1	5,22	Agrega Valor
6	Intalacion de riel dim						3	1	10,08	Agrega Valor
7	Conexión de circuito de fuerza						0	1	15,05	Agrega Valor
8	Conexión de circuito de control						0	1	15,03	Agrega Valor

Nota: Diagramas DPR Proceso 13, fabricación de tablero Eléctrico. Fuente: Los Autores







































































DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (DPR)

Resumen	Actual		Propuesto	
	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
 operaciones	4	165,48		
 transportes	1	25,00		
 controles	1	179,94		
 esperas	1	0,00		
 almacen	1	9,06		
TOTAL	8,00	379,47		
Distancia recorrida en Metros	96,00			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Montaje total de la secadora rectangular industrial
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: Creación de orde de pedido
El diagrama termina: Almacenamiento
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022

detalles del metodo: actual propuesto






RESUMEN

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DISTANCIA (metros)	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen				
1	Preparación de productos semielaborados en bodega						0	1	6,12	No agrega Valor
2	Transporte de sistemas, elementos, partes y piezas de la secadora						25	1	15,05	No agrega Valor
3	Montaje de las 2 compuertas de descarga. Sujetar con perno 5/15x1 y tuerca con doble anillo.						0	2	29,99	Agrega Valor
4	Montaje de la compuerta de limpieza. Sujetar con perno mariposa 5/15x1 y tuerca con doble anillo.						0	1	20,21	Agrega Valor
5	Montaje de cuerpo de campana difusora. Sujetar con perno 5/15x1 y tuerca con doble anillo.						0	1	20,04	Agrega Valor
6	Montaje de Quemador. Sujetar con perno 5/15x1 y tuerca con doble anillo.						0	1	20,10	Agrega Valor
7	Montaje de turbina centrifuga. Sujetar con perno 5/15x1 y tuerca con doble anillo.						0	1	20,05	Agrega Valor
8	Montaje de termometro bimetalico en tuerca enrosicable.						0	1	9,98	Agrega Valor
9	Montaje de tablero eléctrico.						0	1	10,10	Agrega Valor
10	Prueba de funcionamiento y calibración						5	1	179,94	Agrega Valor
11	Etiquetado y limpieza						8	1	25,10	Agrega Valor
12	Embalaje						10	1	9,92	Agrega Valor
13	Traslado a bodega de producto terminado.						28	1	9,94	Agrega Valor
14	Almacenamiento						20	1	2,94	Agrega Valor

Nota: Diagramas DPR Proceso 14, montaje total de la secadora rectangular industrial.

































































































Fuente: Los Autores

Anexo 4 Unificación: Nuevo Proceso “Fabricación de Placas y bases”

Resumen		Actual		Propuesto	
		Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
	operaciones			12	90,06
	transportes			5	13,69
	controles			2	4,57
	esperas			4	11,53
	almacen			1	4,14
TOTAL				24	123,99
Distancia recorrida en Metros		53			

Máquina / Equipo: Secadora rectangular 2 tramos - Quemador GLP
Tarea: Fabricación de Placas y Bases
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
El diagrama empieza: pedido
El diagrama termina:
Diagramado por: Autores
Revisado por: Tutor
Fecha: 9/7/2022

detalles del metodo: actual propuesto

No°	ACTIVIDADES	RESUMEN					DIST/ANCHA (metro)	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
		Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen				
1	Creación de la orden de trabajo			<input type="checkbox"/>			0	1	3,18	No agrega Valor
2	Pedido de materiales			<input type="checkbox"/>			0	1	4,14	No agrega Valor
3	Traslado de Tool 4mm desde las perchas de bodega al área de trabajo.			<input type="checkbox"/>			10	4	2,13	No agrega Valor
4	Trazado y corte de tool con forma triangular según medidas de plano.			<input type="checkbox"/>			0	4	5,20	Agrega Valor
5	Preparación del equipo punzonadora			<input type="checkbox"/>			1	1	1,13	No agrega Valor
6	Traslado de las 4 piezas placa hacia el equipo punzonador			<input type="checkbox"/>			5	4	4,08	Agrega Valor
7	Perforación de placa para formar agujeros redondos 3/8"			<input type="checkbox"/>			0	4	10,06	Agrega Valor
8	Machuelelear agujeros para formar lo hilos de rosca			<input type="checkbox"/>			0	4	4,18	Agrega Valor
9	Verificación de medidas			<input checked="" type="checkbox"/>			2	1	3,12	Agrega Valor
10	Limpieza			<input type="checkbox"/>			0	1	3,12	Agrega Valor
11	Traslado de Tool 1.5mm desde las perchas de bodega al área de trabajo.			<input type="checkbox"/>			10	4	3,20	No agrega Valor
12	Trazado y corte de tool según medidas de plano.			<input type="checkbox"/>			0	4	20,18	Agrega Valor
13	Preparación del equipo plegador			<input type="checkbox"/>			0	1	3,10	No agrega Valor
14	Doble de placa para formar bordes para posicionar en las esquinas de la bandeja			<input type="checkbox"/>			3	4	15,22	Agrega Valor
15	Limpieza y pulido de escoria			<input type="checkbox"/>			1	4	5,17	Agrega Valor
16	Pintado			<input type="checkbox"/>			7	4	10,16	Agrega Valor
17	Traslado de Tool 2 mm Ace. Inox. desde las perchas de bodega al área de trabajo.			<input type="checkbox"/>			5	1	2,10	No agrega Valor
18	Trazado y corte de tool según medidas de plano.			<input type="checkbox"/>			0	1	5,52	Agrega Valor
19	Pulido y perforación de tool			<input type="checkbox"/>			0	4	2,50	Agrega Valor
20	Traslado de tuerca			<input type="checkbox"/>			5	4	2,19	No agrega Valor
21	Preparación del equipo soldadura Tig			<input type="checkbox"/>			3	1	4,12	No agrega Valor
22	Soldadura de tuerca 7/8" Ace. Inox. Sobre placa de 2mm Ace. Inox.			<input type="checkbox"/>			0	1	5,27	Agrega Valor
23	Limpieza			<input type="checkbox"/>			0	4	3,49	Agrega Valor
24	Verificación de medidas			<input checked="" type="checkbox"/>			1	1	1,45	Agrega Valor

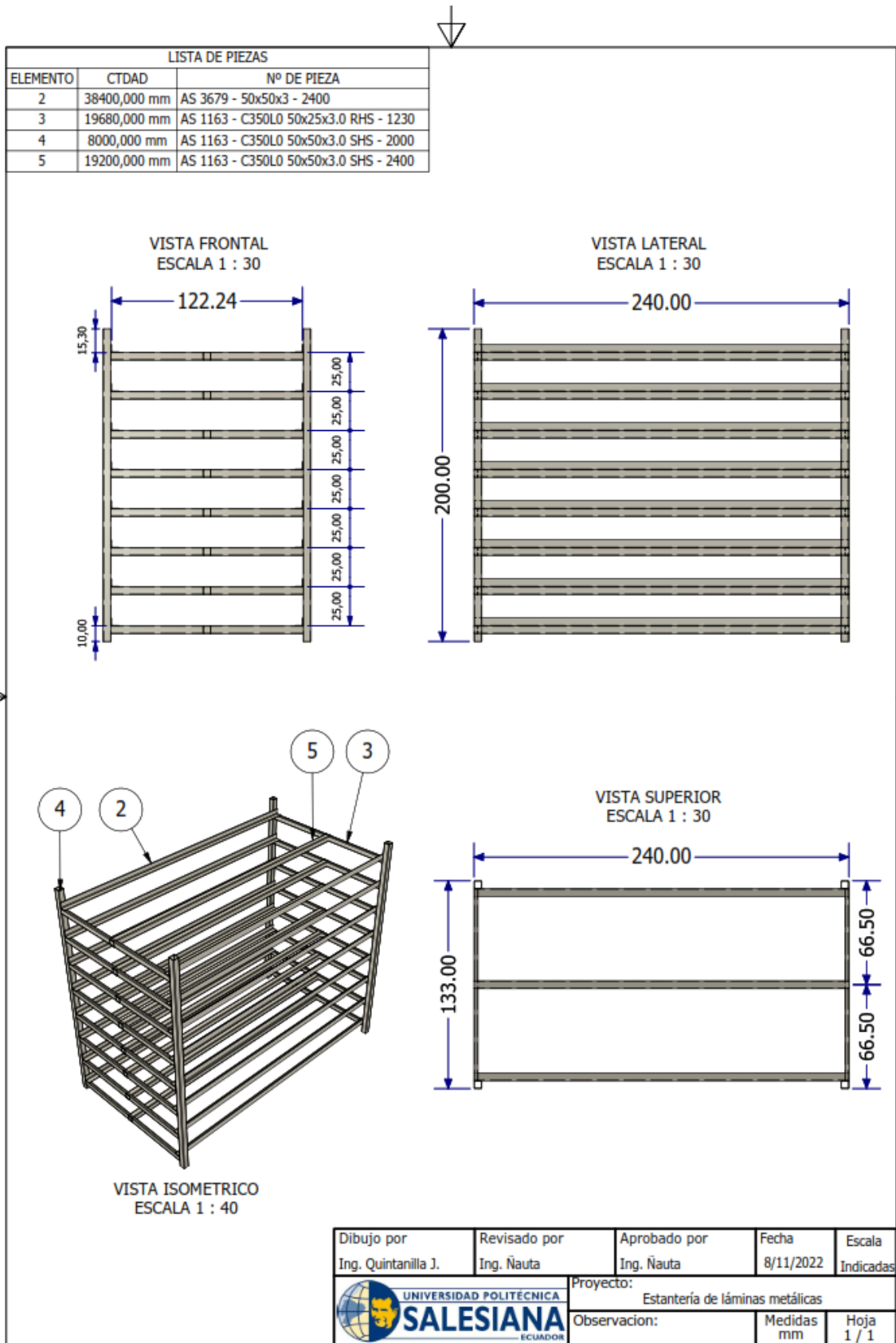
Anexo 5 Presupuesto de recurso humano para implementar metodología 5S

FASES	ACTIVIDADES	RECURSO HUMANO				
		Nombre del recurso	Cantidad	Costo Unitaria (\$)	Tiempo (h)	Costo Total (\$)
Planificación de la estrategia de implementación	Planteamiento de objetivos y definición de resultados esperados Concientización del personal Conformación de equipos de trabajo	Gerente de planta	1	\$6,50	2	\$13,00
		Jefes de área	6	\$3,00	2	\$36,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	2	\$0,00
Capacitación de la metodología 5S	Capacitación de SEIRI (Clasificar)	Gerente de planta	1	\$6,50	1	\$6,50
		Jefes de área	6	\$3,00	1	\$18,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	1	\$0,00
	Capacitación de SEITÓN (Ordenar)	Gerente de planta	1	\$6,50	2	\$13,00
		Jefes de área	6	\$3,00	2	\$36,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	2	\$0,00
	Capacitación de SEISO (Limpieza)	Gerente de planta	1	\$6,50	1	\$6,50
		Jefes de área	6	\$3,00	1	\$18,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	1	\$0,00
	Capacitación de SEIKETSU (Estandariza)	Gerente de planta	1	\$6,50	1	\$6,50
		Jefes de área	6	\$3,00	1	\$18,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	1	\$0,00
	Capacitación de SHITSUKE (Disciplina)	Gerente de planta	1	\$6,50	1	\$6,50
		Jefes de área	6	\$3,00	1	\$18,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	1	\$0,00
Evaluación de la metodología 5S	Verificación de mejora continua	Gerente de planta	1	\$6,50	0,5	\$3,25
		Jefes de área	6	\$3,00	0,5	\$9,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	0,5	\$0,00
TOTAL:					\$208,25	

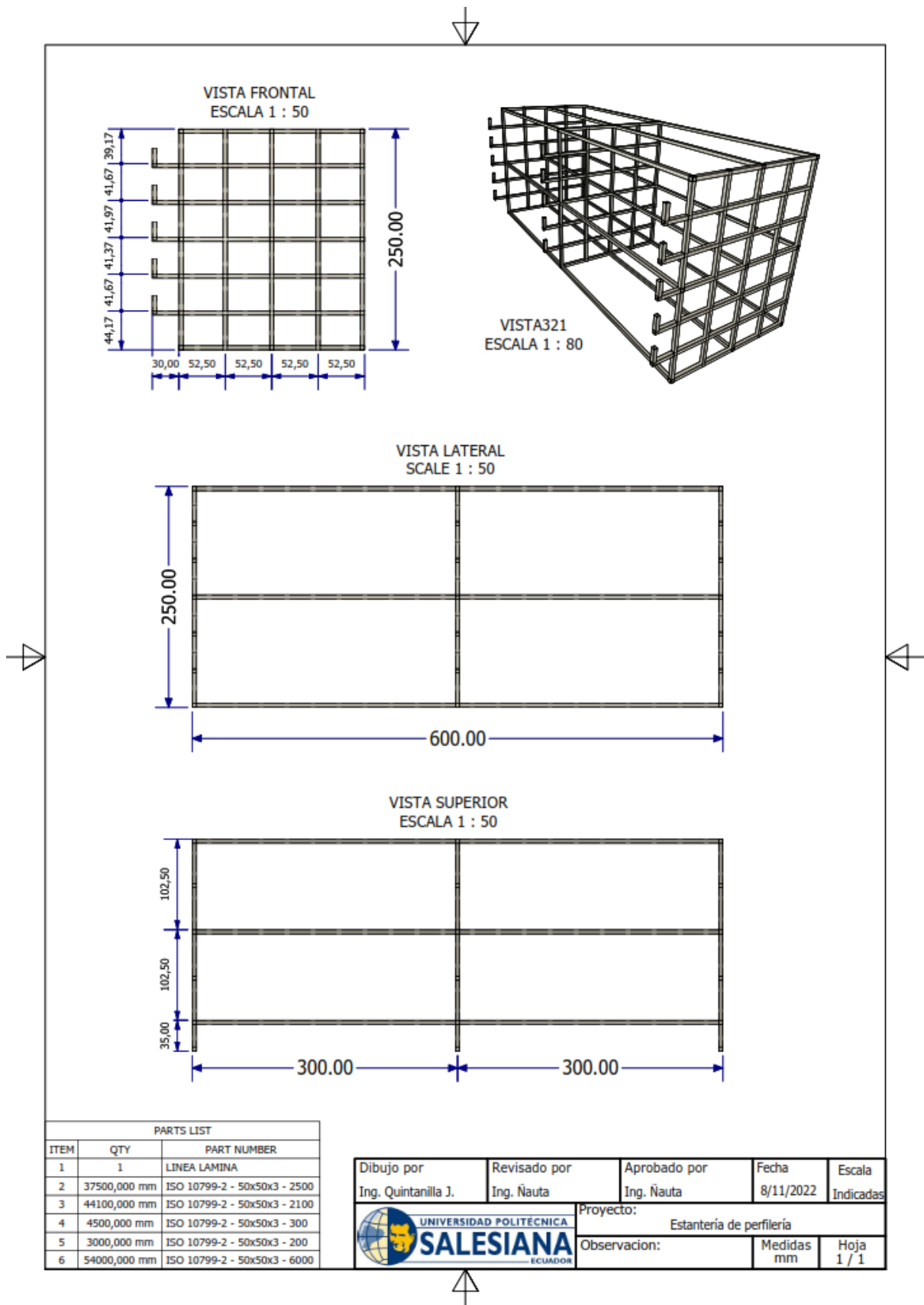
Anexo 6 Presupuesto de recurso de materiales para implementar metodología 5S

FASES	ACTIVIDADES	RECURSO HUMANO				
		Nombre del recurso	Cantidad	Costo Unitaria (\$)	Tiempo (h)	Costo Total (\$)
Planificación de la estrategia de implementación	Planteamiento de objetivos y definición de resultados esperados	Gerente de planta	1	\$6,50	2	\$13,00
	Concientización del personal	Jefes de área	6	\$3,00	2	\$36,00
	Conformación de equipos de trabajo	Equipo de investigación	2	\$0,00	2	\$0,00
Capacitación de la metodología 5S	Capacitación de SEIRI (Clasificar)	Gerente de planta	1	\$6,50	1	\$6,50
		Jefes de área	6	\$3,00	1	\$18,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	1	\$0,00
	Capacitación de SEITÓN (Ordenar)	Gerente de planta	1	\$6,50	2	\$13,00
		Jefes de área	6	\$3,00	2	\$36,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	2	\$0,00
	Capacitación de SEISO (Limpieza)	Gerente de planta	1	\$6,50	1	\$6,50
		Jefes de área	6	\$3,00	1	\$18,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	1	\$0,00
	Capacitación de SEIKETSU (Estandariza)	Gerente de planta	1	\$6,50	1	\$6,50
		Jefes de área	6	\$3,00	1	\$18,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	1	\$0,00
Capacitación de SHITSUKE (Disciplina)	Gerente de planta	1	\$6,50	1	\$6,50	
	Jefes de área	6	\$3,00	1	\$18,00	
	Equipo de investigación	2	\$0,00	1	\$0,00	
Evaluación de la metodología 5S	Verificación de mejora continua	Gerente de planta	1	\$6,50	0,5	\$3,25
		Jefes de área	6	\$3,00	0,5	\$9,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	0,5	\$0,00
Costo de implementación de la metodología 5S	Implementación de SEIRI (Clasificar)	Gerente de planta	1	\$6,50	24	\$156,00
		Jefes de área	6	\$3,00	40	\$720,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	40	\$0,00
	Implementación de SEITÓN (Ordenar)	Gerente de planta	1	\$6,50	24	\$156,00
		Jefes de área	6	\$3,00	40	\$720,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	40	\$0,00
	Implementación de SEISO (Limpieza)	Gerente de planta	1	\$6,50	24	\$156,00
		Jefes de área	6	\$3,00	40	\$720,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	40	\$0,00
	Implementación de SEIKETSU (Estandariza)	Gerente de planta	1	\$6,50	24	\$156,00
		Jefes de área	6	\$3,00	40	\$720,00
		Equipo de investigación	2	\$0,00	40	\$0,00
Implementación de SHITSUKE (Disciplina)	Gerente de planta	1	\$6,50	24	\$156,00	
	Jefes de área	6	\$3,00	40	\$720,00	
	Equipo de investigación	2	\$0,00	40	\$0,00	
TOTAL:					\$4.588,25	

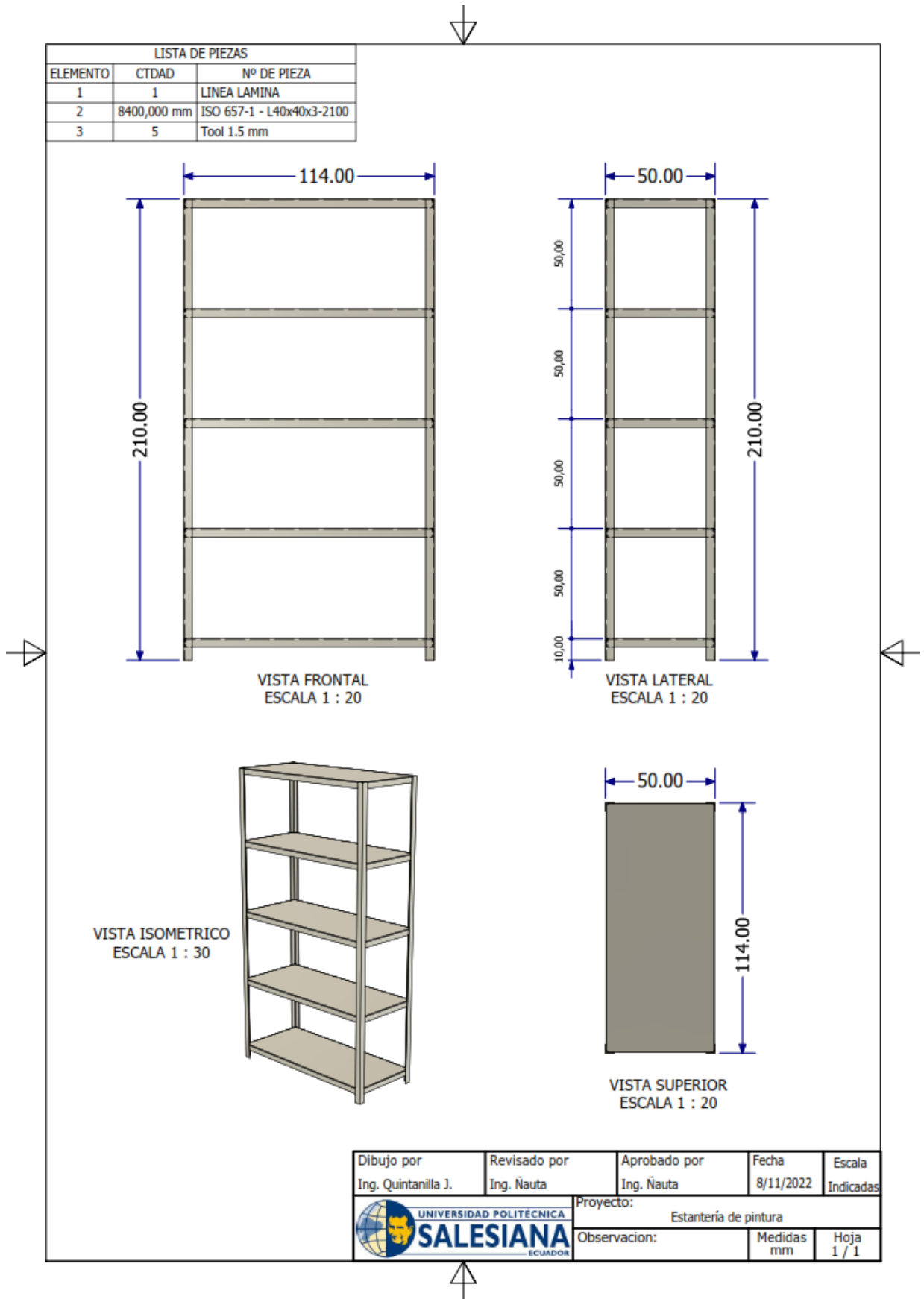
Anexo 7 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de láminas metálicas



Anexo 8 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de perfilería metálicas

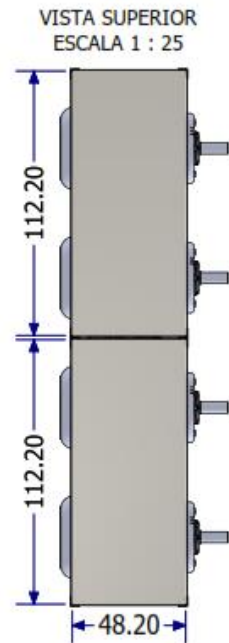
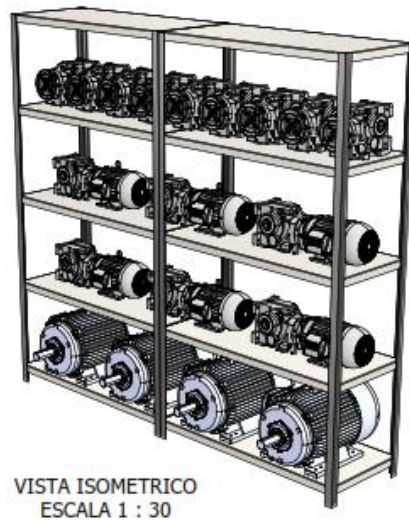
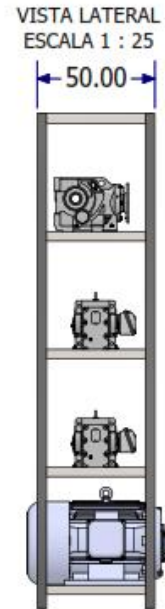
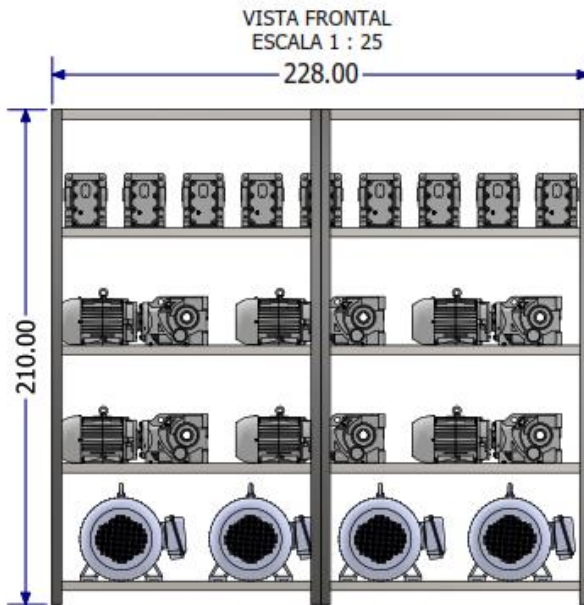


Anexo 9 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de pintura



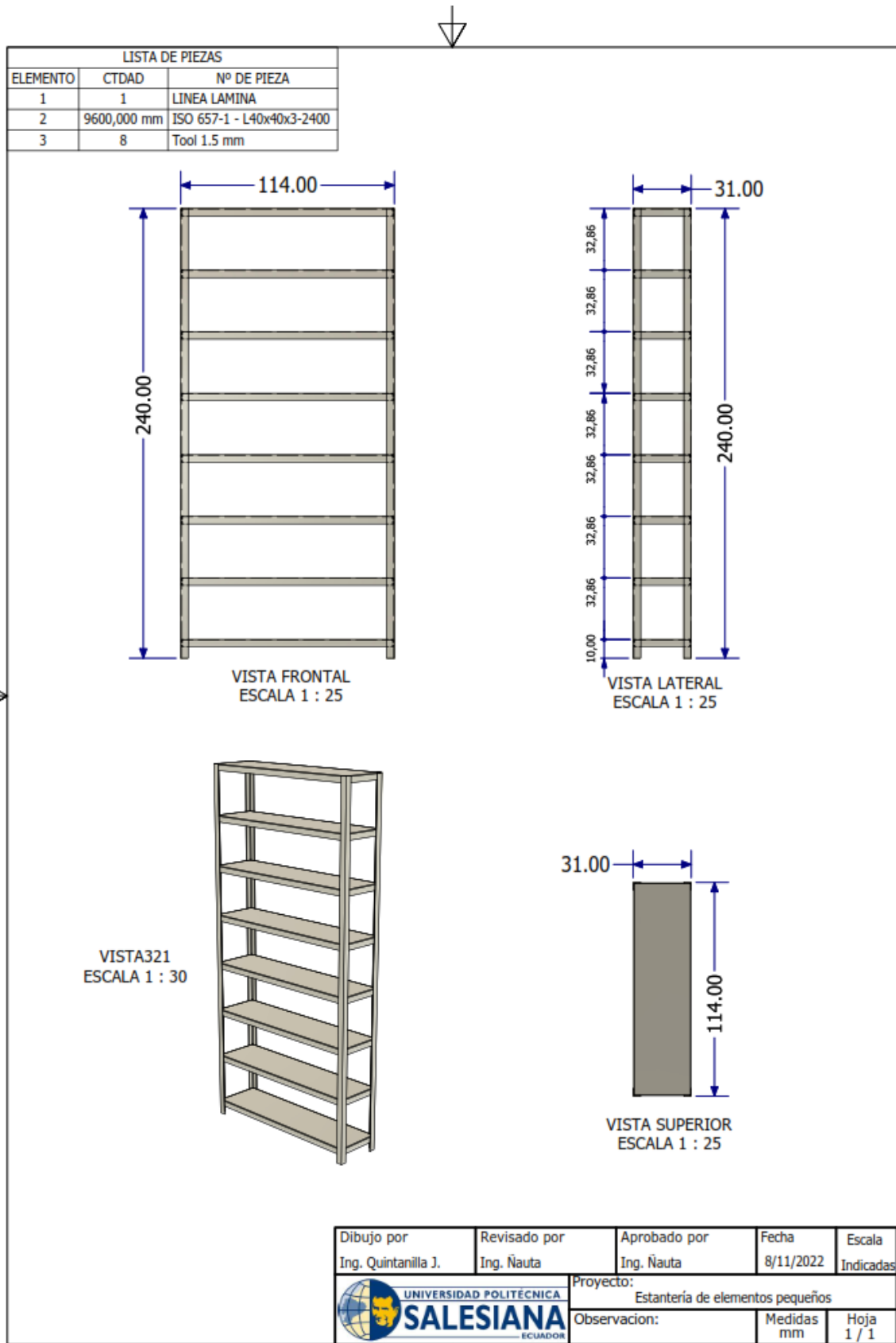
Anexo 10 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de motores


LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	2	LAMINA TOOL
2	4	Tool 1.5 mm
3	6	moteur_wfp6-1_524b34r
4	9	hbr-67-040-a



Dibujo por Ing. Quintanilla J.	Revisado por Ing. Nauta	Aprobado por Ing. Nauta	Fecha 8/11/2022	Escala Indicadas
		Proyecto: Esterantería de motores		
		Observacion:	Medidas mm	Hoja 1 / 1

Anexo 11 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de elementos pequeños.

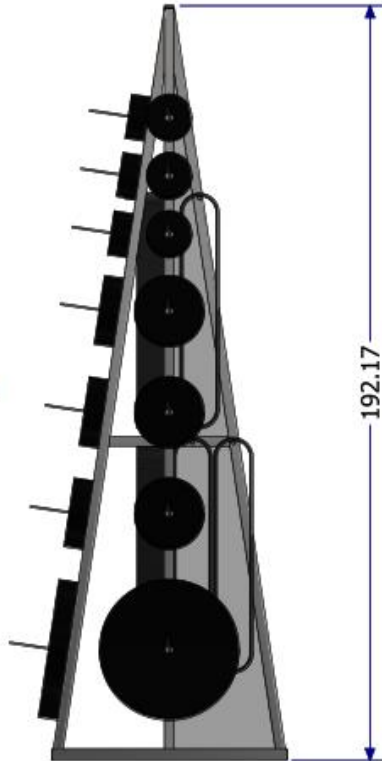


Dibujo por Ing. Quintanilla J.	Revisado por Ing. Nauta	Aprobado por Ing. Nauta	Fecha 8/11/2022	Escala Indicadas
		Proyecto: Estantería de elementos pequeños		
		Observación:	Medidas mm	Hoja 1 / 1

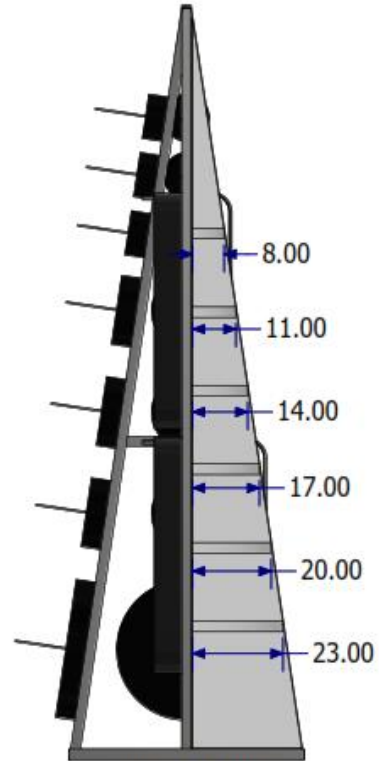
Anexo 12 Diseño propuesto de estantería para clasificación y orden de discos corte/desbaste, lijas y correas.

LISTA DE PIEZAS	
CTDAD	Nº DE PIEZA
2400 mm	AS 1163 - C350L0 30x30x1.6 SHS - 600
10163,815 mm	AS 1163 - C350L0 25x25x2.0 SHS
390.59 mm	ANSI/AISC Rolled Steel - 3/16-7,087, RB

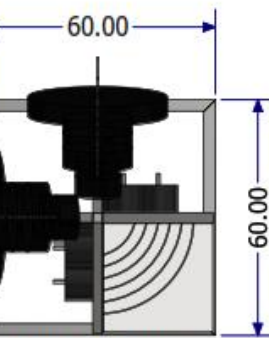
VISTA FRONTAL
ESCALA 1 : 15



VISTA LATERAL
ESCALA 1 : 15



VISTA321
ESCALA 1 : 25



VISTA SUPERIOR
SCALE 1 : 15

Dibujo por Ing. Quintanilla J.	Revisado por Ing. Nauta	Aprobado por Ing. Nauta	Fecha 8/11/2022	Escala Indicadas
		Proyecto: Estantería de discos y lijas		
		Observacion:	Medidas mm	Hoja 1 / 1