

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

Tema: APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL AREA DE TERMINADO DE LA PRODUCCIÓN DE PIELES.

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de Magister en
Producción y Operaciones Industriales

Modalidad de titulación Proyecto de Desarrollo

Autor(a): Ing. Verónica Elizabeth Valdés Paucar

Director(a): Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

Ambato - Ecuador

2021

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial.

El Tribunal receptor de la Defensa del Trabajo de Titulación presidido por Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Presidenta del Tribunal, e integrado por los señores: Ingeniera Jéssica Paola López Arboleda Magister., Ingeniero Christian Ismael Ortiz Saillema Magister., designados por la Unidad de Titulación de Posgrados de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para la disminución de desperdicios en el área de terminado de la producción de pieles”, elaborado y presentado por la señorita Ingeniera Verónica Elizabeth Valdés Paucar, para optar por el Grado Académico de Magister en Producción y Operaciones Industriales; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.
Presidente y Miembro del Tribunal de Defensa

Ing. Jéssica Paola López Arboleda Mg.
Miembro del Tribunal de Defensa

Ing. Christian Ismael Ortiz Saillema Mg.
Miembro del Tribunal de Defensa

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para la disminución de desperdicios en el área de terminado de la producción de pieles”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniera Verónica Elizabeth Valdés Paucar, Autora bajo la Dirección de la Ingeniera Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg., Directora del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Verónica Elizabeth Valdés Paucar

AUTORA

Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Verónica Elizabeth Valdés Paucar
C.C. 1804910741

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
AGRADECIMIENTO	xiii
DEDICATORIA	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xv
EXECUTIVE SUMMARY	xvii
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. General.....	3
1.3.2. Específicos	3
CAPÍTULO II.....	5
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	5
2.1. Estado del arte.....	5
2.1.1. Origen y definiciones	5
2.1.2. Principios de manufactura esbelta	5
2.1.3. Aspectos positivos y negativos de implementación.....	7
2.1.4. Herramientas de manufactura esbelta	8
2.2. Revisión de la literatura	11
2.2.1. Integración de varias herramientas	16
CAPÍTULO III.....	18

MARCO METODOLÓGICO	18
3.1. Ubicación	18
3.2. Equipos y materiales.....	18
3.2.1. Medición del trabajo.....	19
3.3. Tipo de investigación	22
3.4. Hipótesis – Pregunta Científica – Idea a defender	23
3.5. Población o muestra	24
3.6. Recolección de información	24
3.7. Procesamiento de la información y análisis estadístico.....	25
3.8. Variables respuesta o resultados alcanzados	26
CAPÍTULO IV	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Descripción de la empresa.....	27
4.2. Situación actual de producción en el área de acabado y empaque.....	27
4.3. Identificación de productos	28
4.4. Análisis de Pareto año 2019	30
4.5. Identificación de procesos.....	32
4.5.1. Cross de servicio	32
4.5.2. Preparación	33
4.5.3. Área de pintura y lacado	34
4.5.4. Área de prensado	36
4.5.5. Área de planchado.....	37
4.5.6. Área de saneado	37
4.5.7. Medición	38
4.5.8. Empaque	39
4.5.9. Almacenamiento	40
4.6. Estudio de tiempos y movimientos.....	40
4.6.1. Cursograma sinóptico del proceso actual	41
4.6.2. Cursograma analítico del proceso actual	42
4.6.3. Operaciones para la elaboración del producto 1	45
4.6.4. Estudio de tiempos	47

4.7. Diagnóstico y formación.....	60
4.7.1. VSM del estado actual del proceso.....	62
4.8. Indicadores de seguimiento	64
4.8.1. Indicadores actuales	65
4.9. Implementación 5S	67
4.10. Propuesta de implementación.....	83
4.10.1. Balanceo de líneas	84
4.10.2. Control Visual	87
4.10.3. Kanban	89
4.11. VSM Propuesto.....	92
Indicadores Propuestos	96
4.12. Resultados proceso actual, implementado y propuesto	102
4.12.1. Verificación de la hipótesis.....	104
CAPÍTULO V	106
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	106
5.1. Conclusiones	106
5.2. Recomendaciones	107
5.3. Referencias bibliográficas	108
5.4 Anexos.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO.....	19
TABLA 2 TIEMPOS SUPLEMENTARIOS.....	21
TABLA 3 FORMATO ESTUDIO DE TIEMPOS.....	22
TABLA 4 TAMAÑO DE LA POBLACIÓN.....	24
TABLA 5 TÉCNICAS, INDICADORES E INSTRUMENTOS.....	26
TABLA 6 DEMANDA POR PRODUCTO AÑO 2019.....	29
TABLA 7 PRODUCTO CON MAYOR DEMANDA ANUAL.....	30
TABLA 8 NOMENCLATURA DE PRODUCTOS.....	32
TABLA 9 CURSOGRAMA ANALÍTICO ACTUAL.....	42
TABLA 10 TIEMPOS OBSERVADOS.....	44
TABLA 11 ÁREAS Y OPERACIONES.....	47
TABLA 12 NÚMERO DE OBSERVACIONES.....	48
TABLA 13 TIEMPOS SUPLEMENTARIOS.....	49
TABLA 14 ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN DE PIELES Y FORMULACIÓN...50	
TABLA 15 ESTUDIO DE TIEMPOS N.º 1.....	51
TABLA 16 ACTIVIDADES DE COLORACIÓN CABINA DE PISTOLAS.....	52
TABLA 17 ESTUDIO DE TIEMPOS N.º 2.....	53
TABLA 18 RESUMEN TIEMPOS ESTÁNDAR.....	54
TABLA 19 PARÁMETROS VSM.....	60
TABLA 20 DEMANDAS PROMEDIO.....	61
TABLA 21 CRITERIOS VSM.....	62
TABLA 22 PROPUESTA DE HERRAMIENTAS A APLICAR.....	64
TABLA 23 INDICADORES TC, VA, NVA.....	66
TABLA 24 EVALUACIÓN ESTADO ACTUAL.....	68
TABLA 25 PORCENTAJE DE EVALUACIÓN.....	70
TABLA 26 FORMATO REGISTRO TARJETAS ROJAS.....	72
TABLA 27 COLOCACIÓN TARJETAS ROJAS.....	73
TABLA 28 RESUMEN COLOCACIÓN TARJETAS ROJAS.....	75
TABLA 29 ACCIONES SEIRI.....	76

TABLA 30 ACCIONES SEITON.....	77
TABLA 31 PROPUESTA REUBICAR.....	78
TABLA 32 FRECUENCIA DE USO.....	79
TABLA 33 PROPUESTA ESTANDARIZACIÓN: TACHOS DE BASURA.....	80
TABLA 34 FORMATO AUDITORIA 5S.....	81
TABLA 35 ACCIONES TARJETAS ROJAS.....	82
TABLA 36 EVALUACIÓN DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	83
TABLA 37 NOMENCLATURA DE OPERACIONES.....	84
TABLA 38 PARÁMETROS ACTUALES.....	85
TABLA 39 PROPUESTA DE BALANCEO DE LÍNEA.....	86
TABLA 40 HOJA DE INSTRUCCIONES.....	87
TABLA 41 ESTACIONES DE TRABAJO PROPUESTAS.....	89
TABLA 42 PROPUESTA TABLERO KANBAN.....	90
TABLA 43 PROPUESTA TARJETAS KANBAN.....	90
TABLA 44 CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO.....	92
TABLA 45 TIEMPOS PROPUESTOS.....	94
TABLA 46 TIEMPOS PROPUESTOS: ESTÁNDAR, NVA Y VA.....	96
TABLA 47 INDICADORES PROPUESTOS TC, VA, NVA.....	97
TABLA 48 PRODUCCIÓN DIARIA PROPUESTA.....	100
TABLA 49 TIEMPOS ESTÁNDAR ACTUAL - PROPUESTO.....	102
TABLA 50 RESULTADOS 5S.....	103
TABLA 51 PARÁMETROS ACTUALES Y PROPUESTOS.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Herramientas de manufactura esbelta	8
Figura 2 Pasos de las 5S.....	9
Figura 3 Evolución de la calidad	10
Figura 4 Ubicación Tenería San José.....	27
Figura 5 Resultados análisis de Pareto año 2019	30
Figura 6 Resultados software RStudio.....	31
Figura 7 Recepción de pieles	33
Figura 8 Proceso cabina de pistolas	34
Figura 9 Proceso Roller	35
Figura 10 Coloración manual con soplete.....	36
Figura 11 Prensa	36
Figura 12 Proceso de planchado	37
Figura 13 Saneado de bandas terminadas	38
Figura 14 Medición de bandas terminadas	39
Figura 15 Proceso de empaque.....	39
Figura 16 Producto terminado	40
Figura 17 Cursograma sinóptico Goya 1.4 1.6 Anilina Negro.....	41
Figura 18 Diagrama de barras tiempos estándar	54
Figura 19 Diagrama de barras producción estándar	59
Figura 20 VSM actual	63
Figura 21 Diagrama Radial 5S actual	70
Figura 22 Formato tarjetas rojas	71
Figura 23 Diagrama Radial 5S implementado.....	83
Figura 24 Diagrama de precedencia actual	84
Figura 25 Balanceo de línea propuesto	86
Figura 26 Señalética	88
Figura 27 Guía de secuencia tablero Kanban.....	91
Figura 28 Diagrama de barras producción diaria propuesta.....	100

Figura 29 VSM propuesto101
Figura 30 Comparación estado actual – implementado103

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 PROGRAMACIÓN ANÁLISIS ABC	112
ANEXO 2 ESTUDIO DE TIEMPOS	113
ANEXO 3 CALCULO DE VA, VAN Y PORCENTA DE FUNCIONAMIENTO ..	121
ANEXO 4 PLAN DE LIMPIEZA.....	126
ANEXO 5 ACCIONES TARJETAS ROJAS.....	127
ANEXO 6 EVALUACIÓN 5S IMPLEMENTADA	130
ANEXO 7 HOJA DE INSTRUCCIONES	131
ANEXO 8 SEÑALÉTICA PROPUESTA	135
ANEXO 9 CÁLCULO DE VA, NVA PROPUESTA.....	136

AGRADECIMIENTO

A Dios que es quien guía mi vida y todos mis pasos.

A mis padres Alfredo y Ximena que día a día me enseñan la importancia de tener una familia.

A mis hermanos Gabriela y Cristian quienes han confiado en mí, a Pablo y Ana Paula por ser mi apoyo día a día y luchar por nuestros sueños juntos.

A José que es la persona que me enseña a ser paciente y me llena de amor.

A mi tutora la Ing. Daysi Ortiz por ayudarme con la realización de este proyecto de titulación ya que nunca ha dudado en extenderme la mano.

Al director de la maestría el Ing. Franklin Tigre por siempre estar dispuesto a ayudar y colaborar.

A la empresa Tenería San José y sus colaboradores quienes me han dado la oportunidad de desarrollar mi proyecto.

DEDICATORIA

A mis dos ángeles en el cielo.

Mi amiga Mayrita quien me enseñó tanto en tan poco tiempo, enseñándome a
vivir su pérdida con amor.

A mi Tío Rodrigo que desde el cielo nos sigue iluminando con su luz como toda
la vida, a quien no he dejado de pensar ni un solo día desde su partida, porque
nos dejó una enseñanza de vida.

Este logro les pertenece a ustedes quienes marcaron mi historia y vivirán
siempre en mí, me harán falta, pero los recordare con alegría toda la vida,

Además, dedico este trabajo a mis sobrinos Tomas y Joaquín que son la alegría
de mi vida.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

TEMA: Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para la disminución de desperdicios en el área de terminado de la producción de pieles.

AUTOR: Ing. Verónica Elizabeth Valdés Paucar

DIRECTOR: Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

- Diseño, materiales y producción

FECHA: 12 de noviembre del 2021

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto está dirigido a la industria del cuero la cual está posicionada entre las más importantes dentro de la provincia de Tungurahua en Tenería San José, empresa con más de 40 años dentro de la industria en la ciudad de Ambato. La fabricación de cuero presenta algunos procesos complicados para los que se necesita tener un desarrollo adecuado para obtener prendas de calidad.

El proyecto tiene como objetivo la eliminación de cuellos de botella y desperdicios dentro del proceso de acabado y terminado de pieles. Esta área abarca actividades y operaciones como: coloración, prensado, lacado, planchado, saneado, medición y almacenamiento, las cuales han sido estudiadas para este trabajo.

Para el desarrollo de este proyecto se empieza con la medición de tiempos cronometrados desarrollando un estudio de tiempos y movimientos de las operaciones para la fabricación del producto de mayor rotación dentro de la empresa. A continuación, se realiza un diagnóstico inicial usando herramientas

como mapas de flujo de valor, en la cual se consigue eliminar actividades que no poseen un valor añadido.

Se implementó la metodología 5S, iniciando con una evaluación actual de la planta, se aplican los cambios y acciones que requiere esta herramienta, se evalúa la implementación para realizar un análisis numérico.

En el proyecto se proponen otras herramientas debido a diferentes factores por ejemplo para la existencia de cuellos de botella se plantea la propuesta de un balance de línea. Para la falta de control y planificación de producción se establece una propuesta con la herramienta Kanban. Adicionalmente se propone la aplicación de control visual para tener una mejor comunicación y facilitar el flujo de producción dentro de la planta.

En la investigación se plantean posibles formatos para la implementación de cada una de estas técnicas y para la estandarización, además se plantean ciertos indicadores que podrían ser útiles para la identificación de mejora y cumplimiento de producción.

Descriptores: control visual, desperdicios, kanban, manufactura esbelta, mejora, optimizar, pieles, productividad, VSM, 5S.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

TOPIC: Application of lean manufacturing tools to reduce waste in the finished area of leather production.

AUTHOR: Ing. Verónica Elizabeth Valdés Paucar

DIRECTED BY: Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

LINE OF RESEARCH:

- Design, materials and production

DATE: November 12th, 2021

EXECUTIVE SUMMARY

This project is aimed at the leather industry that is positioned among the most important of Tungurahua Province in Tenería San José, a more than 40 years old company in the industry in Ambato City. Leather manufacturing involves complicated processes that require an adequate process to obtain quality garments.

The project aims to eliminate bottlenecks and waste in the leather finishing process. This area has activities and operations such as: coloring, pressing, ironing, measuring and storage.

This project development begins with times measurement to carry out a time and motion study of the operations for the production with the highest rotation within the company. Next, an initial diagnosis was made using tools such as value flow maps to eliminate activities that have not added value.

The 5S methodology was implemented, starting from a current evaluation of the plant, the changes and actions required by this tool are applied and implementation is evaluated to perform a numerical analysis.

Other tools are proposed in the project due to different factors, for example, for the existence of bottlenecks, line balancing is proposed. For the lack of control and production planning, a proposal is established with the Kanban tool. In addition, the application of visual control is proposed to have a better communication and facilitate the production flow in the plant.

The research proposes possible formats for the implementation of each of these techniques and to standardize, as well as certain indicators that could be useful for the identification of improvement and production compliance.

Keywords: improvement, kanban, leather, lean manufacturing, optimize, productivity, visual control, VSM, waste, 5S,

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

La industria de pieles mantiene su espacio en el mercado internacional y nacional, desempeñando un papel vibrante en el crecimiento económico de países exportadores de productos de cuero terminado, necesita ser transformada de su uso tradicional a una industria modernizada con aportes de los últimos avances tecnológicos (Jawahar et al., 2016) , la producción de cuero mundial se concentra en países asiáticos con un 40% principalmente en India y China, Europa con un 23% seguido de América del Sur con un 19% (Aldás Salazar & Chipantiza Ganan, 2017)

En el Ecuador, Tungurahua se mantiene como pionera en la producción nacional, pese a la aparición de empresas asiáticas dentro del mercado ecuatoriano. El tratamiento de pieles se define como un proceso complicado, donde se requiere un conocimiento profundo y cabal de la elaboración para no llenar el mercado de prendas de mala calidad (Salinas Vásquez, 2015).

La Empresa Tenería San José CIA. LTDA. ha venido desde 1979 fabricando cuero para calzado y marroquinería. En esta última década en la planta se ha implementado la mejor tecnología disponible y un equipo de profesionales calificados en producción, investigación, desarrollo y control de calidad, sin embargo, en el área de terminado donde se involucran procesos de acabado, empaque y despacho es el proceso de producción menos ágil, además de presentar un déficit de personal lo cual hace que el proceso presente tiempos de retraso (Gómez Coello, 2016).

El objetivo de esta investigación es eliminar los retrasos en las entregas, dentro del área de terminado se presenta un cuello de botella producido por las demoras al momento de dar tonalidad a las pieles, los colores no son

establecidos o estandarizados ya que existe una gran variedad y depende de los requisitos de los clientes. Lograr el color requiere cierto número de pruebas que muchas veces retardan los procesos de acabado y terminado y como consecuencia retardan las entregas a clientes. Este proceso no es complicado, pero si requiere de tiempo, por lo cual se ha distribuido menos colaboradores en esta sección, dando prioridad al proceso de tratamiento de pieles, es así como también se presenta un déficit de personal dentro del área. Sin embargo, la empresa no puede contratar más personal por los valores económicos que esto representaría.

La industria y los procesos productivos han cambiado. Durante años, se creía que tener una producción estable era suficiente, sin embargo, el impacto que ha generado la industrialización, los avances tecnológicos y los cambios producidos en ella con el paso del tiempo ha exigido a las empresas a mantenerse en una evolución constante es decir un mejoramiento continuo, creando ambientes de producción más eficientes, ágiles y buscando una mejor calidad para los productos; llevándolas a buscar nuevas formas para optimización de materias primas e insumos, aumentando el rendimiento y eliminando despilfarros en los procesos de producción, haciendo uso de las diferentes metodologías y filosofías a nivel industrial como son las herramientas de manufactura esbelta.

Este documento está compuesto por cinco capítulos, el capítulo dos titulado antecedentes investigativos que contiene referencias teóricas y la revisión de literatura en donde se analiza la aplicación de algunas herramientas de manufactura esbelta y su impacto dentro del sector industrial, seguido del capítulo tres que contiene el marco metodológico en donde se detallan algunos aspectos como ubicación, el tipo de investigación usada entre otros parámetros.

1.2. Justificación

La aplicación de herramientas de manufactura esbelta brindó a la empresa beneficios como la eliminación de cuellos de botella que se originaban al

momento de dar el acabado de alguna tonalidad nueva solicitada por el cliente, es así como se logra una continuidad de flujo reduciendo los tiempos de producción. Además, el aumento de la productividad, la disminución de materias primas y tiempos usadas para pruebas de las diferentes tonalidades y la reducción de los plazos de entrega a los clientes.

Así también por medio de las capacitaciones dictadas a los colaboradores de la organización se logró formar equipos de trabajo involucrados en las herramientas, ya que se requiere un compromiso organizacional y también una adaptación cultural, por ello se creó un compromiso y se inició una disciplina dentro de todos los niveles de la empresa, involucrando también a la gerencia y administración.

Este proyecto podrá ser la referencia para que se implemente este tipo de herramientas en todas las áreas de la organización ya que el proyecto abarcó solo el área de acabado y terminado. En la provincia de Tungurahua existen varias empresas dedicadas a la producción de pieles este estudio podrá ser referencia para un mejor desarrollo del sector productivo del cuero, siendo una muestra de mejora y de forma adicional para otros sectores con necesidades relacionadas.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Aplicar herramientas de manufactura esbelta para disminuir los desperdicios en el área de terminado de la producción de pieles.

1.3.2. Específicos

- Establecer las actividades productivas e improductivas de la fabricación de pieles en el área de terminado mediante un análisis de movimientos para lograr mayor eficiencia y mejorar los procesos.

- Determinar y analizar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen el proceso de terminado mediante el estudio de tiempos para optimizarlos y aumentar la productividad.
- Proponer la aplicación de diferentes alternativas de mejoramiento aplicando las herramientas de manufactura esbelta dentro de la empresa Tenería San José CÍA. LTDA. para minimizar las pérdidas que se producen en el proceso de acabado.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1. Estado del arte

2.1.1. Origen y definiciones

La metodología de manufactura esbelta (TPS) desarrollada en el marco de TOYOTA (Jordon et al., 2019), surge en los Estados Unidos aproximadamente en el año 1992 con enfoque en el ámbito de la fabricación. Este es considerado un sistema de mejora continua que transforma o elimina desechos, excesos de inventario, esperas/demoras, sobreproducción, transporte innecesario, movimiento innecesario, defectos, exceso de inventario con base a la perspectiva del cliente (Leming-Lee et al., 2019).

Esta filosofía tiene dos pilares y cinco elementos (Feldmeth & Müller, 2019). Los pilares de la manufactura esbelta son respeto a las personas y mejora continua cuyo fundamento es el reto, ir y ver, respeto y trabajo en equipo. El propósito de esta metodología es diseñar y producir un producto o servicio según las necesidades o requisitos del cliente cuyo soporte principal es mejorar la eficiencia del sistema de producción (Singh & Kumar, 2020).

Manufactura esbelta es ampliamente practicada por las organizaciones para incrementar su productividad, reducir los desperdicios, abordar y contrarrestar los impactos ambientales (Purushothaman et al., 2020) en la revisión literaria se ha encontrado que ha contribuido significativamente al éxito de empresas en países desarrollados por ejemplo Japón, EEUU, Reino Unido , Alemania, Italia y se está iniciando la implementación en países de bajo desarrollo

2.1.2. Principios de manufactura esbelta

El primer pilar respecto a las personas con sus elementos respeto y trabajo en equipo está dirigido al desarrollo de líderes dentro de las empresas cuyo

objetivo es lograr personas y equipos direccionados hacia la filosofía de la organización, creando una cultura que cree la participación de todos en la organización ya que la metodología esbelta funciona mejor si es impulsada por todos los empleados (Coetzee et al., 2019).

El segundo pilar la mejora continua consta de tres elementos que son: reto, mejora continua e ir a la fuente y observar. Las etapas de mejora incluyen (Feldmeth & Müller, 2019): el valor para el cliente, en donde se desea brindar una ventaja en cuanto a precio, calidad y/o servicio, la siguiente etapa es el mapeo del flujo de valor, que es analizar los procesos desde el inicio hasta el final, la tercera etapa es el análisis de flujo lo cual implica lograr que los productos se muevan de un lugar a otro sin pérdidas de tiempo ni desperdicios, y la etapa final que es el enfoque en el cliente, en donde se evaluara la satisfacción al mismo.

Es necesario definir terminología básica para la comprensión de este documento por lo cual se define la cadena de valor como una representación visual en forma de un diagrama de flujo que tiene su origen en las obras de Frank y Lillian Gilbreth a principios de 1990 que utiliza símbolos estandarizados en 1947 que detalla la información de sistemas y subsistemas, usados para mirar de manera ordenada y explícita todos los aspectos de un proceso en búsqueda de la mejora continua (Schonberger, 2019).

Así también se define ritmo de producción a la regularidad con la que se realiza alguna actividad. Es la unidad de tiempo con la que se debe producir un producto o servicio para que coincida con la tasa con la que se requiere ese bien o servicio (Brioso et al., 2017). Es un método de planificación de la producción con enfoque en un flujo continuo a un ritmo constante, esto se logra administrando las actividades con el tiempo deseado para cada actividad. El objetivo es mejorar el proceso maximizando la utilización de los recursos disponibles (Ali & Deif, 2014).

El flujo de valor es una herramienta donde se identifican todos los tipos de desechos que se encuentran dentro de un proceso y se toman medidas para eliminarlos, esta presenta una visión más amplia en lugar de un proceso individual (Sivaraman et al., 2020), comprende el flujo del material y la información como un producto que se despliega paso a paso a través de su flujo de valor, para esto se debe mapear el proceso actual paso a paso en busca de los desechos para crear un mapa proyectado hacia el futuro eliminando los desechos identificados (Deshkar et al., 2018).

2.1.3. Aspectos positivos y negativos de implementación

En esta herramienta se pueden notar claras ventajas y desventajas detalladas a continuación (Jewalikar & Shelke, 2017) Dentro de los aspectos positivos tenemos las ventajas internas y externas. Las ventajas internas están ligadas a los beneficios netamente de la empresa mientras que las externas están conectadas con los beneficios externos de la empresa.

Las ventajas internas se dividen en tres categorías como son: la primera categoría se enmarca en los beneficios organizacionales dentro de esta clasificación tenemos; mejoramiento de la calidad; reducción de límites de gestión difusos entre sistemas individuales, menos burocracia para los sistemas, optimización de recursos, mejora del desempeño de la organización, reducción de los residuos, etc. ,como segunda categoría se tienen beneficios financieros, en estos se encuentra el ahorro en costos, incremento de los márgenes de contribución, reducción de costos de auditorías de certificación, y la última categoría de beneficios los cuales son para los empleados, en donde se puede citar los siguientes, personal más motivado e involucrado, creación de una mejor imagen de la empresa hacia los empleados y mejorar las relaciones entre ellos.

De la misma manera los beneficios externos son tres, la primera categoría los comerciales en lo cual se aumentan las ventajas competitivas, mejora en el mercado, satisfacción de clientes y nuevos clientes, la segunda categoría

calidad-medio ambiente-seguridad en la cual se logra la reducción de la generación de desechos peligrosos. La tercera categoría la cual mejora la imagen de la empresa y mejora la relación con las partes interesadas

Así también se presentan algunos aspectos negativos de implementación, una desventaja es que implica la utilización de recursos para la implementación de este sistema por lo que las pequeñas y medianas industrias con presupuesto limitados no optan por estas alternativas.

2.1.4. Herramientas de manufactura esbelta

Las herramientas son una colección de procesos sistemáticos mediante los cuales se puede llevar a cabo una aplicación o implementación de manufactura esbelta, en la figura 1 se enlistan algunas de estas herramientas encontradas en la literatura, como son las 6S, tarjetas digitales, Justo a tiempo, gestión de calidad total, mantenimiento productivo total y gestión de la producción.



Figura 1 Herramientas de manufactura esbelta

Esta metodología 6S es un avance o expansión de la metodología 5S más la seguridad, es una herramienta poderosa y efectiva que ayuda en la mejora continua de las industrias y esta se puede aplicar en cualquier tipo de organización sin importar el tamaño. Como se muestra en la figura 2, los cinco pilares fundamentales en los que se basa esta metodología son: ordenar, organizar, limpiar, estandarizar, continuar. A esto se le suma el sexto pilar, la seguridad (Nazarali et al., 2017).

Al seguir la metodología 6S, se dará a la compañía una mejora en seguridad, aumento de productividad, satisfacción laboral, mejoras en del desempeño organizacional y mejoras de calidad. Además, se puede lograr iniciativas, eficiencia y limpieza (Sukdeo, 2017). Esta es una herramienta de manufactura esbelta que proporciona inventarios simplificados, espacios libres y ordenados y procesos para mantener normas de limpieza(Leming-Lee et al., 2019). Hay seis pasos en esta herramienta y son (Sharma & Lata, 2018):

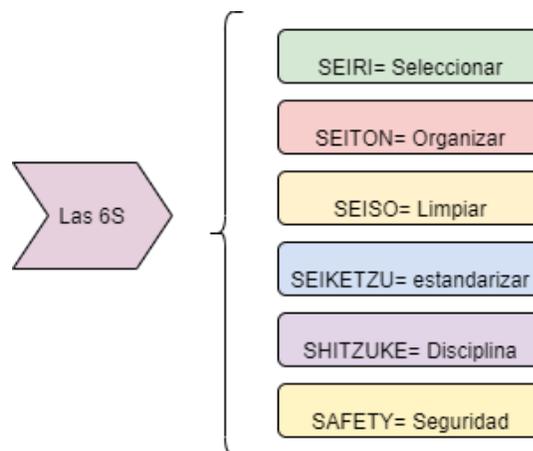


Figura 2 Pasos de las 5S

Kanban es un sistema de información en el cual se controla la producción de los productos así mismo su cantidad y tiempo para cada proceso. Es un método que permite autorizar, ordenar y producir pieza, se puede decir que Kanban es un tablero visual que permite mantener el control de producción dentro de cualquier sector industrial (Powell, 2018) . Existen varias plataformas digitales y

sistemas operativos que permiten la aplicación de esta metodología de una forma digital.

JIT es una metodología en la cual se busca aumentar la eficiencia del sistema de producción y reducir los tiempos de flujo así también la minimización de inventarios reduciendo costos de este, además se basa en los tiempos de respuesta de los proveedores y los clientes. Para lograr este JIT, la comunicación interna, especialmente entre los inventarios y la producción, debe optimizarse mediante la minimización del inventario y el proceso eficiente de preparación de piezas, como su nombre lo indica al momento de la fabricación de un producto la materia prima para este llegara justo a tiempo para fabricarlo (Che-Ani et al., 2017) (Ani et al., 2018).

TQM es una evolución de calidad, plantea cuatro fases evolutivas de la calidad como se observa en la figura 3 la inspección, control de calidad, garantías de calidad y finalmente se logra el TQM (Othman et al., 2019). TQM es una filosofía en la cual se mejora y se mantiene la calidad de los procesos y los productos, para satisfacer las expectativas del cliente. El nivel de calidad en TQM lo determinan los clientes. Se necesita la participación de la gerencia, la fuerza laboral , los proveedores y los clientes para cumplir su objetivo el cual es la satisfacción del cliente(Othman et al., 2019) (Sahoo & Yadav, 2020).

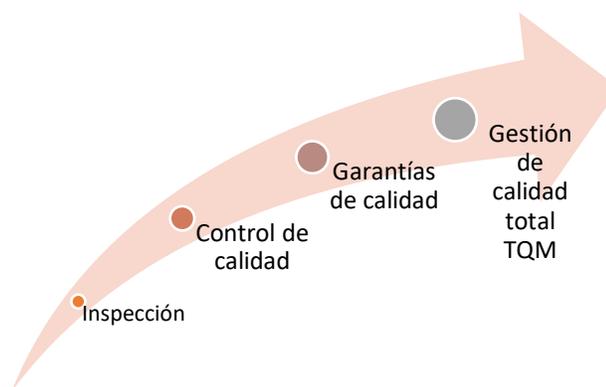


Figura 3 Evolución de la calidad

TPM se considera como una filosofía de mejora en la cual se propone un sistema integral de mantenimiento productivo en el cual vincula las funciones de mantenimiento, producción e ingeniería, cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al mal estado de las maquinas o equipos, busca eliminar las paradas no programadas y que los equipos se encuentren idóneos de producir su capacidad máxima Busca cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos debido al mal estado de máquinas, y un diseño de lugar de trabajo efectivo. La implementación de TPM en muchos casos puede requerir de una inversión de capital muy elevada y los resultados o retorno de inversión se pueden observar a largo plazo (Sahoo & Yadav, 2020).

SMED es una herramienta la cual permite realizar cambios en la producción en el menor tiempo posible. Divide las operaciones de configuración en dos categorías: operaciones internas y operaciones externas. Las operaciones internas son aquellas actividades que se pueden llevar a cabo cuando las maquinas no están en funcionamiento, las operaciones externas son las restantes las que se dan cuando la maquina está en funcionamiento. Las primeras operaciones deben separarse, luego, cuando sea posible, las operaciones internas deben convertirse en externas y, por último, cada operación debe simplificarse (Ribeiro et al., 2019).

2.2. Revisión de la literatura

Varias aplicaciones de 6s se muestran en el sector industrial, como la investigación de Sukdeo (Sukdeo, 2017), la cual tiene como objetivo implementar conceptos 6S en una organización de fabricación de tinta para investigar la efectividad y eficiencia de esta metodología, se usa dos métodos de recolección de datos. El estudio muestra los resultados de una auditoría 6S desarrollada durante un período de 8 semanas, la cual mostró un aumento de 50 unidades en la puntuación en la semana uno y 90 en la semana 8. Las siguientes ventajas establece el autor: mejoras de proceso, mejor uso del espacio de trabajo, reducción del tiempo de búsqueda de materiales y artículo, mantenimiento de la limpieza, aumento de la conciencia y la moral de los

empleados, mejoras en salud y seguridad ocupacional, incremento en la efectividad y eficiencia de productividad, eliminación de accidentes, peligros y riesgos y como ultima ventaja mejora del funcionamiento general.

Como se detalló en la terminología básica 6s es un avance o un adicional de 5S más seguridad, por lo mismo es importante tomar en cuenta aplicaciones de lo mismo, Bloj et. al. (Bloj et al., 2020) muestran en su estudio realizado la aplicación de las 5S en una gran empresa energética, aplicada en el centro de llamadas. La compañía superó el objetivo establecido, mejora la rentabilidad de un 2.6% a 20% en un periodo de 3 meses. Además, se actualizó los procedimientos internos, identificó el problema de llamadas y mejoró el proceso general.

Veres et. al.(Cristina et al., 2018) valida su hipótesis de investigación, H1: Existe una relación positiva entre el nivel 5S y la productividad, tras realizar un análisis de correlación probando la variable para ver la normalidad de los datos. Los resultados y hallazgos del estudio de investigación arrojan un valor de $r=0.65$ para el coeficiente de correlación de Pearson, lo cual según teoría dice que si $0 < r < 1$, existe una correlación positiva.

Al seguir la metodología 6S, se dará a la compañía una mejora en seguridad, aumento de productividad, satisfacción laboral, mejoras en del desempeño organizacional y mejoras de calidad. Además, se puede lograr iniciativas, eficiencia y limpieza (Sukdeo, 2017).

Esta es una herramienta de manufactura esbelta que proporciona inventarios simplificados, espacios libres y ordenados y procesos para mantener normas de limpieza(Leming-Lee et al., 2019).

Otra herramienta de manufactura esbelta son las tarjetas digitales más conocidas como Kanban, existen varias plataformas digitales y sistemas operativos que permiten la aplicación de esta metodología de una forma digital. Se han realizado varias aplicaciones de tarjetas digitales, Powell (Powell, 2018) en su artículo, se basa en dos estudios de caso, el primero introduce al sector

marítimo en la aplicación de tableros y tarjetas Kanban y la segunda aplicación se emplea en una fábrica de pedidos. Según los autores Kanban demuestra ser una aplicación visual sencilla, para administrar la tarea de ejecución de producción de bajo volumen. Este trabajo además tiene una muestra de cómo se puede usar el letrero Kanban para visualizar y materializar el flujo de trabajo. Los resultados iniciales muestran una reducción del 50% en el tiempo de entrega para ambos casos. Otra aplicación desarrollada por Puche et. al. (Puche et al., 2019) muestra que Kanban es la forma de administrar eficientemente el flujo de productos a lo largo de la cadena de suministro y afirma que es una herramienta esencial para tener éxito en el mercado actual.

La aplicación de la herramienta justo a tiempo (JIT) son combinadas con otras por ejemplo Runkler et. al. (Runkler et al., 2019) proponen la aplicación de la toma de decisiones difusas una herramienta de control, con la programación dinámica de entregas en un proceso justo a tiempo. Las decisiones de entrega son tomadas por prioridades de pedido calculadas a partir de la disminución esperada de la satisfacción del cliente para cada pedido. El estudio realiza una simulación del proceso real en un periodo de 600 días, en comparación con los otros métodos produce los mejores resultados en los parámetros dando los valores más alta de tasa de entrega justo a tiempo, la satisfacción del cliente promedio y el porcentaje de clientes satisfechos. Como se puede notar en la investigación se complementa con la lógica difusa es decir integra otra herramienta para la predicción de pedidos. Varias aplicaciones buscan crear un algoritmo JIT, para que la materia prima y materiales lleguen de una manera automática y a tiempo, por ejemplo, Singh et. al. (Singh & Soni, 2019) se plantean en su artículo el objetivo de predecir el plazo de entrega en un pedido de fabricación. El trabajo predice el orden de entrega a tiempo en un restaurant ya que exponen en la investigación que la producción de comida es el mejor ejemplo de entregas justo a tiempo. Los autores indican que pueden predecir pero que existen varios factores externos no considerados como el tráfico y otros cambios que se producen o se presentan en la realidad, factores que

pueden tener un gran impacto al momento de implementar este modelo de estudio Los resultados obtenidos por varias máquinas

La gestión de calidad total (TQM), es otra herramienta de manufactura esbelta, Othman et. al. (2019) exponen en su investigación el uso de la gestión de calidad total en el sector de la construcción, el objetivo de este artículo es mejorar la calidad de la construcción para el presente año así de esta forma busca identificar, clasificar y analizar los factores que afectan la TQM. Se recolectó un cuestionario de 32 encuestados, usando pruebas de fiabilidad. Se identificó los factores más cruciales que afectan la implementación de TQM de la siguiente manera: Empleados Relacionados, Planificación estratégica, Trabajo en equipo, Comunicación Relacionados, Cultura organizacional, Comité de alta dirección, Mejora continua y Relacionado con el cliente. Como el artículo lo indica es un estudio realizado en base a encuestas, se debe comprender que los factores dependerán del sector al que se aplique ya que este estudio es desarrollado en el sector de la construcción se podría o no obtener el mismo orden dependiendo del sector productivo. Para un mejor estudio se podría ampliar la muestra para obtener un mayor número de encuestados.

Algunas de las aplicaciones de TPM se detallan a continuación como la de Bon et. al. (Bon & Lim, 2015), en su artículo exponen los autores que los clientes exigen y buscan excelente calidad, entrega confiable y precios competitivos. Esto exige que las máquinas sean altamente eficientes. Con el fin de poseer máquinas altamente confiables han implementado el Mantenimiento Productivo Total (TPM) como la herramienta que permite maximizar la efectividad del equipo. La eficacia general del equipo (OEE) se utiliza como medida al evaluar el resultado de TPM. Esta investigación muestra la diferencia entre antes y después de la implementación. La tabla de resultados muestra una mejorada de más del 50%. Básicamente, se puede decir que la idea fue un éxito ya que el tiempo utilizado en el cambio después de la mejora ha disminuido mucho. En promedio, el tiempo anterior era de 90 minutos y después de la implementación es de 26.5 minutos es decir disminuyó 63.5 minutos, equivalente al 71%. La

eficiencia general del equipo ha aumentado en un 8%. Otras implementaciones de TPM como en el caso de estudio de los autores Maalem et. al. (Maalem et al., 2020) abordan el impacto de la implantación en la efectividad general del equipo (OEE) de dos tipos diferentes de máquinas utilizadas en la línea de producción de la industria de cables de energía: máquina de ensamblaje y máquina de extrusión. Para la máquina de ensamblaje se obtiene una comparación del OEE valor anterior de 22.10% y después de la implementación de TPM de 37.85%. Por otra parte, para la segunda maquinaria la de extrusión va desde 57.64% a un aumento de 83.40%, muchas veces esta herramienta puede resultar costosa pero también es importante el ahorro que esta inversión nos puede crear, para esta aplicación se muestra en los resultados un ahorro de 286000 euros anuales.

El cambio de troqueles en menos de diez minutos (SMED), Sousa et. al. (Sousa et al., 2018) exponen en su trabajo, una aplicación en el sector industrial del corcho con la implementación de SMED, con el intercambio de troqueles para reducir el tiempo de inactividad que es causado por el cambio de herramienta se obtuvo una disminución del 43% del tiempo total inicial, de esta forma las mejoras implementadas tuvieron un impacto positivo en el proceso. Concluyen además que las herramientas de manufactura esbelta son un método poderoso para obtener retornos sólidos sin grandes inversiones.

Otra aplicación de SMED es la de los autores Vieira et. al. (Vieira et al., 2019) afirman que es necesario adoptar modelos de gestión innovadores que puedan proporcionar una mayor productividad a costos mínimos. Este artículo presenta un proyecto de implementación en máquinas de cadenas de frío. Al final del proyecto, se recalculó la OE y se verificaron los siguientes resultados: en el equipo 1, se obtuvo un OEE del 70% al 81%, que representa un 10% de mejora; en el equipo 2 hubo un aumento del 4% en el OEE; en el equipo 3 muestra una mejora del 73% al 83% aumentando en un 10%, en el equipo 4 hubo uno de los mayores incrementos que fue un avance de 28% a 49%. En el equipo 5, el aumento fue del 9%, pasando del 71% al 80%. En el equipo B1 hay

fue un aumento en OEE del 64% al 79%. Los resultados de la implementación de SMED muestran una mejora promedio de OEE del 10,8%.

2.2.1. Integración de varias herramientas

Peralta et. al. (Peralta-Quispe et al., 2019) como solución a la problemática encontrada en una empresa de calzado la cual se estableció como la falta de atención de pedidos en un gran porcentaje lo cual genera pérdidas económicas, realiza una aplicación de herramientas de manufactura esbelta, se evaluó de forma inicial a la empresa la cual arrojó un resultado de 65% de eficiencia en sus procesos productivos además se notaron otros problemas como productos defectuosos, retrasos en producción lo cual genera la problemática planteada inicialmente. Se aplicó 5s, VSM y TPM, como resultado el número de partes defectuosas y los tiempos de ciclo disminuyeron. Finalmente se aumentó la eficiencia en un 10% al valor inicial, es decir la empresa después de la aplicación tiene un 75% de efectividad, de esta forma la producción aumento 39 pares de zapatos diarios no defectuosos.

Ribeiro et. al. (Ribeiro et al., 2019) los autores en su trabajo muestran la implementación de la herramienta en una planta de plástico dedicada a la fabricación de repuestos de vehículos, su objetivo principal fue lograr la reducción en los tiempos de ciclo, una mayor producción en las líneas de producción y una reducción en las quejas asociadas a ciertos productos establecidos. Se realizó un análisis de parámetros iniciales cuantitativos como son productos no conformidades, quejas, demoras en la entrega y la medición de rendimiento de la maquinaria. Después se identificaron las oportunidades de mejora. Se implementó 5S, gestión visual, SMED y trabajo estándar. La implementación de las propuestas de mejora sugeridas tuvo impactos positivos como son: la reducción del 70% de los tiempos de transporte en la línea de producción de pintura y el crecimiento del índice de maquinaria en 18% en el proceso de inyección, 16% en la línea de producción de pintura de las cubiertas de las ruedas y 17% en la línea de pintura.

Sahoo & Yadav (Sahoo & Yadav, 2020) muestran una investigación sobre la integración de TPM y TQM, se pidió a 181 organizaciones la colaboración para las encuestas de las cuales 72 empresas de fabricación fueron de las que se obtuvo una respuesta favorable para su colaboración, se usó construcciones previamente probadas de estudios anteriores para garantizar la validez y fiabilidad de este estudio, se aplicó un cuestionario desarrollado por dos académicos con gran experiencia en el ámbito profesional y educativo, la muestra consta de 33 microempresas que representa un 46% de la muestra y 39 medianas empresas con el 54% restante de la muestra. Se compara el impacto de las dos herramientas TPM y TQM de forma separada y el rendimiento de mejora de aplicar ambas herramientas. Se realizó una prueba t para investigar las hipótesis planteadas, el enfoque combinado arrojó valores de rendimiento operativo entre 2.96 y 3.35, mientras que por separado se encuentran en un valor de 2.20 y 2.80. Los resultados indican que la implementación de ambas herramientas posee un potencial significativo para mejorar el rendimiento de fabricación en comparación con la implementación independiente o por separado. Es un estudio que usa un buen enfoque ya que compara cada herramienta con un valor t, sustentado y validado dando gran respaldo al trabajo de investigación. Ani et. al. (Ani et al., 2018) indica en su investigación la actividad de mejora, implementando Kanban para lograr llegar a un JIT, los resultados de la implementación para este caso fue la eliminación de desperdicios en un 36.6%.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

La planta de producción de la Empresa Tenería San José CIA. LTDA. está ubicada en Ambato en la Av. Indoamérica y Pedro Vásconez, sector Izamba, en la provincia de Tungurahua.

3.2. Equipos y materiales

Para esta investigación se usó una base de datos proporcionada por el departamento de producción de la empresa. Además, como base de esta investigación se encuentra la aplicación de técnicas de manufactura esbelta. Los insumos usados dentro del área de acabado y terminado fueron proporcionados por la identidad como son las pieles, tintas de coloración, papeles de empaque y maquinaria para el proceso.

Además, en la investigación se utilizó diferentes equipos de medición como son cronómetro y video cámara proporcionados por el investigador.

Se utilizó algunas herramientas y técnicas para esta investigación las cuales son:

Organigrama estructural: Da a conocer de una forma gráfica la estructura actual de la organización empresarial y las jerarquías en la misma.

Cursograma sinóptico: Herramienta mediante la cual se puede conocer de manera general el proceso.

Cursograma analítico: El cual permite conocer la trayectoria y procedimiento para la elaboración de los artículos, con la finalidad de detectar cualquier tipo de error.

Entrevista: Se utiliza para conocer información del área de estudio y el manejo de las actividades dentro de la misma. Va dirigida al líder encargado del área de acabados y terminado.

3.2.1. Medición del trabajo

Valoración de ritmo de trabajo

(Garcia & Ricardo, 1998) Define que valorar el ritmo es una comparación entre el ritmo real del operador con la idea mental del ritmo natural de un trabajador calificado.

En la tabla 1. se describe ejemplos de ritmos de trabajo con escala británica que es la que se usará en este estudio.

TABLA 1 VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO

Escala	Descripción del desempeño
0	Actividad Nula
50	Muy lento, movimientos torpes, el operador parece dormido y sin interés en el trabajo
75	Constante, resuelto, sin prisa
100 (ritmo tipo)	Activo, capaz logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado (obrero calificado medio)
125	Muy rápido, el operador actúa con seguridad y destreza
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso

Si se considera que el desempeño está por debajo del desempeño tipo se usan escalas menores a 100, si se considera que el desempeño sobrepasa a este se usan factores superiores. Se acostumbra a redondear los valores a múltiplos del número cinco como por ejemplo 80, 95,105,110.

Tiempo básico o normal

Tiempo básico es aquel que representa el tiempo que el operador calificado tarda en realizar una actividad. Se calcula mediante la ecuación, a partir del tiempo observado y la valoración atribuida según su desempeño. (Garcia & Ricardo, 1998)

$$T.N. = T.T. * \frac{V}{Valor\ tipo} (1)$$

T.N. = Tiempo básico o normal

T.T. = Tiempo observado o total

V = Valor atribuido o Valoración

Valor tipo = 100

Suplementos

Toda actividad requiere un esfuerzo humano, por más que este haya sido estudiado para usar el método más eficaz, practicó, cómodo para el operador. Por lo que se debe considerar tiempos suplementarios para que el trabajador pueda ocuparse en sus necesidades personales o fatiga básica.

Para el cálculo de los tiempos suplementarios se toma en consideración algunos factores que se detallan en la tabla 2 a continuación junto a su ponderación

TABLA 2 TIEMPOS SUPLEMENTARIOS

Suplementos constantes	H	M	Suplementos variables	H	M
<i>A. Por necesidades personales</i>	5	7	<i>D. Mala iluminación</i>		
<i>B. Por fatiga</i>	4	4	Ligeramente por debajo	0	0
Suplementos variables			Bastante por debajo	2	2
<i>A. Trabajar de pie</i>	2	4	Absolutamente insuficiente	5	5
<i>B. Por postura normal</i>			<i>F. Concentración intensa</i>		
Ligeramente incomodo	0	1	Trabajo de cierta presión	0	0
Inclinado	2	3	Fastidioso	2	2
Echado estirado	7	7	Muy fastidioso	5	5
<i>C. Uso de energía o fuerza muscular Kg.</i>			<i>G. Ruidos</i>		
2.50	0	1	Continuo	0	0
5.00	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
7.50	2	3	Intermitente y muy fuerte	5	5
10.00	3	4	Estridente y fuerte	7	7
12.50	4	5	<i>H. Tensión mental</i>		
15.00	5	5	Proceso bastante complejo	1	1
17.00	7	8	Proceso complejo	4	4
20.00	9	10	Muy complejo	8	8
22.50	11	13	<i>I. Monotonía</i>		
25.00	13	16	Algo monótono	0	0
30.00	17	20	Bastante monótono	1	1
35.50	22		Muy monótono	4	4
<i>E. Condiciones atmosféricas</i>			<i>J. Tedio</i>		
16.00	0	0	Algo aburrido	0	0
14.00	0	0	Bastante aburrido	2	1
12.00	0	0	Muy aburrido	4	2
10.00	0.3	0.3			
8.00	1	1			
6.00	2.1	2.1			
5.00	3.1	3.1			
4.00	4.5	4.5			
3.00	6.4	6.4			
2.00	10	10			

Tiempo estándar o tipo

(Kanawayt & George, 1996) define al tiempo estándar como el tiempo que se concede para efectuar una actividad. Dentro de este tiempo se encuentran considerados los tiempos cíclicos dentro del proceso, además se considera la valoración del ritmo y sus suplementos.

Para el cálculo de este tiempo estándar se necesita previamente hallar los siguientes factores.

1. Se obtiene y se registra información de la operación
2. Se descompone en cada una de las actividades que compone la operación y se registra sus elementos
3. Se toma lectura de tiempos
4. Se halla la valoración del ritmo de trabajo
5. Se calcula los suplementos

Para el presente estudio se creó un formato en el cual se registran los tiempos observados y se calcula el tiempo estándar para cada una de las actividades el cual se muestra en la tabla 3.

TABLA 3 FORMATO ESTUDIO DE TIEMPOS

ESTUDIO No																	
Operación:												Hoja:					
Material:												Inicio:					
Producto:												Fin:					
Unidad de tiempos:												TiempoEvaluado:					
												Realizado por:					
												Revisado por:					
No	Act.	Ciclos										T.T	△	V	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	X1																
2	X2																
TIEMPO ESTANDAR DE CICLO																	###
Nota: T.T=Tiempo Total △= Promedio V= Valoración TN=Tiempo normal S=Suplemento TS= Tiempo Estándar																	

3.3. Tipo de investigación

Para el presente proyecto se realizó una investigación aplicada porque se partió de un problema inicial y se realizó una investigación bibliográfica-documental en la cual se seleccionaron las fuentes de información que sirvieron de bases para

la selección de herramientas de manufactura esbelta. Además, se usó dos enfoques experimental y cuantitativo.

Enfoque experimental debido a que se realizaron observaciones y análisis de las diferentes pruebas para la optimización de recursos dentro del procesos de acabo de pieles, en donde se hallaron las causas y los posibles efectos de los desperdicios. Dentro del enfoque experimental la investigación utiliza el tipo cuasiexperimental ya que se manipuló las variables independientes dentro del proceso, los grupos para el experimento ya estaban creados con anterioridad al ser divididos por rotación de productos.

Para el análisis de las pruebas y la correcta interpretación de los resultados se empleó un enfoque cualitativo ya que se llevaron a cabo con un soporte estadístico.

3.4. Hipótesis – Pregunta Científica – Idea a defender

Hipótesis de investigación

H1: La aplicación de herramientas de manufactura esbelta incide en la disminución de desperdicios en el área de terminado de la producción de pieles.

H2: Eliminar actividades improductivas proporciona aumentos en la eficiencia en los procesos productivos y reduce los plazos de entrega a los clientes.

Hipótesis nula

HO1: La aplicación de herramientas de manufactura esbelta no incide en la disminución de desperdicios en el área de terminado de la producción de pieles.

HO2: Eliminar actividades improductivas no proporciona aumentos en la eficiencia en los procesos productivos y reduce los plazos de entrega a los clientes.

3.5. Población o muestra

Para esta investigación se consideró el total de trabajadores de esta área. En la tabla se detalla el cargo y número de personas.

TABLA 4 TAMAÑO DE LA POBLACIÓN

Departamento	Cargo	N Personas
Acabado y terminado	Área de pintura	2
	Área de prensado	
	Área de Planchado	
	Área de Medición	2
	Área de Empaque	
	Área de saneado	
	Jefe de área	1
Total, Trabajadores	5	

Debido a que la población no es superior a 100 personas, se trabajó con el total de la población sin necesidad de tener una muestra.

3.6. Recolección de información

Se inicia con una revisión de textos bibliográficos referentes al tema de la investigación, para un análisis posterior.

La recolección de información es un proceso crítico, es el paso mediante el cual se recopilan ciertos datos e información acerca de los diferentes procesos que existen dentro de la organización, se realizó el uso de entrevistas a los jefes y líderes de las áreas de la organización para determinar el estado de situación inicial del proceso.

Se involucra una investigación exhaustiva dentro de los procesos de acabado de pieles, se usó la observación directa dentro del área de trabajo para la extracción de datos, de tal forma se conoce de manera clara algunas

posibilidades de acciones a tomar para las mejoras tomando en cuenta las herramientas de manufactura esbelta.

3.7. Procesamiento de la información y análisis estadístico

El desarrollo del trabajo de investigación se lleva a cabo mediante tres etapas descritas a continuación:

Etapas 1

Levantamiento de información

- Toma de datos dentro del proceso de acabado y terminado de pieles.
- Revisión de la información recopilada dentro de la empresa a través de la observación directa y las técnicas de medición.
- Análisis e interpretación de las herramientas las cuales permiten un análisis actual de la empresa.
- Análisis de tiempos y movimientos de las operaciones que abarca la sección de acabado y terminado.
- Interpretación de resultados mediante la evaluación del estado mejorado de la empresa.

Etapas 2

Selección de herramientas de manufactura esbelta

- Revisión literatura de las herramientas de manufactura esbelta.
- Análisis de las herramientas aplicables para el mejoramiento de la empresa.
- Selección de las herramientas de manufactura esbelta.

Etapa 3

Evaluación de los datos obtenidos

- Análisis de los datos obtenidos después de la implementación de las herramientas dentro de la empresa.
- Interpretación de los resultados obtenidos en la investigación.

3.8. Variables respuesta o resultados alcanzados

En la tabla 5 se detallan las técnicas, indicadores e instrumentos usados en esta investigación para alcanzar los resultados.

TABLA 5 TÉCNICAS, INDICADORES E INSTRUMENTOS

Resultados alcanzados	Técnicas	Indicadores	Instrumento
Identificación de actividades productivas e improductivas	Entrevista Análisis ABC	Porcentajes	Software RStudio
Estandarización de tiempos y procesos	Medición de trabajo Estudio de tiempos	Tiempos Estándar	Excel
Propuesta Balance de línea	método balanceo de línea	Nivelación de producción	Excel
Propuesta Metodológica 5S	Observación	Actividades recomendadas	Excel
Propuesta Kanban	Control visual	Indicadores de producción / Tablero Kanban	Excel
Control visual	Formatos estandarizados	Fichas de observación	Ilustrador

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de la empresa

La empresa ecuatoriana Tenería San José desarrolla diferentes productos elaborados en varias áreas de la planta de acabados, con una variedad de más de 500 tipos de artículos. Se comercializan a nivel nacional, además se exporta a países como Perú. La empresa está ubicada en Av. Indoamérica 180150 Ambato, la cual se detalla en la figura 4.



Figura 4 Ubicación Tenería San José

4.2. Situación actual de producción en el área de acabado y empaque

Debido a la gran variedad de productos, la fabricación de estos no alcanza resultados esperados, debido a dificultades como: la falta de personal, incorrecta planificación de producción toma de decisión centralizada en una sola persona, adicionalmente presentan problemas al momento de recibir materias primas provenientes de la planta 1 con diferencias, lo cual hace que el

proceso de coloración para los diferentes productos necesite casi siempre un ajuste. Se presentan desperdicios de transporte y movimientos porque el producto y el personal se mueve de un proceso a otro para hacer pruebas que podrían incluirse dentro de los procesos productivos. También al existir cuellos de botella también se presentan esperas.

Para mejorar la productividad dentro del área de acabado, se utilizó los mismos recursos, una mínima inversión, las mismas horas de trabajo y la misma cantidad de operarios.

4.3. Identificación de productos

La empresa Tenería San José cuenta con varios productos, que son elaborados en diferentes áreas. El presente estudio se desarrolló dentro del área de acabados en el cual se fabrican 68 productos, los cuales se producen en diferentes espesores y colores. En la tabla 6 se detalla los productos según su rotación, junto con la cantidad anual de ventas del año 2019 y el porcentaje de participación de cada uno en la producción, la misma se realiza de acuerdo con los pedidos de los clientes.

TABLA 6 DEMANDA POR PRODUCTO AÑO 2019

No	ARTICULO	CANT. VENTAS 2019	PORCENTAJE PARTICIPACION	No	ARTICULO	CANT. VENTAS 2019	PORCENTAJE PARTICIPACION	No	ARTICULO	CANT. VENTAS 2019	PORCENTAJE PARTICIPACION
1	NUBUCK	7480	13.74%	24	OLIMPO	575	1.06%	47	CRAZY HORSE	39	0.07%
2	FORRO	5359	9.85%	25	BRUCCIATO	569	1.05%	48	DOLCE	39	0.07%
3	GOYA	4628	8.50%	26	TREVI	547	1.01%	49	TAMIZ	33	0.06%
4	PICASSO	3887	7.14%	27	NATURALE	508	0.93%	50	KENYA	32	0.06%
5	GAMUZON	3077	5.65%	28	LAND ROVER	500	0.92%	51	CASCABEL	25	0.05%
6	DALI	2889	5.31%	29	PLENA FLOR	408	0.75%	52	VERSAGE	19	0.03%
7	NUVOLLA	2838	5.21%	30	SORENTINO	397	0.73%	53	CORPOLA	17	0.03%
8	FENDI	2543	4.67%	31	HIDROFUGADO	264	0.49%	54	GUMMY	13	0.02%
9	ANAPADO	2210	4.06%	32	VERONA	260	0.48%	55	CAPRETTO	11	0.02%
10	VITELLO	2009	3.69%	33	CAPELLI	183	0.34%	56	DENIM	11	0.02%
11	COLUMBIA	1310	2.41%	34	FURTIVO	173	0.32%	57	LIZZETTE	11	0.02%
12	SANTORO	1301	2.39%	35	CRUST	148	0.27%	58	DRAGO	9	0.02%
13	GABBANA	1242	2.28%	36	ARMANI	132	0.24%	59	SAURUS	9	0.02%
14	GLOSS	1240	2.28%	37	CRIBA	104	0.19%	60	VELLUTO	9	0.02%
15	POLO	1003	1.84%	38	PRADA	92	0.17%	61	LUGANO	8	0.01%
16	CHAROLINA	998	1.83%	39	NAZCA	89	0.16%	62	MEDUSA	7	0.01%
17	PULL UP	785	1.44%	40	ARMADA	74	0.14%	63	PIARA	7	0.01%
18	RUSTICO	755	1.39%	41	CARRUSO	71	0.13%	64	VELVET	7	0.01%
19	DA VINCI	683	1.26%	42	ASPID	60	0.11%	65	ANKARA	6	0.01%
20	FLOATER	661	1.21%	43	GRAFITO	53	0.10%	66	MURANO	6	0.01%
21	MIRO	639	1.17%	44	BISSONT	46	0.08%	67	TISSOT	6	0.01%
22	FIORE	630	1.16%	45	PALERMO	40	0.07%	68	NAPA	5	0.01%
23	VERNICCE	593	1.09%	46	VITELLO TREVI	40	0.07%	TOTAL		54422	100%

4.4. Análisis de Pareto año 2019

Al existir gran variedad de productos, para este estudio se ha definido los de mayor relevancia mediante un análisis de Pareto basado en datos del año 2019.

Con los datos recopilados en el periodo de enero a diciembre 2019, se realiza un diagrama de Pareto mediante el Software RStudio, los resultados obtenidos se observan en la figura 5, donde se identifica los productos de mayor rotación para ser analizados en el estudio de tiempos y movimientos. La programación usada se detalla en el Anexo 1. En la tabla 7 se presenta la demanda anual.

Pareto chart analysis for clasificacion_ABC2019

	Percentage	Cum. Percent.
GOYA.1.4...1.6.ANILINA.NEGRO	4.759883e+00	4.759883e+00
NUVOLLA.1.4...1.6.ANILINA.NATURAL	3.136944e+00	7.896826e+00
VITELLO.1.4...1.6.SEMIBRILLO.NEGRO	3.064936e+00	1.096176e+01
GAMUZON.1.6...1.8..HIELO	2.463027e+00	1.342479e+01
FORRO.0.6...0.8..GUAYACAN	2.424254e+00	1.584904e+01
COLUMBIA.1.6...1.8.CEROSO.COGNAC	2.383634e+00	1.823268e+01
ANAPADO.1.4...1.6.SEMIBRILLO.NEGRO	2.379941e+00	2.061262e+01
DALI.1.2...1.4.SEMIBRILLO.NEGRO	2.162072e+00	2.277469e+01
PICASSO.1.4...1.6.ANILINA.NEGRO	2.093758e+00	2.486845e+01
PICASSO.1.6...1.8.ESPECIAL.NEGRO	2.090065e+00	2.695851e+01
PULL.UP.1.6...1.8.GRASO.NEGRO	1.611861e+00	2.857037e+01
PICASSO.1.4...1.6.ESPECIAL.NEGRO	1.480770e+00	3.005114e+01
KENYA.1.6...1.8.GRASO.HENO	1.460460e+00	3.151160e+01
FLOATER.1.4...1.6.LAVABLE.BLANCO	1.408763e+00	3.292037e+01
FORRO.0.6...0.8..VINO.PORTUGUES	1.091191e+00	3.401156e+01
GABBANA.1.6...1.8.ANILINA.MIEL.MADERA	1.048725e+00	3.506028e+01
GAMUZON.1.6...1.8..NEGRO	9.785639e-01	3.603885e+01
NUBUCK.1.0...1.2..PARDO.ROJIZO	9.767176e-01	3.701556e+01
GOYA.1.4...1.6.ANILINA.AMARETO	9.527151e-01	3.796828e+01
NUBUCK.1.3.1.5..NEGRO	8.770148e-01	3.884529e+01

Figura 5 Resultados análisis de Pareto año 2019

TABLA 7 PRODUCTO CON MAYOR DEMANDA ANUAL

Producto de mayor rotación Año 2019		
No.	Producto	Núm. Bandas
1	Goya 1.4 1.6 Anilina Negro	2578

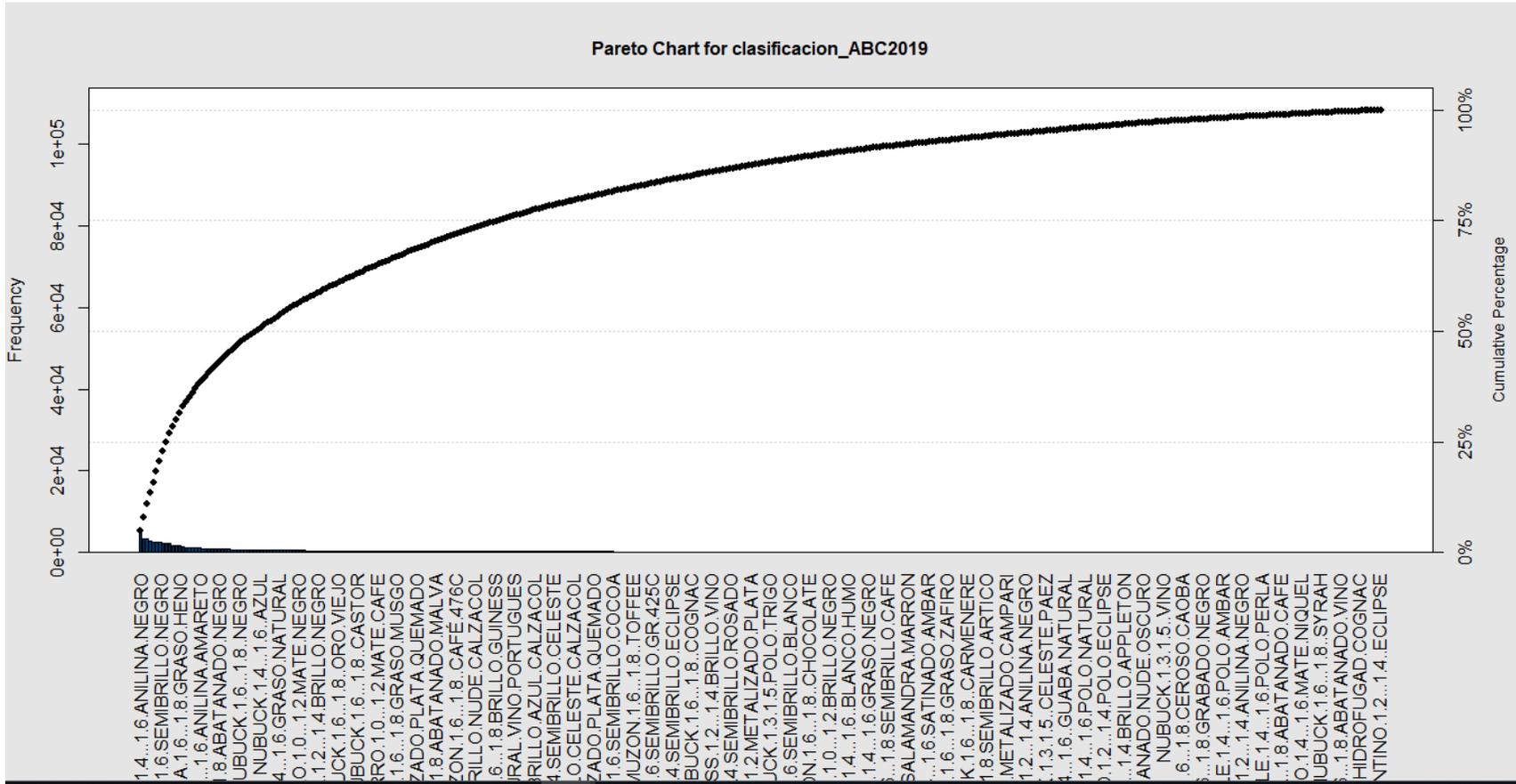
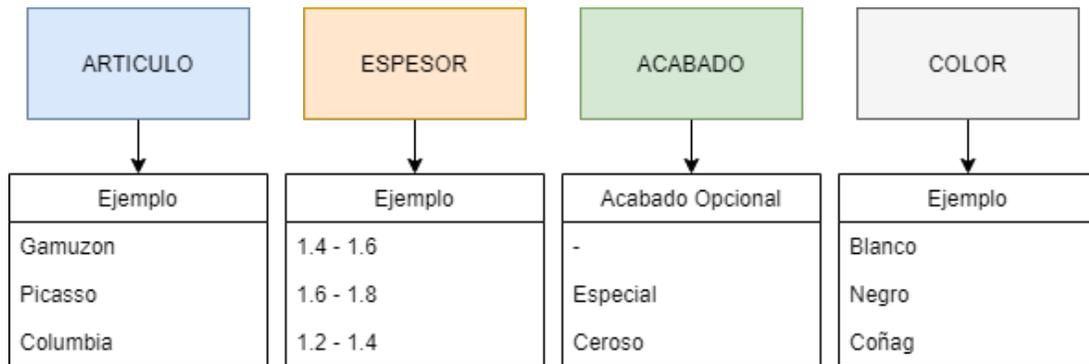


Figura 6 Resultados software RStudio

Los productos se encuentran detallados como se muestra en la tabla 8, primero se coloca el nombre del artículo seguido del espesor, después el detalle del acabado y para finalizar el color.

TABLA 8 NOMENCLATURA DE PRODUCTOS



4.5. Identificación de procesos

En el área de acabados se consideran algunos procedimientos, cada producto posee un proceso diferente, muchas veces una piel no pasa por todos los procesos o maquinas. Los últimos procesos son obligatorios para todos los productos como es el saneado, la medición y el empaque. A continuación, se detalla cada uno de los procedimientos.

4.5.1. Cross de servicio

Esta sección es el espacio destinado para la recepción de pieles, provenientes de la planta 1. Las pieles llegan en un bastidor con una hoja de ruta en donde se especifican datos como fecha, tipo, espesor, color, calidad, partida, lote y unidades. Como se observa en la figura 7.



Figura 7 Recepción de pieles

4.5.2. Preparación

Una vez llegada la materia prima, se inicia la preparación para la producción de los productos planificados. Consta de algunos procesos descritos a continuación:

Formulación de químicos

El responsable del área de acabados es el encargado de la formulación para cada producto, lo cual la realiza según el número de bandas que se van a procesar. Además, en este paso se verifica el stock de químicos. Una vez finalizada la impresión de la formulación se asigna a un operador para que se retire de la bodega y continúe su pesaje.

Pesaje de químicos

El operador junto con la orden de químicos realiza el pesaje y el transporte de estos hasta el área de pintura. Ya en esta área el operador se encarga de la preparación y mezcla, después esto se cierne y se lo lleva hasta la máquina o área en la cual se va a aplicar.

4.5.3. Área de pintura y lacado

Para esta actividad existen algunas formas de aplicación, como son la cabina de pistolas, maquina roller o pintado con soplete de forma manual. A continuación, se describe cada una de estas formas.

Cabina de pistolas

Máquina que se usa para la aplicación de fondos de revés, tintes y lacas. Compuesta por 8 pistolas las cuales pueden ser reguladas según la aplicación que se desee en cada producto, seguida por un túnel de secado.

El operador inicia la máquina, carga la formula esto dependerá del proceso a realizar y ejecuta el ajuste de las válvulas. Para estas actividades se requiere un operador. Una vez lista la máquina, se requiere dos operadores. Un operador esta al iniciar el proceso y el otro al finalizar. Se coloca las pieles en el inicio de la banda de una en una de forma ordenada. La piel pasa por el proceso de pintura y de secado. Otro operador se ubica en la posición final de la maquina con un bastidor vacío, va perchando las pieles conforme van saliendo de la máquina. Dependerá del producto en proceso para saber cuántas veces debe ingresar a esta máquina. En la figura 8 se muestra el proceso.



Figura 8 Proceso cabina de pistolas

Roller

Esta máquina se usa para la aplicación e impregnación de químicos y tintes, así también se realiza el proceso de charolada para productos gloss. Se necesita dos operadores para su uso. Se compone de un rodillo en el inicio, el operador coloca la banda de piel debajo del rodillo y esta máquina aplica el químico, el mismo operador se encarga de cargar manualmente cada vez que la fórmula se acaba después de cierto número de bandas. Al finalizar el proceso la banda sale y otro operador se encarga de colgarla. En la figura 9 se muestra el proceso.



Figura 9 Proceso Roller

Pintura a soplete

Para este proceso un operador carga el depósito del soplete, coloca la banda sobre una malla, aplica el soplete de forma manual. Este proceso lo puede realizar uno o dos operadores dependerá de la disponibilidad. Una vez aplicado el soplete la banda el operador la cuelga en el cuarto de secado. En la figura 10 se observa la aplicación manual de tintas,



Figura 10 Coloración manual con soplete

4.5.4. Área de prensado

Para esta actividad se requiere de 2 operarios, lo recomendable es que dos operadores ejecuten esta actividad en cada una de las prensas. En esta área se puede realizar planchado o grabados de ciertas matrices o placas. Las dos prensas son diferentes por lo cual tendrán diferentes tiempos de funcionamiento. En la figura 11 se muestra la prensa de mayor tamaño.



Figura 11 Prensa

4.5.5. Área de planchado

Para el proceso de planchado, se necesita de dos operadores. Se inicia con la configuración de la máquina, el operador coloca la piel dentro de la máquina de forma ordenada debajo del rodillo. Otro operador como se observa en la figura 12 ubicado del otro lado de la plancha saca la piel y la cuelga en un bastidor.



Figura 12 Proceso de planchado

4.5.6. Área de saneado

Una vez terminado el cuero se realiza este proceso que todos los productos deben cumplir, se puede decir que es un control de calidad. Como se observa en la figura 13 el operador coloca la piel sobre la mesa de trabajo y con la ayuda de una cuchilla corta las imperfecciones del cuero terminado, estos desperdicios el operador los va clasificando en barriles. Una vez saneada la banda se cuelga en otro bastidor vacío. Este proceso se realiza en cada banda de una en una.



Figura 13 Saneado de bandas terminadas

4.5.7. Medición

Después del proceso de saneado las bandas pasan al proceso de medición, para esto se necesita de dos operadores. Para iniciar se realiza la configuración de la maquina en la cual se coloca el número de bandas a medir ya que en esta sección se realiza la impresión del etiquetado.

Una vez configurada el operador coloca la pieza de cuero terminado sobre la banda, la maquina mide y marca en el revés de la pieza la medida, otro operador recibe el cuero a la salida de la banda. Después de cierto número de bandas se imprime la etiqueta en donde están datos como cantidad de bandas, medida individual de cada una, medida total, nombre del producto y espesor.

En la figura 14 se muestra el inicio de la banda de medición y el final del proceso.



Figura 14 Medición de bandas terminadas

4.5.8. Empaque

Finalizada la medición, se continua con el empaque de pieles como se observa en la figura 15. Se requiere de un operador para esta actividad. El operador coloca las pieles sobre la mesa de trabajo una a una de forma ordenada, después realiza el empaque enrollando las bandas, el operador sella el empaque y finaliza pegando la etiqueta.



Figura 15 Proceso de empaque

4.5.9. Almacenamiento

Una vez empacado si el producto está a días de ser entregado se coloca sobre pallets para fácil despacho como se muestra en la figura 16. En el caso de no ser un producto de rápida entrega se almacena en alguna de las bodegas de producto terminado.



Figura 16 Producto terminado

4.6. Estudio de tiempos y movimientos

Al tener una gran variedad de productos y procesos para los acabados de pieles se ha tomado en cuenta los artículos de mayor rotación y en el estudio de tiempos se lo realiza en base a las actividades que conforman estos productos.

Producto 1 – Goya 1.4-1.6 Anilina Negro

Mediante la observación se detalla los diferentes procesos para el acabado de este producto.

4.6.1. Cursograma sinóptico del proceso actual

Para la primera etapa se realizó un cursograma sinóptico que se muestra en la figura 17, el cual nos permite ver de una manera general el proceso del producto 1 antes del estudio a detalle.

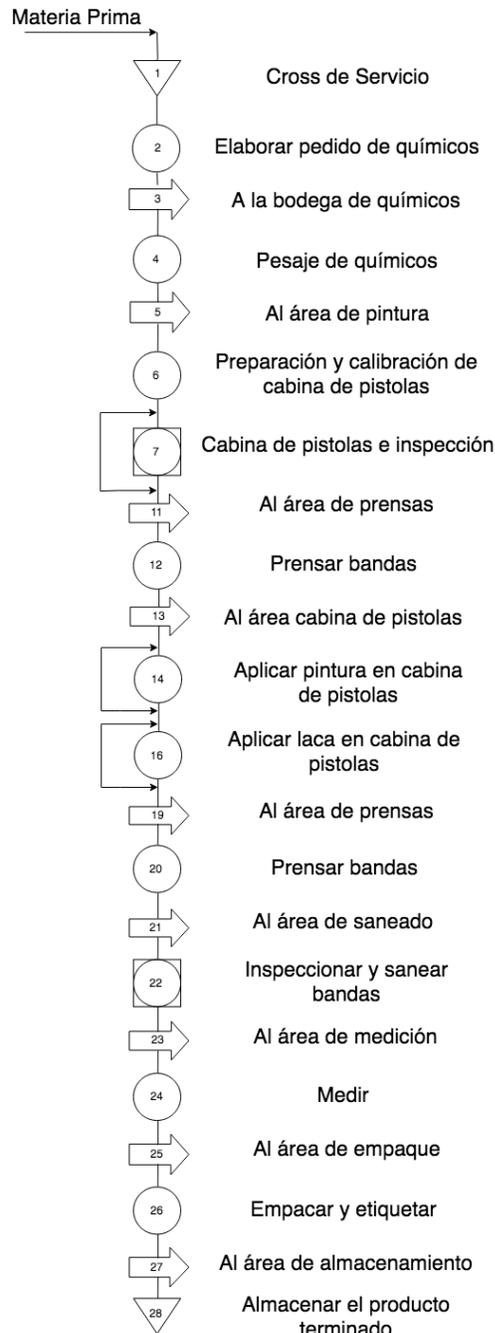


Figura 17 Cursograma sinóptico Goya 1.4 1.6 Anilina Negro

4.6.2. Cursograma analítico del proceso actual

En la tabla 9 se muestra un cursograma analítico el cual permite conocer la trayectoria y procedimiento para la elaboración del artículo Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.

TABLA 9 CURSOGRAMA ANALÍTICO ACTUAL

CURSOGRAMA ANALÍTICO														
EMPRESA:		Tenería San José			RESUMEN									
MÉTODO:	ACTUAL	x		ACTIVIDADES		ACTUAL			PROPUESTO					
	PROPUESTO			OPERACIÓN	●	24								
ANALISTA:	Verónica Valdés			TRANSPORTE	➔	17								
ACTIVIDAD:	Elaboración Goya 1.4-1.6 Anilina Negro			ESPERA	●	1								
				INSPECCIÓN	■	6								
LUGAR:	Planta de producción Área de acabados			ALMACENAMIENTO	▼	1								
				COMBINADO	■	2								
OPERARIO(S):				TIEMPO		06:36:20			minutos					
No	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD			Cant. (un)	Oper. (núm.)	Tiempo (h:min:seg)	SIMBOLOS					ACTIVIDADES		
							●	➔	●	■	▼	■	AV.	NAV.
1	Recepción de pieles			75	1	00:04:59							X	
2	Formulación de químicos			75	1	00:05:29							X	
3	Transporte de químicos			75	1	00:08:25								X
4	Preparación de formula			75	1	00:04:05							X	
5	Transporte a cabina de pistolas			75	1	00:10:48								X
6	Preparación de maquina			75	1	00:08:18								X
7	Calibración de válvulas			75	1	00:10:54								X
8	Proceso cabina de pintura 1			75	2	00:11:33							X	
9	Inspección bandas pasada 1			-	1	00:04:19								X
10	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura			75	2	00:00:46								X
11	Proceso cabina de pintura 2			75	2	00:10:24							X	
12	Inspección bandas pasada 2			-	1	00:05:02								X
13	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura			75	2	00:00:39								X
14	Proceso cabina de pintura 3			75	2	00:11:29							X	
15	Inspección bandas pasada 3			-	1	00:04:58								X
16	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura			75	2	00:00:39								X
17	Proceso cabina de pintura 4			75	2	00:11:31							X	
18	Inspección bandas pasada 4			-	1	00:04:07								X
19	Transporte de materia prima área de prensa			75	1	00:01:23								X

Al examinar el cursograma analítico del proceso de producto 1, se observa que un total de 51 actividades que se conforman de la siguiente forma, 24 corresponden a operaciones lo que equivale un 47.06% del total, 17 corresponden a transportes lo que equivale un 33.33% del total, 1 actividad de espera con un 1.96% del total ,1 actividad de inspección con un 11.76% del total,1 actividad de almacenamiento con un 1.96% del total y 2 actividades combinadas con un 3.92 % del total.

Ratio de operación (tiempos)

Se calcula el ratio de operaciones en función del tiempo con el objetivo de obtener el porcentaje de tiempo que el producto está en actividades que agregan valor, de la misma forma se determinan las actividades que no general valor al producto y de esta forma se logra minimizar desperdicios tanto de tiempo como de transporte y esperas. Para el cálculo del ratio de operación se transforma los tiempos del cursograma a minutos detallados en la tabla 10.

TABLA 10 TIEMPOS OBSERVADOS

Tiempos Actuales	(h:min:seg)	min
Operaciones	04:27:10	267,17
Transporte	00:33:38	33,63
Espera	00:15:35	15,58
Inspección	00:26:03	26,05
Almacenamiento	00:05:18	5,30
Combinadas	00:48:36	48,60
Total	06:36:20	396,33

$$RO = \frac{\text{Tiempo de operacion}}{\text{Tiempo total}} * 100 \% (2)$$

$$RO = \frac{267,17 \text{ min}}{396,33 \text{ min}} * 100 \%$$

$$RO = 67,41 \%$$

Una vez calculado se puede decir que el producto pasa en operación un 67,41% del tiempo total, donde lo tanto el 32,59% representa el valor de desperdicios en donde se enfoca la propuesta de mejora.

Ratio de operación (actividades)

Además, se calculó el ratio de operación en función al número de actividades, donde se relaciona el número de operaciones sobre el total de las actividades.

$$RO = \frac{\text{Numero de operaciones}}{\text{Numero total de actividades}} * 100 \% (3)$$

$$RO = \frac{24 \text{ actividades}}{51 \text{ actividades}} * 100 \%$$

$$RO = 47,06 \%$$

Esto quiere decir que el 47,06% de las actividades que se realiza en la elaboración del artículo del artículo Goya 1.4-1.6 Anilina Negro son actividades que generan valor, sin embargo, el 52,94% son actividades que no agregan valor al producto, por lo tanto, el número de transportes, inspección son aquellas actividades que se debe analizar para la disminución de estas, sin que afecten en la calidad del producto final.

4.6.3. Operaciones para la elaboración del producto 1

Para el estudio de tiempos se tomó como referencia la fabricación del artículo Goya 1.4-1.6 Anilina Negro. A continuación, se detallan las operaciones.

Primero se realiza la recepción de las pieles, ingresan al Cross de servicio para la fabricación de este producto se necesita como materia prima Wet Blue Serrano TSJ 1.4-1.6 incoloro A. Se revisa los productos pendientes a producir

en este caso Goya 1.4-1.6 Anilina Negro. Se realiza la formulación para este proceso y el pesaje y mezcla de químicos y tintes. Después de la recepción las pieles se transportan al área de máquinas de pintura.

Cuando la mezcla de la formulación ya se encuentra en el área de la cabina de pistolas y horno de secado pasan cuatro veces por este proceso. Finalizadas estas actividades se transporta el bastidor a la prensa.

Las piezas ingresan una por una a la prensa después de esto se transporta y se coloca nuevamente las pieles en la cabina de pistolas para una quinta y sexta pasada de pintura, después se carga la laca en esta misma máquina y se realiza 3 pasadas. Después de esto se lleva al área de planchado para realizar este proceso una a una. Es aquí en donde el proceso de acabado termina y se empiezan actividades finales. Las pieles pasan al proceso de saneado donde un operador se encarga de cortar las partes defectuosas de cada banda, realizando de esta forma un control de calidad final dentro del proceso, siendo todas las bandas revisadas completamente. Ya saneadas las bandas se transportan al área de medición en esta área dos operadores, se encargan de colocar la pieza en la banda para la medición, y el otro operador de recoger la banda colocar en el bastidor y después de cierto número de bandas se etiqueta en forma de clasificación. Finalmente, un operador se encarga de colocar las bandas sobre la mesa, enrollar las bandas, empacar, colocar la etiqueta en donde se incluye datos como nombre del artículo, número de partida y medidas de las bandas en decímetros y por último se lleva al espacio de almacenamiento. En la tabla 11 se muestra un resumen de las actividades por las que pasa el producto en estudio.

TABLA 11 ÁREAS Y OPERACIONES

AREAS	OPERACIONES
Área de cros de servicios	Recepción de pieles y formulación
Área de pintura	Colocación de tinte
Área de prensado	Planchado de pieles
Área de pintura	Colocación de tinte
	Colocación de laca
Área de planchado	Planchado de pieles
Área de saneado y medición	Saneado y medición
Área de empaque y almacenamiento	Empaque y almacenamiento

4.6.4. Estudio de tiempos

Determinación del tamaño de la muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra se tomó los tiempos de un ciclo en el proceso de elaboración del artículo Goya 1.4-1.6 Anilina Negro, se toma el tiempo de ciclo en cada una de las actividades, y se utiliza un cronometro acumulativo, dándonos un resultado de 392.22 min, una vez cronometradas todas las operaciones se concluye que la mayoría de las operaciones duran entre 5 a 10 minutos por lo cual se decidió hacer el estudio de tiempos con 10 ciclos basado en la tabla 12, la cual recomienda número de observaciones según el tiempo de ciclos. (Niebel & Benjamín)

TABLA 12 NÚMERO DE OBSERVACIONES

Tiempo de ciclo (min)	Numero recomendado de observaciones
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2,00- 5,00	15
5,00 - 10,00	10
10,00 - 20,00	8
20,00 - 40,00	5
40,00 o más	3

Valoración del ritmo

Para el estudio de tiempos se recomienda cronometrar a un trabajador calificado entendiendo que este es aquel que posee experiencia, para este estudio se trabaja con la población total de trabajadores los cuales tienen experiencia en su totalidad ya que llevan varios años desarrollando estas actividades dentro de la empresa.

Se debe tomar en cuenta que la valoración del ritmo no siempre depende de la habilidad o agilidad del trabajador, sino esto también está ligado al desempeño a ciertas horas del día.

Para la valoración del ritmo de trabajo se ha calificado a cada una de las actividades según el operario que haya desempeñado esa actividad lo cual se detalla posteriormente en las tablas de estudios.

Suplementos

En la tabla 13 se detalla la valoración de los suplementos para las actividades. Como se observa existen suplementos obligatorios o constantes los cuales se

colocan en todas las actividades y los suplementos variables que se han valorado según la actividad.

TABLA 13 TIEMPOS SUPLEMENTARIOS

OPERACIÓN		COLOCAR	LEVANTAR	CORTAR	PLANCHADO	PRENSADO	EMPACAR	ALMACENAR	TRANSPORTAR
SUPLEMENTOS POR DESCANSO									
SEXO TRABAJADOR		H	H	H	H	H	H	H	H
SUPLEMENTOS CONSTANTES									
A	POR NECESIDADES PERSONALES	5	5	5	5	5	5	5	5
B	POR FATIGA	4	4	4	4	4	4	4	4
SUPLEMENTOS VARIABLES									
A	TRABAJO DE PIE	2	2	2	2	2	2	2	2
B	POSTURA	0	0	0	0	0	0	0	0
C	USO DE FUERZA	0	0	0	0	0	0	0	0
D	MALA ILUMINACION	0	0	0	0	0	0	0	0
E	CONDICIONES ATMOSFERICAS	0	0	0	0	0	0	0	0
F	CONCENTRACION	0	0	0	0	0	0	0	0
G	RUIDO	0	0	0	0	0	0	0	0
H	TENSION MENTAL	0	0	0	0	0	0	0	0
I	MONOTONIA	0	0	0	0	0	0	0	0
J	TEDIO	1	1	1	1	1	0	0	0
SUPLEMENTO TOTAL (%TB)		12	12	12	12	12	11	11	11
Hombre= H									

Tiempos estándar

Una vez definido el tamaño de la muestra, la valoración de ritmo de trabajo, y los suplementos, se determina el tiempo estándar para cada una de las actividades.

Cálculo de tiempos estándar para la recepción de pieles y formulación

En la tabla 14 se detalla las tareas iniciales que forman parte de la recepción de pieles y la formulación de químicos, se describe las cuatro actividades dentro de esta operación.

TABLA 14 ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN DE PIELES Y FORMULACIÓN

Estudio:	1
Producto:	Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.
Operación:	Recepción de pieles y formulación
Materiales:	Hoja de ruta, pieles, químicos.
Maquinas:	Ninguna
Herramientas:	Caballote, baldes, palo.

X1	Recepción de pieles en el área de Cross.
X2	Formulación de químicos
X3	Transporte de químicos
X4	Preparación de formula

TABLA 15 ESTUDIO DE TIEMPOS N.º 1

ESTUDIO No 1																	
Operación:		Recepción de pieles y formulación										Hoja:		1			
Material:		Wet Blue Serrano TSJ 1.4-1.6 incoloro A										Inicio:		8:00			
Producto:		Goya 1.4-1.6 Anilina Negro										Fin:		16:00			
												TiempoEvaluado:		9 horas			
Unidad de tiempos:		Minutos										Realizado por:		Valdés V.			
												Revisado por:					
No	Act.	Ciclos										T.T	△	V	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	X1	4,25	5,15	3,98	4,15	5,65	4,95	5,78	4,61	5,48	5,69	49,69	4,97	100	4,97	0,60	5,57
2	X2	5,15	4,25	4,65	6,07	5,78	6,59	6,14	5,96	5,37	4,84	54,80	5,48	110	6,03	0,72	6,75
3	X3	8,19	8,74	8,77	10,54	8,08	9,85	8,79	8,54	9,78	10,02	91,30	9,13	105	9,59	1,15	10,74
4	X4	4,89	5,22	5,31	4,28	5,74	6,77	6,45	4,30	4,29	4,16	51,41	5,14	109	5,60	0,67	6,28
TIEMPO ESTANDAR DE CICLO																	29,33
Nota: T.T =Tiempo Total △= Promedio V= Valoración TN=Tiempo normal S=Suplemento TB= Tiempo Estándar																	

Cálculo de tiempos estándar para coloración en cabina de pistolas

En la tabla 16 se detalla las tareas que forman parte de la coloración actividad que se desarrolla en la maquina cabina de pistolas, se describe las diez actividades dentro de esta operación.

TABLA 16 ACTIVIDADES DE COLORACIÓN CABINA DE PISTOLAS

Estudio:	2
Producto:	Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.
Operación:	Coloración.
Materiales:	Pieles, químicos.
Maquinas:	Cabina de pistolas
Herramientas:	Caballote, baldes con formula.

X1	Transporte a cabina de pistolas
X2	Preparación de la maquina
X3	Calibración de las válvulas
X4	Proceso cabina coloración 1
X5	Inspección de bandas pasada 1
X6	Transporte de materia prima al inicio
X7	Proceso cabina coloración 2
X8	Inspección de bandas pasada 2
X9	Transporte de materia prima al inicio
X10	Proceso cabina coloración 3
X11	Inspección de bandas pasada 3
X12	Transporte de materia prima al inicio
X13	Proceso cabina coloración 4
X14	Inspección de bandas pasada 4

TABLA 17 ESTUDIO DE TIEMPOS N.º 2

ESTUDIO No 2																	
Operación:		Coloración cabina de pistolas										Hoja:		2			
Material:		Wet Blue Serrano TSJ 1.4-1.6 incoloro A										Inicio:		8:00			
Producto:		Goya 1.4-1.6 Anilina Negro										Fin:		16:00			
												Tiempo Evaluado:		9 horas			
Unidad de tiempos:		Minutos										Realizado por:		Valdés V.			
												Revisado por:					
No	Act.	Ciclos										T.T	△	V	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	X1	10,28	9,34	11,37	10,32	10,36	11,29	10,24	9,31	12,44	11,26	106,21	10,62	100	10,62	1,27	11,90
2	X2	8,45	9,12	8,18	8,79	7,89	8,79	9,83	7,46	7,69	8,36	84,56	8,46	100	8,46	1,01	9,47
3	X3	9,48	10,78	10,59	9,46	10,12	9,03	16,48	12,06	9,37	10,74	108,11	10,81	100	10,81	1,30	12,11
4	X4	5,65	5,14	4,10	6,89	4,31	6,01	5,48	4,09	5,46	6,32	53,45	5,35	100	5,35	0,64	5,99
5	X5	0,56	0,65	0,43	0,46	0,48	0,79	0,63	0,51	0,69	0,47	5,67	0,57	100	0,57	0,07	0,64
6	X6	9,48	9,52	12,13	11,37	10,32	15,69	10,26	8,14	9,69	10,56	107,16	10,72	100	10,72	1,29	12,00
7	X7	0,42	0,54	0,56	0,41	0,53	0,39	0,72	0,38	0,69	0,47	5,11	0,51	100	0,51	0,06	0,57
8	X8	9,83	10,13	9,67	10,02	10,98	10,45	9,78	10,83	8,49	9,12	99,30	9,93	100	9,93	1,19	11,12
9	X9	0,47	0,62	0,39	0,56	0,64	0,39	0,48	0,79	0,82	0,46	5,62	0,56	100	0,56	0,07	0,63
10	X10	13,98	9,81	10,26	11,25	10,48	10,02	10,07	9,50	9,08	9,17	103,62	10,36	100	10,36	1,24	11,61
TIEMPO ESTANDAR DE CICLO																	76,03
Nota: T.T =Tiempo Total △= Promedio V= Valoración TN=Tiempo normal S=Suplemento TB= Tiempo Estándar																	

En el Anexo 2 se detallan los estudios de tiempos de las demás actividades. Detallando la descripción de actividades de cada operación y la medición de trabajo.

Tiempo estándar actual para el acabado de Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.

Se presenta el detalle en la tabla 18, los minutos requeridos para cada una de las operaciones que abarca la fabricación de un lote conformado por 75 bandas del producto Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.

TABLA 18 RESUMEN TIEMPOS ESTÁNDAR

Tiempo estándar		
No	Operación	TS (min)
1	Recepción de pieles y formulación	27.60
2	Coloración cabina de pistolas	96.23
3	Planchado	72.45
4	Segunda Coloración	32.20
5	Lacado en cabina de pistolas	66.04
6	Planchado	55.81
7	Saneado y medición	72.46
8	Empaque y almacenamiento	20.53

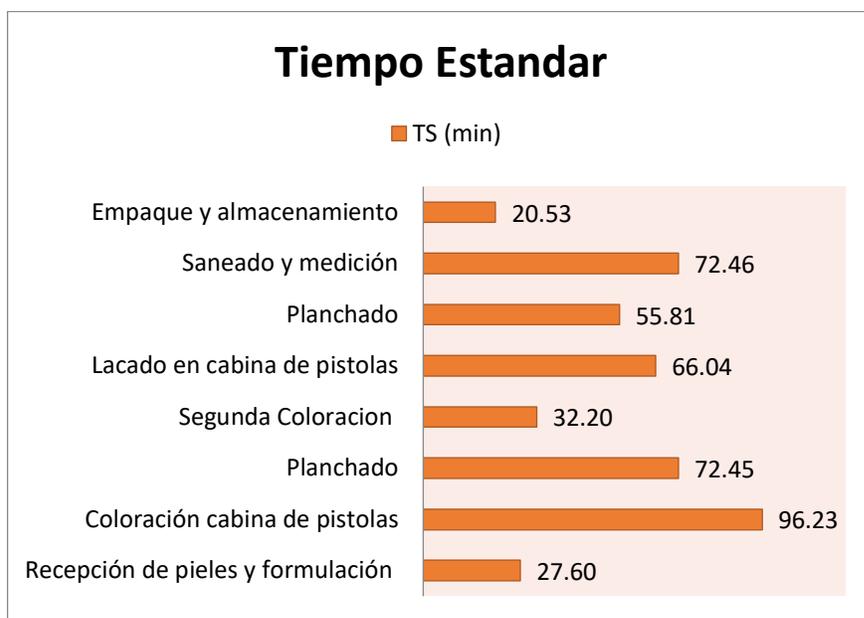


Figura 18 Diagrama de barras tiempos estándar

La producción del artículo Goya 1.4-1.6 Anilina Negro, está dividida en varias áreas y cada una de ellas tiene un número determinado de operaciones y de trabajadores necesarios. Sin embargo, cada operación posee un índice de productividad diferente para lo cual se calcula el mismo de cada una de las áreas, de esta forma se puede conocer la posible producción diaria de bandas.

Cálculo de la capacidad de producción

Para el cálculo de la productividad del artículo Goya 1.4-1.6 Anilina Negro, se basa en los lotes producidos en una jornada laboral. Por lo mismo se considera los siguientes parámetros:

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas hombre}} \quad (4)$$

$$\text{Jornada laboral} = 7,5 \text{ horas} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}$$

$$\text{Jornada laboral} = 450 \text{ min}$$

En cada una de las operaciones se calcula los lotes producidos y la capacidad de producción diaria con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Lotes producidos} = \frac{\text{Jornada laboral}}{\text{Tiempo de Ciclo}} \quad (5)$$

$$\text{Capacidad de producción diaria} = \text{lotes producidos} * \frac{75 \text{ unidades}}{1 \text{ lote}}$$

Es importante recordar que el estudio de tiempos estándar se realizó con un lote de 75 unidades.

- **Operación recepción de pieles y formulación**

El tiempo para esta operación es de 27,60 min

$$\text{Lotes producidos} = \frac{450 \text{ min}}{27,60 \text{ min}}$$

$$\text{Lotes producidos} = 16,31 \text{ lotes}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 16,31 \text{ lotes} * \frac{75 \text{ unidades}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 1223 \text{ unidades}$$

Para esta operación los lotes producidos son 16.31, siendo así la capacidad de producción diaria de 1223 unidades.

- **Operación coloración cabina de pistolas**

El tiempo para esta operación es de 96,23 min

$$\text{Lotes producidos} = \frac{450 \text{ min}}{96,23 \text{ min}}$$

$$\text{Lotes producidos} = 4,68 \text{ lotes}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 4,68 \text{ lotes} * \frac{75 \text{ unidades}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 350 \text{ unidades}$$

Para esta operación los lotes producidos son 4.68, siendo así la capacidad de producción diaria de 350 unidades.

- **Operación planchado**

El tiempo para esta operación es de 72,45 min

$$\text{Lotes producidos} = \frac{450 \text{ min}}{72,45 \text{ min}}$$

$$\text{Lotes producidos} = 6,21 \text{ lotes}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 6,21 \text{ lotes} * \frac{75 \text{ unidades}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 465 \text{ unidades}$$

Para esta operación los lotes producidos son 6.21, siendo así la capacidad de producción diaria de 465 unidades.

- **Operación segunda coloración**

El tiempo para esta operación es de 32,30 min

$$\text{Lotes producidos} = \frac{450 \text{ min}}{32,30 \text{ min}}$$

$$\text{Lotes producidos} = 13,98 \text{ lotes}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 13,98 \text{ lotes} * \frac{75 \text{ unidades}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 1048 \text{ unidades}$$

Para esta operación los lotes producidos son 13.98, siendo así la capacidad de producción diaria de 1048 unidades.

- **Operación lacado en cabina de pistolas**

El tiempo para esta operación es de 66,04 min

$$\text{Lotes producidos} = \frac{450 \text{ min}}{66,04 \text{ min}}$$

$$\text{Lotes producidos} = 6,81 \text{ lotes}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 6,81 \text{ lotes} * \frac{75 \text{ unidades}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 511 \text{ unidades}$$

Para esta operación los lotes producidos son 6.81, siendo así la capacidad de producción diaria de 511 unidades.

- **Operación planchado**

El tiempo para esta operación es de 55,81 min

$$\text{Lotes producidos} = \frac{450 \text{ min}}{55,81 \text{ min}}$$

$$\text{Lotes producidos} = 8,06 \text{ lotes}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 8,06 \text{ lotes} * \frac{75 \text{ unidades}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 604 \text{ unidades}$$

Para esta operación los lotes producidos son 8.06, siendo así la capacidad de producción diaria de 604 unidades.

- **Operación saneado y medición**

El tiempo para esta operación es de 72,46 min

$$\text{Lotes producidos} = \frac{450 \text{ min}}{72,46 \text{ min}}$$

$$\text{Lotes producidos} = 6,21 \text{ lotes}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 6,21 \text{ lotes} * \frac{75 \text{ unidades}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 465 \text{ unidades}$$

Para esta operación los lotes producidos son 6.21, siendo así la capacidad de producción diaria de 465 unidades.

- **Operación empaque y almacenamiento**

El tiempo para esta operación es de 20,53 min

$$\text{Lotes producidos} = \frac{450 \text{ min}}{20,53 \text{ min}}$$

$$\text{Lotes producidos} = 21,92 \text{ lotes}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 21,92 \text{ lotes} * \frac{75 \text{ unidades}}{1 \text{ lote}}$$

$$\text{Capacidad de produccion diaria} = 1643 \text{ unidades}$$

Para esta operación los lotes producidos son de 21,92 lotes, siendo así la capacidad de producción diaria de 1643 unidades.

Con los datos que se calculó se realizó la figura 19 la cual muestra la producción diaria estándar

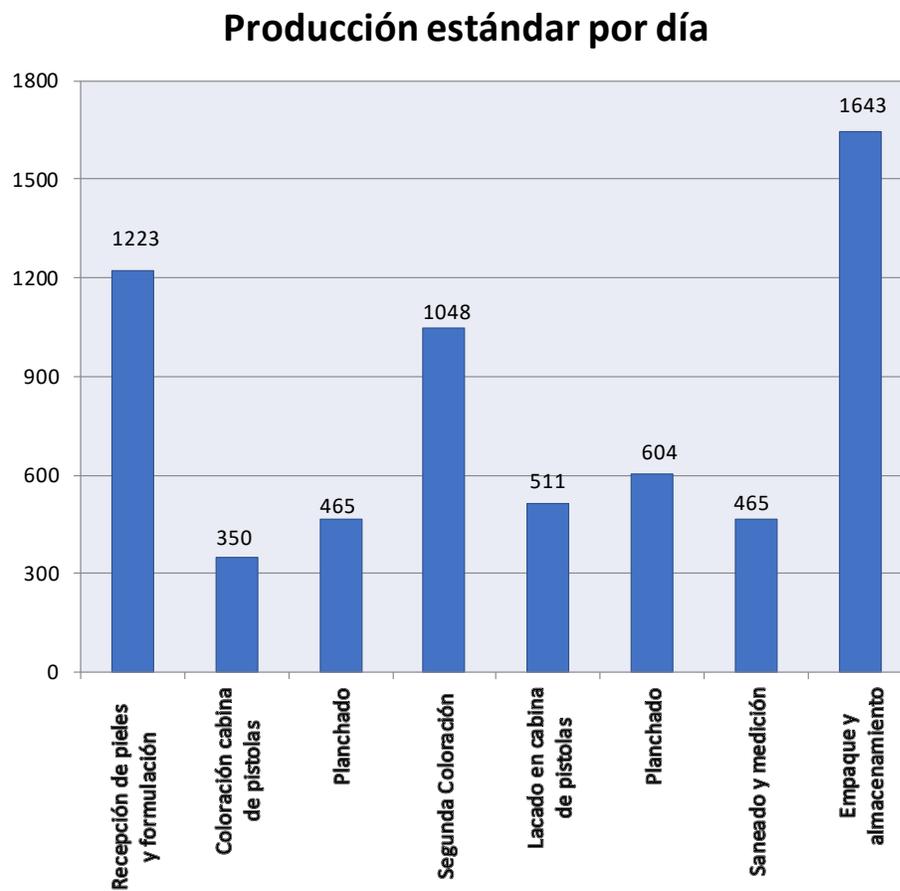


Figura 19 Diagrama de barras producción estándar

La productividad de la empresa dependerá de la operación coloración en la cabina de pistolas al ser la operación que produce menos unidades es decir el cuello de botella.

4.7. Diagnóstico y formación

Para iniciar con el diagnóstico se usa el VSM actual, en el cual se detalla toda la información recopilada, en la tabla 19 se presenta un resumen de datos que se calculó en el estudio de tiempos como son: tiempos de ciclo por cada unidad, tiempo de ciclo por cada uno de los lotes es decir por 75 unidades, tiempo que genera valor añadido tiempo que no da un valor añadido, y el porcentaje de funcionamiento de las máquinas para cada una de las actividades. En el Anexo 3 se muestra el cálculo.

Se debe tener presente que a pesar de existir algunas actividades que no generan un valor añadido al producto estas son necesarias e indispensables para el producto final.

TABLA 19 PARÁMETROS VSM

PARAMETROS DEL MAPA DE FLUJO DE VALOR					
OPERACIONES	PARAMETROS				
	Tiempo de ciclo TC (min/unid)	Tiempo por lote TCP (75 unidades) min	NVA (min)	VA (min)	Porcentaje de funcionamiento
Recepción de pieles y formulación	0.37	27.60	10.13	17.46	No existe maquinaria
Coloración cabina de pistolas	1.28	96.23	55.52	40.72	65%
Planchado	0.97	72.45	12.48	59.97	83%
Segunda Coloración	0.43	32.20	17.30	14.90	65%
Lacado en cabina de pistolas	0.88	66.04	20.06	45.98	90%
Planchado	0.74	55.81	1.43	54.38	97%
Saneado y medición	0.97	72.46	1.64	70.82	19%
Empaque y almacenamiento	0.27	20.53	10.45	10.09	No existe maquinaria

Cálculo del Takt Time

Se considera los datos de la tabla 20 expuesta anteriormente demanda del año 2019 que es 54422 bandas. Estos datos se usan para calcular el promedio de demanda mensual, diaria y número de lotes a producir diarios expuestos en la siguiente tabla. para el cálculo mensual se considera un periodo de 20 días.

TABLA 20 DEMANDAS PROMEDIO

Detalle	Cantidad	Unidad
Demanda Anual 2019	54422	Unidades
Demanda Promedio Mensual	4535	Unidades
Demanda Promedio Diaria	227	Unidades
Numero de lotes diarios a producir	3,02	Lotes

Se obtiene un promedio de 227 bandas de cuero como demanda diaria de la empresa en estudio, dato que se utiliza para el cálculo del Takt Time, adicionalmente se utiliza como tiempo disponible 450 min.

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ Disponible}{Demanda\ diaria}$$

$$Takt\ Time = \frac{450\ min}{227\ unidades}$$

$$Takt\ Time = 1,98 \frac{min}{unidades}$$

4.7.1. VSM del estado actual del proceso

El mapa de flujo o VSM, se desarrolló con la finalidad de conocer los desperdicios y mudas que se producen en esta línea de producción con el producto de mayor rotación para de esta forma aplicar las herramientas de manufactura esbelta para su reducción y eliminación.

En la tabla 21 se presenta un resumen de criterios del VSM en la que se detalla factores como cantidad de turnos, tiempo de descanso en la jornada laboral, periodos en los que se solicita la materia prima y la cantidad de operadores según la operación.

TABLA 21 CRITERIOS VSM

RESUMEN DE CRITERIOS DEL VSM	
CRITERIO	VALOR
Cantidad por turnos	1 Jornada 8 horas (1 turno)
Tiempo de descanso	30 min
Pedido de materia prima	Quincenal
Tipos de materia prima	Pieles, Químicos, Etiquetas, Papel de empaque
Cantidad de operarios	Área de pintura , prensado, planchado 2 operarios
	Área de medición, empaque y saneado 2 operarios
	Jefe de área 1 operador

En la figura 20 se muestra el VSM actual de la empresa con los datos antes expuestos.

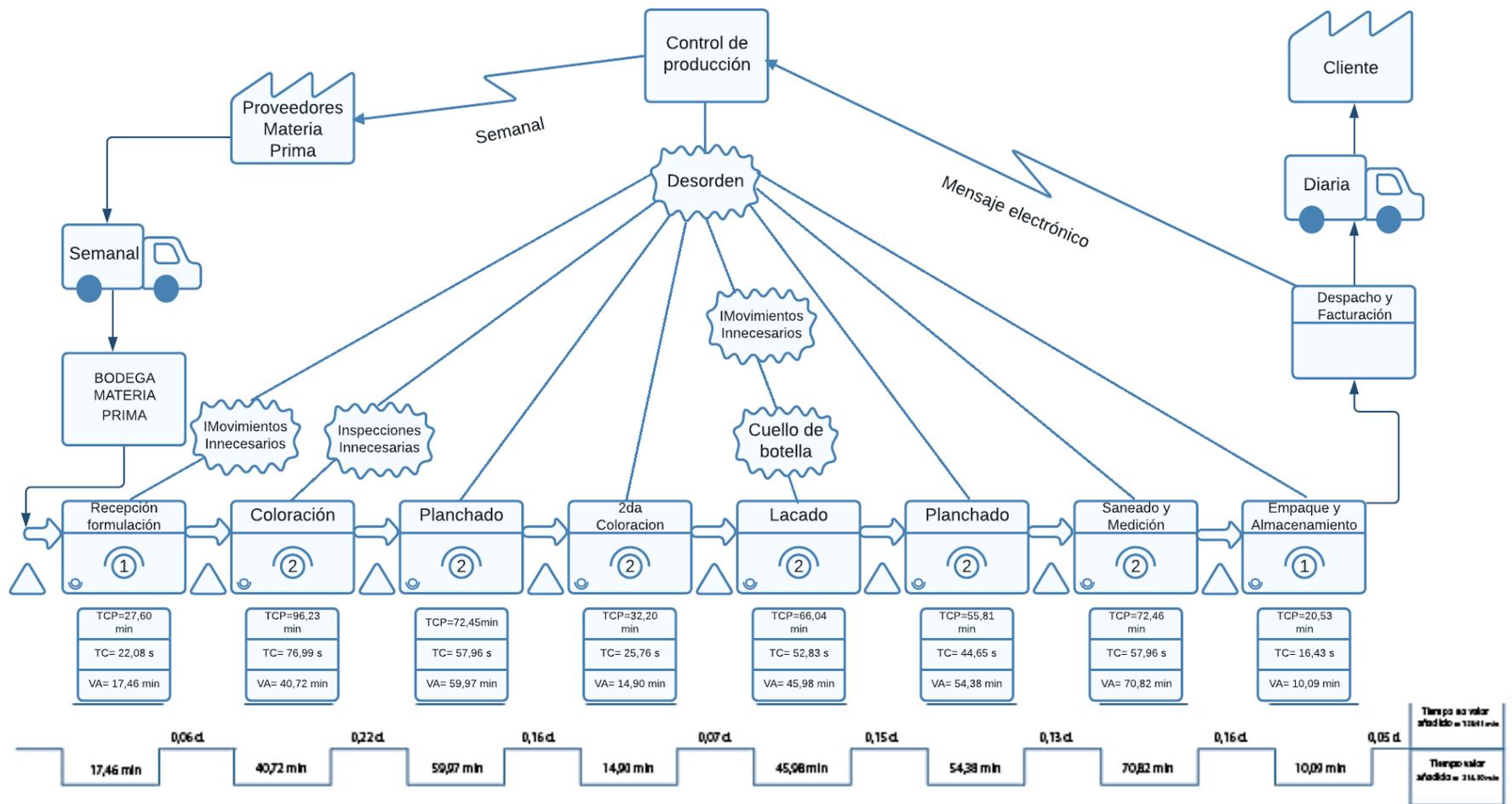


Figura 20 VSM actual

Análisis mapa cadena de valor y valor añadido actual

En base al VSM con el que se trabaja en la actualidad con la empresa y los puntos que se debe mejor localizados, en la tabla 22 se determina los desperdicios en cada una de las actividades, lo cual incide en la producción y proceso de elaboración del producto. Por lo mismo el objetivo del presente estudio se basa en la eliminación de tiempos de aquellas actividades que no generan un valor añadido para el cliente.

TABLA 22 PROPUESTA DE HERRAMIENTAS A APLICAR

Elaboración del producto Goya 1.4-1.6 Anilina Negro			
Desperdicio	Causas	Herramienta	Oportunidades de mejora
Movimientos innecesarios	Cuellos de botella Desbalance de producción diaria	Balaneo de línea	Mejora de productividad Optimización en las estaciones y áreas de trabajo
Movimientos innecesarios	Falta de orden y limpieza en las estaciones de trabajo	5S	Eliminar movimientos innecesarios
Procesos inapropiados	Falta de indicadores de producción	Control Visual	Estandarización en los procesos de producción Seguimiento de indicadores de producción
Esperas	Falta de planificación de la producción	Kanban	Planificación de producción Manejo de indicadores

Tomando en cuenta los valores y datos obtenidos en el VSM actual se establece posibles soluciones y mejoras, con esto se diseña un nuevo VSM.

4.8. Indicadores de seguimiento

Para poder llevar un control o seguimiento a las mejores se determinó algunos indicadores.

4.8.1. Indicadores actuales

- **Lead time**

Se halla el lead time sumando los valores de las líneas del tiempo es decir los tiempos que añaden valor (VA) y los que no añaden valor (NVA).

$$\text{Lead time} = VA + NVA$$

$$\text{Lead time} = 314,30 \text{ min} + 129,01 \text{ min}$$

$$\text{Lead time} = 443,31 \text{ min}$$

$$\text{Lead time} = 443,31 \text{ min} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$\text{Lead time} = 7,39 \text{ h}$$

Se calcula un lead time de 443,31 min es decir 7,39 horas

- **Ratio de valor añadido (RVA)**

Se calcula mediante la relación entre el tiempo de valor añadido y el valor no añadido

$$RVA = \frac{\text{Tiempo de valor añadido}}{\text{Tiempo de valor no añadido}}$$

$$RVA = \frac{314,30 \text{ min}}{129,01 \text{ min}}$$

$$RVA = 2,44$$

- **Valores críticos Tiempo de ciclo, VA y NVA**

En la tabla 23 se muestran los valores más altos de tiempo de valor no añadido calculado en el estudio de tiempos.

TABLA 23 INDICADORES TC, VA, NVA

N.º	OPERACIONES	Tiempo de ciclo TC (min/unid)	Tiempo por lote TCP (75 unidades) min	NVA (min)	VA (min)
2	Coloración cabina de pistolas	1,28	96,23	55,52	40,72
5	Lacado en cabina de pistolas	0,88	66,04	20,06	45,98

- **Ratios de operación**

Coloración cabina de pistolas

$$RO_{Coloración} = \frac{\text{Numero de operaciones}}{\text{Numero total de actividades}} * 100 \%$$

$$RO_{Coloración} = \frac{4 \text{ actividades}}{14 \text{ actividades}} * 100 \%$$

$$RO_{Coloración} = 28,57 \%$$

$$RO_{Coloración} = \frac{\text{Tiempo de operacion}}{\text{Tiempo total}} * 100 \%$$

$$RO_{Coloración} = \frac{40,72 \text{ min}}{96,23 \text{ min}} * 100 \%$$

$$RO_{Coloración} = 42,32 \%$$

En el proceso de coloración en la cabina de pistolas después del cálculo se puede concluir que el método actual empleado en la empresa en base al número de actividades en más del 70% son actividades que no generan un valor añadido al producto, por otra parte, si lo relacionamos con el tiempo más del 55% del tiempo es empleado en actividades que no agregan valor.

Lacado en cabina de pistolas

$$RO_{Lacado} = \frac{\text{Numero de operaciones}}{\text{Numero total de actividades}} * 100 \%$$

$$RO_{Lacado} = \frac{5 \text{ actividades}}{12 \text{ actividades}} * 100 \%$$

$$RO_{Lacado} = 41,66 \%$$

$$RO_{Lacado} = \frac{\text{Tiempo de operacion}}{\text{Tiempo total}} * 100 \%$$

$$RO_{Lacado} = \frac{45,98 \text{ min}}{66,04 \text{ min}} * 100 \%$$

$$RO_{Lacado} = 69,62 \%$$

En el proceso de lacado el ratio de operaciones con referencia al número de actividades que generan valor es de un 41,66% es decir 58,34% es el porcentaje que representan las actividades que no agregan valor. Si lo comparamos referente al tiempo las actividades que generan valor son del 69,62%.

4.9. Implementación 5S

Para iniciar se realizó una evaluación del estado actual de esta metodología mediante una lista de comprobación que se presenta en la tabla 24.

Adicionalmente se realizó una capacitación al personal que interviene en al área de acabados y terminado, así también a la parte administrativa.

TABLA 24 EVALUACIÓN ESTADO ACTUAL

Evaluación			
Clasificar			
Nº	Preguntas	SI	NO
1	¿ Los objetos considerados como necesarios en el área de trabajo se encuentran organizados?		x
2	¿La maquinaria y herramientas se encuentran en buen estado? Funcionando perfectamente	x	
3	Los lugares de desplazamiento ¿ Se encuentran libres de obstáculos?		x
4	¿Se encuentran señalizados las condiciones inseguras dentro del trabajo?		x
5	¿Existe un plan de acción preventivo para eliminar los objetos obsoletos?		x
6	¿Los objetivos observados pertenecen al puesto de trabajo?		x
7	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?		x
Total		1	6
Orden			
Nº	Preguntas	SI	NO
1	¿ Cuentan con un sitio adecuado para ubicar los objetos necesarios?	x	
2	¿Los lugares que se utilizan para almacenar los objetos que se encuentran debidamente señalados?		x
3	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento y lugares de trabajo?		x
4	¿Existe la señalización en el piso con líneas marcadas que indiquen claramente los lugares por dónde se debe realizar el traslado?	x	
5	¿Los elementos en las estanterías están ubicados según su frecuencia de uso? Es decir, entre mas frecuente mas cercano		x
6	¿Existe una correcta iluminación en las áreas de trabajo?	x	
7	¿Utilizan registros u hojas de control para más herramientas utilizadas ?		x
Total		3	4

TABLA 24 EVALUACIÓN ESTADO ACTUAL (Continuación)

Limpieza			
Nº	Preguntas	SI	NO
1	¿ Se encuentra el área de trabajo limpio ?		x
2	¿Se cuenta con los elementos de aseo necesarios? En buen estado		x
3	¿El trabajador se encuentra limpio según la actividad que realiza?	x	
4	¿Existe una metodología de trabajo enfocado a la limpieza?		x
5	¿Se dispone contenedores de basura en buen estado y debidamente ubicados ?		x
6	¿Las medidas tomadas son suficientes para mantener el área de trabajo limpio?	x	
Total		2	4
Estandarización			
Nº	Preguntas	SI	NO
1	¿Existen herramientas de estandarización que permitan mantener el orden, la limpieza y la organización dentro de la empresa?		x
2	¿Utilizan los equipos de protección personal adecuada?	x	
3	¿Las áreas de trabajo se encuentran señalizadas?		x
4	¿La ropa que utiliza el personal es la apropiada?	x	
5	¿Existen zona de descanso y de comida?	x	
6	¿Se generan regularmente ideas de mejora para los procesos de la empresa ?		x
Total		3	3
Disciplina			
Nº	Preguntas	SI	NO
1	¿Realizan los informes diarias acerca de la producción?		x
2	¿Se realizan el control diario de limpieza y organización del puesto de trabajo?		x
3	¿Están debidamente capacitados y motivados para llevar acabo las actividades de la empresa ?	x	
4	¿El puesto de trabajo se encuentra limpio al inicio y al final de la jornada laboral?		x
Total		1	3

En la tabla 25 se presenta un resumen numérico de la evaluación anterior, así también la figura 21 representa un gráfico radial el cual evalúa los diferentes aspectos de las 5S en estado actual en función de su porcentaje de cumplimiento.

TABLA 25 PORCENTAJE DE EVALUACIÓN

Resumen de evaluación			
N.º	5S	SI %	NO %
1S	Clasificar	14.29	85.71
2S	Orden	42.86	57.14
3S	Limpieza	33.33	66.67
4S	Estandarización	50.00	50.00
5S	Disciplina	25.00	75.00

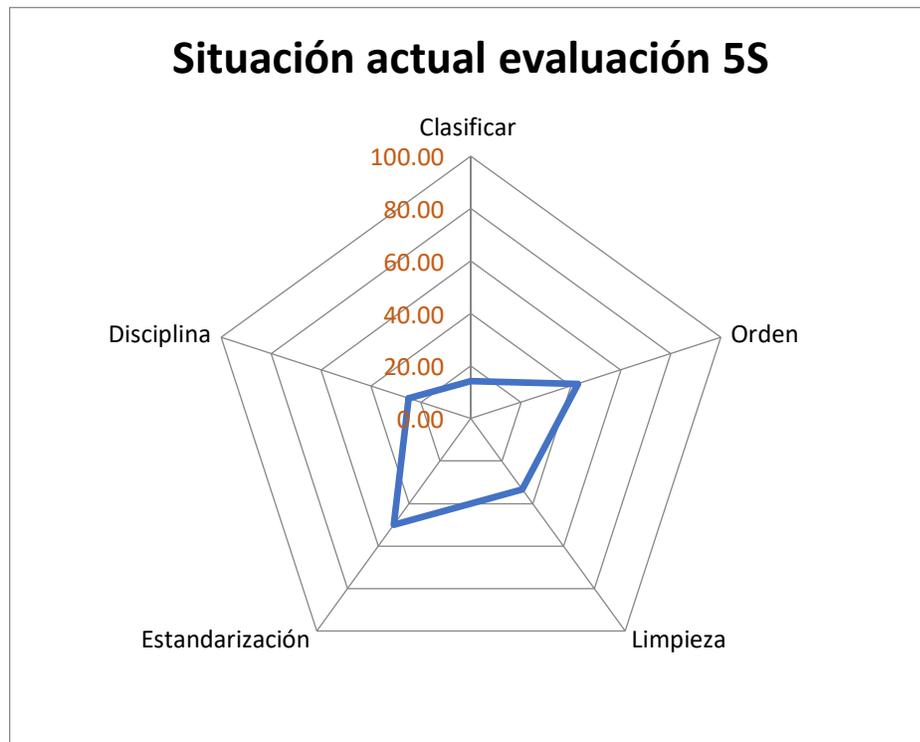


Figura 21 Diagrama Radial 5S actual

Para el mejoramiento de estos porcentajes Para la aplicación de 5S para ordenar clasificar y mantener en orden las diferentes áreas de trabajo.

Como punto inicial de la metodología 5S se usa el método de las tarjetas rojas, el operador debe identificar las herramientas, equipos y objetos necesarios e indispensables en su estación de trabajo para cumplir sus actividades. Una vez identificados los elementos necesarios será más sencillo darse cuenta de aquellos elementos que se deben eliminar o desechar. Se capacitó al personal con los lineamientos para asignar una tarjeta roja a un elemento y con la forma correcta de llenar los datos de esta.

En la figura 22 se muestra el formato que se diseñó de la tarjeta roja que para la empresa tenería San José con los respectivos datos que se debe llenar.

TARJETA ROJA 5S
TENERÍA SAN JOSÉ

Fecha inicio: ____ / ____ / ____ Área: _____

Descripción del artículo: _____

CATEGORIA

<input type="checkbox"/> Máquina/Equipo	<input type="checkbox"/> Materia prima
<input type="checkbox"/> Herramientas	<input type="checkbox"/> Trabajo en proceso
<input type="checkbox"/> Partes mecánicas	<input type="checkbox"/> Producto defectuoso
<input type="checkbox"/> Partes eléctricas	<input type="checkbox"/> Producto terminado
<input type="checkbox"/> Otros _____	

RAZON

<input type="checkbox"/> Innecesario	<input type="checkbox"/> Defectuoso
<input type="checkbox"/> Fuera de especificaciones	
<input type="checkbox"/> Otros _____	

ACCION CORRECTIVA

<input type="checkbox"/> Eliminar	<input type="checkbox"/> Ordenar
<input type="checkbox"/> Reubicar	<input type="checkbox"/> Limpiar
<input type="checkbox"/> Reparar	<input type="checkbox"/> Otros _____

Comentario: _____

Fecha final acción: _____

Figura 22 Formato tarjetas rojas

Con los criterios indicados a los operadores de cada área se debe llenar la tarjeta roja cada vez que se encuentre elementos a los cuales se debe aplicar una acción correctiva. El trabajador debe colocar tarjetas rojas encima de cada elemento. Se lleva un registro de las tarjetas rojas con el siguiente formato de la tabla 26 por ejemplo, comúnmente se observa que existen muchos elementos en los espacios de circulación como por ejemplo producto ya terminado que no se ha empacado por algún motivo y los trabajadores no pueden transportar los coches con facilidad a estos coches de producto terminado se les coloca una tarjeta roja con la acción correctiva de reubicar

TABLA 26 FORMATO REGISTRO TARJETAS ROJAS

REGISTRO DE TARJETA ROJA 5S TENERÍA SAN JOSÉ						
Nº de tarjeta	Área	Objeto / Elemento	Fecha de Inicio	Acción correctiva	Responsable	Fecha final de acción
1	Acabados	Producto Terminado	12/03/2021	Reubicar	-	14/03/2021
2						
3						
4						
5						
<i>Responsable:</i>					<i>Firma:</i>	
<i>Observaciones:</i>						

A continuación, se indica la colocación de las tarjetas rojas en los elementos identificados dividido en las respectivas áreas de trabajo. Se muestra a detalle la tabla 27 de registro de las 34 tarjetas rojas.

Al finalizar la colocación de las tarjetas roja se realiza una tabla 27 de resumen en la cual se detalla el número de tarjetas según la acción sugerida para toda el área de acabado y terminado, una vez obtenida esta tabla se procede con lo establecido en la metodología.

TABLA 27 COLOCACIÓN TARJETAS ROJAS

Área	Tarjetas rojas
Colaboración y lacado	
<p>Baldes innecesario para formulación de químicos Materia prima a la cola para ser procesada en lugar inadecuado Baldes innecesario para formulación de químicos Materia prima a la cola para ser procesada en lugar inadecuado Cartón innecesario</p>	
Planchado	
<p>Baldes innecesarios Papel transfer lugar inadecuado Coches de transporte sin uso adecuado Muestras lugar inadecuado Cartón innecesario</p>	

TABLA 27 COLOCACIÓN TARJETAS ROJAS (Continuación)

Área	Tarjetas rojas
Saneado	
<p>Restos de producto innecesario rodean el área de trabajo No se cuenta con tachos para residuos grandes Tachos de residuos mal usados Producto terminado sin almacenar</p>	
Laboratorio	
<p>Materia prima fuera de lugar Frascos vacíos en el piso Implementos de aseo fuera de lugar Desechos fuera de lugar</p>	

TABLA 27 COLOCACIÓN TARJETAS ROJAS (Continuación)

Área	Tarjetas rojas	
Planificación producción / Pasillos		
<p>Papeles fuera de lugar Ordenes de pedidos desarchivados Pertenencias de los trabajadores sin un lugar adecuado Muestras fuera de lugar Pasillos: Coches mal ubicados</p>		
Medición		
<p>Cartones sin un lugar adecuado de almacenamiento</p>		

TABLA 28 RESUMEN COLOCACIÓN TARJETAS ROJAS

Acción correctiva	Número de tarjetas
Eliminar	7
Reubicar	13
Reparar	1
Ordenar	6
Limpiar	3
Otras	4
TOTAL	34

1S Seiri Clasificar y eliminar

El estado actual para la primera S clasificar posee un porcentaje de cumplimiento de 14,29% como se mostró anteriormente en la tabla 25.

En la implementación de Seiri se consideran en las diferentes áreas esta acción sugerida, en esta parte de la metodología se debe considerar que existen dos posibilidades, que se detalla a continuación.

Eliminar: se aplica eliminación cuando el objeto o elemento no aporta en nada al proceso o área.

Vender: se aplica vender cuando no aporta en la empresa, pero existe la posibilidad de que alguien lo compre

En la tabla 29 se presenta la propuesta para implementación de la primera S Seiri.

TABLA 29 ACCIONES SEIRI

SEIRI (ELIMINAR)		TENERIA SAN JOSÉ		
				
N° de tarjeta	Sección	Problema	Eliminar	Vender
10	Planchado	Cartón innecesario		x
12	Planchado	Muestras defectuosas		x
13	Planchado	Desecho botella plástica	x	
15	Planchado	Producto defectuoso	x	
27	Saneado	Cartón		x
32	Laboratorio 2	Frascos con elementos innecesarios	x	
33	Laboratorio 2	Baldes con formulas sobrantes	x	
<i>Responsable:</i>			<i>Firma:</i>	
<i>Observaciones:</i>				

2S Seiton Ordenar

El estado actual de la segunda S ordenar posee un porcentaje de cumplimiento de 42,86%, el cual es un indicador mucho más alto al de la primera S.

Existe un laboratorio de químicos y formulación el cual no se usa como tal y este se encuentra muy descuidado, se realizó el orden de todos los químicos, colorantes y productos de esta área. Esta área es muy importante para la fabricación de nuevos productos, ya que en este laboratorio se pesa la formulación cuando se crea un nuevo color o formula. Como el área se encuentra sucia, descuidada y desordenada, no se procede de la manera correcta como crear una nueva hoja del producto. Por lo mismo en esta S se dio prioridad a esta sección de la empresa para que este proceso se haga de mejor manera.

También se trabajó en el orden de los pasillos ya que no se encontraban debidamente organizados en los cuales ubicaban pedidos dañados o con defectos que por algún motivo no habían terminado su proceso de acabado o pedidos retrasados. Se presenta la tabla 30 con los resultados de las tarjetas rojas

TABLA 30 ACCIONES SEITON

SEITON (Ordenar) TENERÍA SAN JOSÉ			
Nº de tarjeta	Sección	Problema	
2	Coloración y lacado	Materia Prima (bandas) en cola fuera de lugar	
7	Coloración y lacado	Materia Prima (químicos) fuera de lugar	
11	Planchado	Coche de transporte	
17	Planificación producción	Documentos	
23	Medición	Caja de materia prima (rollos de etiquetas)	
31	Laboratorio 2	Materia prima fuera de lugar	
<i>Responsable:</i>		<i>Firma:</i>	
<i>Observaciones:</i>			

Además, dentro de las acciones correctivas se encuentra la acción de reubicar o reasignar, la tabla 31 muestra hacia donde fueron reubicados los elementos u objetos de las tarjetas rojas.

TABLA 31 PROPUESTA REUBICAR

Reubicar TENERÍA SAN JOSÉ			
			
Nº de tarjeta	Sección	Problema	Área reasignada
1	Coloración y lacado	Baldes con formulas sobrantes	Laboratorio 2
3	Coloración y lacado	Baldes vacíos	Laboratorio 2
5	Coloración y lacado	Tanque de desechos	Saneado
6	Coloración y lacado	Baldes con formulas sobrantes	Croos de servicio
9	Planchado	Materia Prima(Papel transfer) en cola fuera de lugar	Laboratorio 2
14	Planchado	Balde	Croos de servicio
19	Planificación producción	Artículos personales	Casilleros personal
20	Planificación producción	Muestras fuera de lugar	Área administrativa
21	Medición	Caja de muestras	Área de producción
22	Medición	Caja de catálogos	Área de producción
26	Saneado	Productos terminados	Bodega
29	Laboratorio 2	Baldes Vacíos	Croos de servicio
34	Pasillos	Coche de transporte en espacios de circulación	En espacios permitidos todas las áreas
<i>Responsable:</i>			<i>Firma:</i>
<i>Observaciones:</i>			

Adicionalmente para esta acción se ordenó en cada proceso y en las estaciones de trabajo. Se identificó los materiales y herramientas que se usan con frecuencia diaria, las cuales se ubicaron en sus respectivas repisas, para tener un acceso más fácil a las mismas. Las de frecuencia baja se etiquetaron con tarjetas rojas, y se ubicó en una estantería diferente. Se desecho aquellas que se consideran obsoletas. En la tabla 32 se muestra la frecuencia de uso de cada elemento.

TABLA 32 FRECUENCIA DE USO

Frecuencia de uso TENERÍA SAN JOSÉ				
				
Nº	Herramienta / Elementos	No se usa con frecuencia	Varias veces al día	Varias veces a la semana
1	Colorantes Básicos		x	
2	Colorantes Secundarios			x
3	Ceras y aceites		x	
4	Compactos			x
5	Lacas		x	
6	Hidrolacas			x
7	Químicos		x	
8	Pesa			x
9	Medidores			x
10	Frascos para mezcla	x		
11	Papel Transfer	x		
12	Frascos vacíos reciclados	x		
13	Etiquetas		x	
14	Papel de empaque		x	
15	Cartón para empaque			x
16	Cinta de embalaje		x	
17	Cuchilla		x	
18	Troqueles			x
<i>Responsable:</i>		<i>Firma:</i>		
<i>Observaciones:</i>				

3S Seiso Limpieza e inspección

Una vez realizada la primera y segunda S, se realizó una limpieza en cada área y la limpieza establecida en las tarjetas rojas. Es importante detallar que esta tercera S se debe realizar necesariamente después de las dos primeras son antes ya que se estará realizando un doble trabajo.

Para esta sección se establece un plan de limpieza, que está enfocado en todas las áreas de trabajo, pero con mayor frecuencia en aquellas que producen más desperdicios como saneado. En la próxima sección se presenta un plan de estandarización de limpieza.

4S Seiketsu Estandarización

Para la aplicación Seiketsu se realizaron varias implementaciones como son la estandarización de tachos de desperdicios tabla 33 dando un color a cada uno de los desperdicios según los requerimientos de cada área.

TABLA 33 PROPUESTA ESTANDARIZACIÓN: TACHOS DE BASURA

Estandarización de tachos TENERIA SAN JOSE		
Contenedor / Color	Indicador	Proceso
	Almacenamiento de retazo pequeño de cuero	Saneado
	Almacenamiento de retazo grande de cuero	Saneado
	Almacenamiento de basura	Saneado Coloración

Como se mencionó anteriormente se realizó una estandarización de la limpieza que se muestra en el Anexo 4. que se llevara a cabo dentro de la empresa, como se sabe la limpieza es algo constante.

5S Shitsuke Disciplina

El último aspecto de la metodología 5S, tiene como objetivo establecer estándares y crear una disciplina en los trabajadores. Es necesario explicar y fortalecer el compromiso en los colaboradores, por eso se dispone dos acciones, primero fortalecer los conocimientos y la importancia de la implementación de las 5S y como segundo punto plantear la realización de una auditoria mensual de esta metodología el formato se muestra en la tabla 34.

TABLA 34 FORMATO AUDITORIA 5S

AUDITORIA 5S				
Fecha:		SI	NO	Observaciones
Área:				
1S	Clasificar y Eliminar			
	¿Hay materiales que no pertenecen al área?			
	¿Hay objetos personales innecesarios en el área?			
	¿Hay equipos o herramientas que no se utilicen en el proceso?			
2S	Ordenar			
	¿Están en su ubicación definida los materiales del proceso?			
	¿Están las herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?			
	¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?			
3S	Limpieza e Inspección			
	¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el piso?			
	¿Están las máquinas y los puestos de trabajo limpios?			
	¿Están las áreas de almacenamiento limpias?			
4S	Estandarización			
	¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?			
	¿Están identificados los materiales en el área o proceso?			
	¿Se aplica la gestión visual en el entorno del área o proceso?			
	¿Es conocida la documentación del área o proceso por el personal?			
5S	Disciplina			
	¿Se respeta el plan de limpieza?			
	¿Se respeta el plan de auditorías?			
	¿Se mantiene limpio el área?			
	¿Se lleva a cabo el registro de limpieza?			

Resultado y análisis 5S

A continuación, en la tabla 35 se muestra las acciones tomadas dentro de esta herramienta en la tabla se muestra las primeras 5 acciones y en el anexo 5 se observa la tabla completa.

TABLA 35 ACCIONES TARJETAS ROJAS

REGISTRO DE TARJETA ROJA 5S TENERÍA SAN JOSÉ						
N.º de tarjeta	Área / Sección	Objeto / Elemento	Fecha de Inicio	Acción correctiva	Responsable	Fecha final de acción
1	Acabados / Coloración y lacado	Baldes con fórmulas sobrantes	12/03/2021	Reubicar	Operadores de área coloración	16/03/2021
2	Acabados / Coloración y lacado	Materia Prima (bandas) en cola fuera de lugar	12/03/2021	Ordenar	Operadores de área coloración	16/03/2021
3	Acabados / Coloración y lacado	Baldes vacíos	12/03/2021	Reubicar	Operadores de área coloración	16/03/2021
4	Acabados / Coloración y lacado	Área sucia	12/03/2021	Limpiar	Operadores de área coloración	06/04/2021
5	Acabados / Coloración y lacado	Tanque de desechos	12/03/2021	Reubicar	Operadores de área coloración	16/03/2021

Una vez realizadas las acciones se evalúa la herramienta 5S se realiza nuevamente una evaluación ubicada en el anexo 6 para comparar con el estado que se encontraba anteriormente y el implementado.

En la tabla 36 se muestran los resultados de la implementación.

TABLA 36 EVALUACIÓN DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Evaluación Implementada			
N.º	5S	SI	NO
1S	Clasificar	57.14	42.86
2S	Orden	85.71	14.29
3S	Limpieza	100.00	0.00
4S	Estandarización	66.67	33.33
5S	Disciplina	75.00	25.00

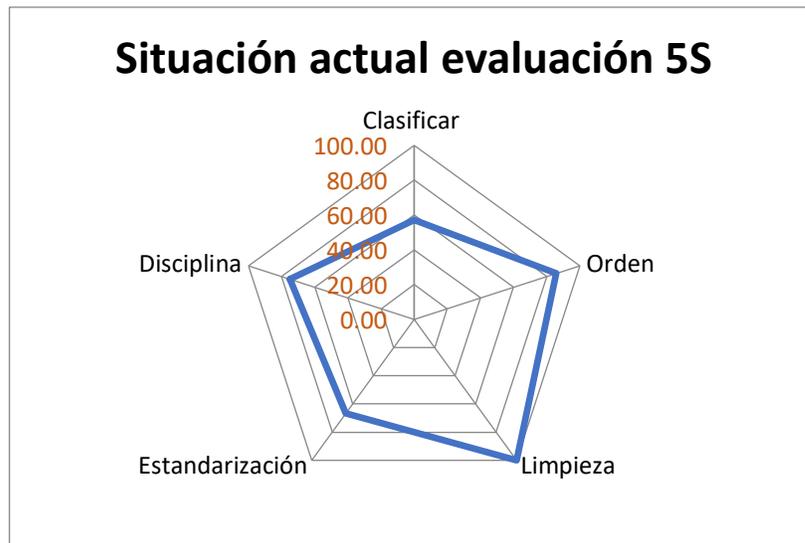


Figura 23 Diagrama Radial 5S implementado

4.10. Propuesta de implementación

Para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta, se propone iniciar con la capacitación al personal operativo y administrativo del área de acabado y terminado, en donde se trata de varias técnicas de la metodología de manufactura esbelta, se explica de forma detallada sus beneficios y las diferentes aplicaciones dentro del campo industrial.

Después de esta introducción al personal se recomienda la implementación de cada una de las técnicas. Para la implementación del balanceo de línea, se tiene un ritmo marcado el cual está determinado por las máquinas y equipos que es algo que no se puede modificar, pero si se puede modificar las

actividades y secuencias que sigue el operador. En la sección a continuación se detallan los cálculos para el balanceo de línea.

4.10.1. Balanceo de líneas

Para mejorar la planificación debe existir un control, se propone un balanceo de líneas del proceso de terminado de pieles, en la tabla 37 se asigna una nomenclatura para cada una de las operaciones.

TABLA 37 NOMENCLATURA DE OPERACIONES

No	Operación	Tarea Precedente
1	Recepción de pieles y formulación	A
2	Coloración cabina de pistolas	B
3	Planchado	C
4	Segunda Coloración	D
5	Lacado en cabina de pistolas	E
6	Planchado	F
7	Saneado y medición	G
8	Empaque y almacenamiento	H

En la figura 24 se muestra el diagrama de precedencia junto con los tiempos de ciclo de cada operación por lote (min/unidades).

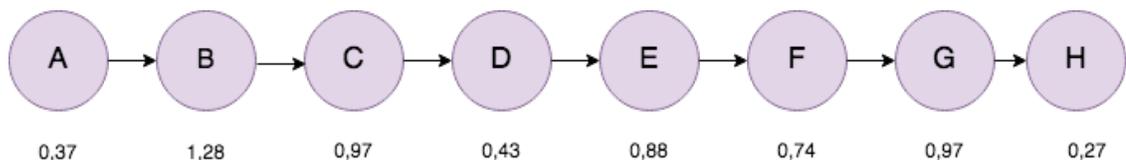


Figura 24 Diagrama de precedencia actual

En la tabla 38 se presenta los tiempos estándar junto con las tareas precedentes necesarias de cada una de las operaciones, además se presenta

el tiempo restante en cada una de las estaciones con un Takt time de 1,98 min/unid con la eficiencia de esta.

TABLA 38 PARÁMETROS ACTUALES

Estación	Tarea	Tiempo (min)	Tarea Precedente	Tiempo Restante (min)	Eficiencia (%)
1	A	0,37	Ninguna	1,61	19%
2	B	1,28	A	0,70	65%
3	C	0,97	B	1,01	49%
4	D	0,43	C	1,55	22%
5	E	0,88	D	1,10	44%
6	F	0,74	E	1,24	38%
7	G	0,97	F	1,01	49%
8	H	0,27	G	1,71	14%
Tiempo Total Estándar		5,91	Eficiencia Actual		37%

Para realizar el cálculo del número de las estaciones se necesitan los datos que se calculó con anterioridad que son los siguientes:

$$Takt\ Time = 1,98 \frac{min}{unidades}$$

Número de estaciones

$$N_T = \frac{Total\ tiempos\ de\ las\ tareas}{Takt\ time}$$

$$N_T = \frac{5,91 \frac{min}{unidades}}{1,98 \frac{min}{unidades}}$$

$$N_T = 2,98 \approx 3$$

El número de estaciones teóricas calculado son 3 estaciones para la cual se propone una nueva distribución de estas actividades. Se presenta en la tabla 39 el balanceo de línea como resultado se obtiene el uso de 4 estaciones.

TABLA 39 PROPUESTA DE BALANCEO DE LÍNEA

Estación	Tarea	Tiempo (min)	Tiempo por estación (min)	Tiempo restante (min)	Eficiencia (%)
1	A	0,37	1,65	0,33	83%
	B	1,28			
2	C	0,97	1,40	0,58	70%
	D	0,43			
3	E	0,88	1,62	0,36	82%
	F	0,74			
4	G	0,97	1,24	0,74	63%
	H	0,27			
Eficiencia Propuesta					75%

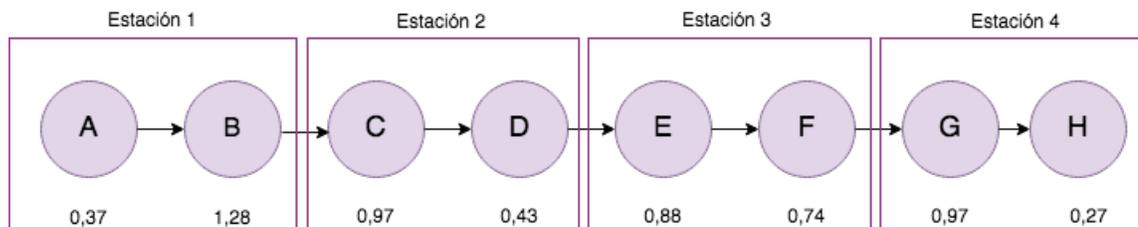


Figura 25 Balanceo de línea propuesto

El balanceo de línea para la elaboración de producto Goya 1.4-1.6 Anilina Negro presenta como resultado una mayor eficiencia un valor actual de 37% y un 75% en la propuesta.

4.10.2. Control Visual

El control visual es una técnica que aplica ciertas actividades o medidas según el análisis del proceso, por esto se analiza de una manera detallada la tabla 40 en la cual se presenta una hoja de instrucciones de las 10 primeras operaciones en la cual se expone mejoras que ayudaran a reducir tiempos eliminando actividades que no generan valor al producto, las cuales se pueden omitir ya que no influyen en el resultado final. En el anexo 7 se muestra la tabla completa.

El cursograma analítico propuesto para la elaboración del producto Goya 1.4-1.6 Anilina Negro se presenta más adelante en el cual se pone en evidencia las posibles mejoras durante el proceso de producción.

TABLA 40 HOJA DE INSTRUCCIONES

HOJA DE INSTRUCCIONES			
Elaboración Goya 1.4-1.6 Anilina Negro			
N.º	Descripción	Observaciones	Instrucciones
1	Recepción de pieles	Materia prima receptada de la planta 1	Verificar unidades recibidas
2	Formulación de químicos		Llenar hoja de formulación según unidades a procesar
3	Transporte de químicos	almacén exterior	ACTIVIDAD ELIMINADA
4	Preparación de formula	almacén exterior	Recurrir a información de formulación
5	Transporte a cabina de pistolas		ACTIVIDAD ELIMINADA
6	Preparación de maquina		inicialización de la maquina
7	Calibración de válvulas	Verificar la salida de formula	Carga de material y apertura de válvulas
8	Proceso cabina de pintura 1	2 operadores	Posición horizontal de las bandas
9	Inspección bandas pasada 4		ACTIVIDAD ELIMINADA
10	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura		Llevar coche transportador al siguiente proceso

Además, se propone ciertas actividades que se usan para la implementación de control visual las cuales se describen a continuación:

Control visual de espacios y equipos

- Documentación visual en las estaciones de trabajo. Se ha aplicado métodos de organización, por ejemplo: estudios de tiempos/movimientos, y descripción de procesos.
- Marcas sobre el piso (Repintado). En la empresa ya se encuentra realizada la señalización en el piso, existen áreas en las que se necesita un repintado.
- Diseño de nueva señalética. Para el diseño de la nueva señalética se debe tomar en consideración las nuevas metodologías implementadas. Se muestra en la figura 25. En el anexo 8 se observa la señalética propuesta.

Figura 26 Señalética



Control visual en la producción

En la empresa no se realiza el control con ningún tipo de indicador, por lo mismo se crea indicadores de productividad y la creación de tableros de departamentos. Además, se lleva a cabo la estandarización de procesos.

4.10.3. Kanban

Kanban es un sistema que va ligado a la planificación de producción, herramienta que ayuda a llevar una producción controlada y sincronizada de una manera visual.

Tablero Kanban

El tablero Kanban al ser una herramienta visual ayuda a mapear el flujo de trabajo, de esta manera se logra un mejor control y sincronización en la producción. Para la elaboración del tablero Kanban se trabaja con la propuesta de mejora de balanceo de líneas es decir con cuatro estaciones de trabajo, descritas en la tabla 41.

TABLA 41 ESTACIONES DE TRABAJO PROPUESTAS

Estación 1	Recepción de pieles, formulación - Coloración cabina de pistolas
Estación 2	Planchado - Segunda coloración
Estación 3	Lacado en cabina de pistolas - Planchado
Estación 4	Saneado, medición - Empaque y almacenamiento

La propuesta inicia con la elaboración de un tablero Kanban que se muestra en la tabla 42 para lo cual se necesita el uso de tarjetas Kanban, su formato se muestra a continuación en la tabla 43 la cual está compuesta con los siguientes parámetros: N.º de tarjeta y N.º de orden, nombre del producto detallado por nombre del artículo, espesor, acabado y color, cantidad en producción, y el ultimo recuadro en el cual se debe marcar con una “x” las estaciones que ya han cumplido su proceso.

TABLA 42 PROPUESTA TABLERO KANBAN

N.º	Orden Pendiente	Proceso		Terminado
		Estación 1	Estación 2	
1				
2				
3		Estación 3	Estación 4	
4				

TABLA 43 PROPUESTA TARJETAS KANBAN

Tarjeta Kanban				
N.º		N.º de Orden		
Producto:	_____ / _____ / _____ / _____			
Descripción	Artículo	Espesor	Acabado	Color
Cantidad:				
Estación involucrada				
N.º	1	2	3	4

Una vez que se realiza el formato de las tarjetas Kanban estas se deben ir colocando y moviendo dentro del tablero llenando los datos antes detallados, el mismo que está formado por: Ordenes pendientes que están a la cola, proceso formado las 4 estaciones y una vez finalizado el proceso tendrá que ir a la última columna de terminado. En la figura 27 se muestra una guía de secuencia para la colocación de tarjetas.

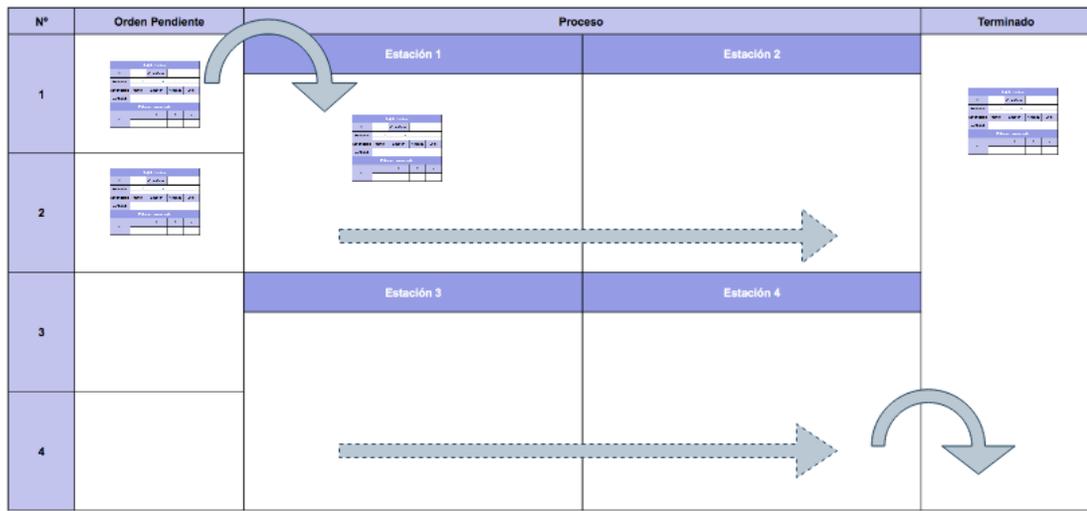


Figura 27 Guía de secuencia tablero Kanban

Instrucciones de uso

- Una vez llegada la orden de producción al área de acabado y terminado, el jefe de área debe llenar las tarjetas Kanban (original y copia), después se colocan estas tarjetas originales en la fila de orden pendiente en orden de prioridad siendo la 1 la de mayor prioridad y la 4 la de menor.
- Ya ubicadas las tarjetas en el tablero, los operadores de la estación 1 deberán cumplir la siguiente actividad, el primer operador encargarse de iniciar la maquina mientras que el segundo operador debe dirigirse al tablero Kanban, la tarjeta original debe desplazarla hacia la columna del proceso y ubicarla en la estación 1, después debe tomar la tarjeta copia dirigirse a la estación 1 y empezar con la orden de tarjeta de mayor prioridad.
- Ya finalizado el proceso de la estación 1, se coloca en el coche de transporte la tarjeta copia y enviarlo al proceso siguiente. De esta forma la tarjeta copia debe ir circulada por las estaciones 2, 3 y 4. De la misma manera la tarjeta original ubicada en el tablero también debe ir moviéndose en el tablero actividades a cargo del jefe de producción.

- Cuando se finalicen los procesos de las 4 estaciones, la tarjeta deberá pasar a la fila de terminado.

Al ser una propuesta se debe analizar cuando esta se implemente según la necesidad de la empresa, es decir es posible que este instructivo pueda tener cambios.

Ubicación tablero Kanban

Se sugiere que el tablero Kanban sea colocado en el ingreso a la planta 2 cerca de la estación de trabajo del jefe de área, para que todas las personas tanto internas como externas, puedan observar cómo se lleva el método.

4.11. VSM Propuesto

Se presenta los resultados obtenidos para el desarrollo del VSM propuesto, tomando en cuenta las herramientas anteriormente detalladas: Balanceo de líneas, 5S, Control Visual y Kanban.

Se muestra en la tabla 44 el cursograma analítico propuesto. Esta formado de 44 actividades en total que se dividen de la siguiente forma 23 corresponden a operaciones, 15 a transporte, no existen actividades de espera, 2 de inspección, 2 de almacenamiento y 3 de actividades combinadas.

TABLA 44 CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO

CURSOGRAMA ANALÍTICO													
EMPRESA:		Tenería San José			RESUMEN								
MÉTODO:	ACTUAL				ACTIVIDADES		ACTUAL		PROPUESTO				
	PROPUESTO	x	OPERACIÓN	●			0	23					
ANALISTA:	Verónica Valdés			TRANSPORTE	➡			0	15				
ACTIVIDAD:	Elaboración Goya 1.4-1.6 Anilina Negro			ESPERA	●			0	0				
				INSPECCIÓN	■			0	2				
LUGAR:	Planta de producción Área de acabados			ALMACENAMIENTO	▼			0	2				
				COMBINADO	■			0	3				
OPERARIO(S):				TIEMPO			05:45:48		minutos				
No	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	Cant.	Oper.	Dist.	Tiempo	SIMBOLOS					ACTIVIDADES		
		(un)	(núm.)	(m)	(h.min:seg)	●	➡	●	■	▼	■	AV.	NAV.
1	Recepción de pieles	75	1		00:04:59	↑						X	
2	Formulación de químicos	75	1		00:05:29	↑						X	
3	Preparación de formula	75	1		00:04:05	↑						X	
4	Preparación de maquina	75	1		00:08:18	↑							X

Los valores del VSM actual han variado por la eliminación de actividades que se creen no necesarias, y las actividades combinadas han aumentado 1 ya que se propone en la herramienta de control visual agregar la inspección de las bandas dentro de la operación coloración.

Además, en VSM propuesto, muestra un cambio en la operación 1 la cual es recepción de pieles y formulación ya que se propone la elaboración de una estación de formulación de químicos dentro de la misma planta y no hacerla en el almacén exterior como lo hacen en la forma actual.

Ratio de operación propuesto (tiempos y actividades)

Una vez establecido el VSM propuesto se realiza el cálculo de los ratios de operación tanto de tiempos como de actividades. En la tabla 45 se presentan los tiempos según las actividades.

TABLA 45 TIEMPOS PROPUESTOS

Tiempos Propuestos	(h:min:seg)	min
Operaciones	04:16:57	256,95
Transporte	00:14:25	14,42
Espera	00:00:00	0,00
Inspección	00:10:19	10,32
Almacenamiento	00:05:18	5,30
Combinadas	00:58:49	58,82
Total	05:45:48	345,80

$$RO_{Prop} = \frac{\text{Tiempo de operacion}}{\text{Tiempo total}} * 100 \%$$

$$RO_{Prop} = \frac{256,95 \text{ min}}{345,80 \text{ min}} * 100 \%$$

$$RO_{Prop} = 74,31 \%$$

La propuesta aumenta el ratio de operación según tiempos aumenta del 67,41% del proceso actual al 74,31% en el proceso propuesto. El 25,69% representaría al valor de desperdicios después de la implementación propuesta.

Ratio de operación (actividades)

$$RO_{Prop} = \frac{\text{Numero de operaciones}}{\text{Numero total de actividades}} * 100 \%$$

$$RO_{Prop} = \frac{24 \text{ actividades}}{44 \text{ actividades}} * 100 \%$$

$$RO_{Prop} = 54,55 \%$$

La propuesta aumenta un 7% el valor del ratio de operación de actividades, el valor del proceso actual es de 47,06% calculado anteriormente y con la propuesta será del 54,55%.

Los valores obtenidos para la propuesta futura se presentan en la tabla 46. en esta se detalla los tiempos de ciclo por lote, tiempos de valor añadido y los tiempos que no añaden valor al producto.

En el anexo 9 se muestra el detalle de los cálculos.

TABLA 46 TIEMPOS PROPUESTOS: ESTÁNDAR, NVA Y VA.

N.º	OPERACIONES	Tiempo de ciclo TC (min/unid)	Tiempo por lote TCP (75 unidades) min	NVA (min)	VA (min)	Porcentaje de funcionamiento
1	Recepción de pieles y formulación	0,23	17,46	0,00	17,46	No existe maquinaria
2	Coloración cabina de pistolas	0,92	69,08	28,37	40,72	90%
3	Planchado	0,82	61,77	1,80	59,97	97%
4	Segunda Coloración	0,43	32,20	17,30	14,90	65%
5	Lacado en cabina de pistolas	0,86	64,42	18,44	45,98	92%
6	Planchado	0,74	55,81	1,43	54,38	97%
7	Saneado y medición	0,97	72,46	1,64	70,82	19%
8	Empaque y almacenamiento	0,27	20,53	10,45	10,09	No existe maquinaria

Indicadores Propuestos

Se plantea el cálculo de algunos parámetros de la propuesta de mejora, así como fueron calculados anteriormente del proceso actual, para analizar la variación de estos después de la mejora.

- **Lead time propuesto**

Se halla el lead time propuesto sumando los valores de las líneas del tiempo es decir los tiempos que añaden valor (VA) y los que no añaden valor (NVA).

$$Lead\ time_{prop} = VA + NVA$$

$$Lead\ time_{prop} = 314,30\ min + 79,43\ min$$

$$Lead\ time_{prop} = 393,73\ min$$

$$Lead\ time_{prop} = 393,73\ min * \frac{1\ h}{60\ min}$$

$$Lead\ time_{prop} = 6,56\ h$$

Se calcula un lead time propuesto el cual seria 6,56 horas.

- **Ratio de valor añadido propuesto (RVA)**

Se calcula mediante la relación entre el tiempo de valor añadido y el valor no añadido

$$RVA_{prop} = \frac{Tiempo\ de\ valor\ añadido}{Tiempo\ de\ valor\ no\ añadido}$$

$$RVA_{prop} = \frac{314,30\ min}{79,43\ min}$$

$$RVA_{prop} = 3,96$$

- **Tiempo de ciclo, VA y NVA propuestos**

En la tabla 47 se muestran los valores más altos de tiempo de valor no añadido calculado en el estudio de tiempos.

TABLA 47 INDICADORES PROPUESTOS TC, VA, NVA

N.º	OPERACIONES	Tiempo de ciclo TC (min/unid)	Tiempo por lote TCP (75 unidades) min/unidades	NVA (min)	VA (min)
2	Coloración cabina de pistolas	0,94	70,33	25,38	44,95
5	Lacado en cabina de pistolas	0,73	54,43	14,87	39,57

- **Ratios de operación propuestos**

Como se planteó anteriormente los valores críticos se presentan en las operaciones de coloración y lacado en cabina de pistolas, por lo mismo se calcula el ratio de operación de estas dos actividades.

Coloración cabina de pistolas

$$RO_{Coloración} = \frac{\text{Numero de operaciones}}{\text{Numero total de actividades}} * 100 \%$$

$$RO_{Coloración} = \frac{4 \text{ actividades}}{10 \text{ actividades}} * 100 \%$$

$$RO_{Coloración} = 40 \%$$

$$RO_{Coloración} = \frac{\text{Tiempo de operacion}}{\text{Tiempo total}} * 100 \%$$

$$RO_{Coloración} = \frac{44,95 \text{ min}}{70,33 \text{ min}} * 100 \%$$

$$RO_{Coloración} = 63,91\%$$

En la propuesta se observa un mejor resultado en el ratio de operaciones de la actividad coloración en la cabina de pistolas, anteriormente este valor era 70% en actividades que no generan valor, con la propuesta se lograría reducir este porcentaje un 10% llegando a un valor del 60%. De la misma forma en el ratio de operaciones con referencia al tiempo en el proceso propuesto es del 63,91% y antes de 42,30% porcentajes que representan las actividades que generan valor es decir aumenta más del 20%.

Lacado en cabina de pistolas

$$RO_{Lacado} = \frac{\text{Numero de operaciones}}{\text{Numero total de actividades}} * 100 \%$$

$$RO_{Lacado} = \frac{5 \text{ actividades}}{11 \text{ actividades}} * 100 \%$$

$$RO_{Lacado} = 45,45 \%$$

$$RO_{Lacado} = \frac{\text{Tiempo de operacion}}{\text{Tiempo total}} * 100 \%$$

$$RO_{Lacado} = \frac{39,57 \text{ min}}{54,43 \text{ min}} * 100 \%$$

$$RO_{Lacado} = 72,69 \%$$

En la propuesta que se plantea para esta sección de lacado no varían mucho los porcentajes con el estado actual, para el ratio de operaciones según el tiempo de un 69,63% aumenta al 72,69% en la propuesta.

Producción estándar por día propuesta

La producción diaria máxima por cada una de las operaciones la evaluaremos con la propuesta planteada de balanceo de línea ya que ese es uno de los objetivos de esta. En la tabla 48 se presenta la producción máxima por estación. Se calcula dividiendo el tiempo disponible por jornada que es 450 min para el tiempo estándar de la estación.

TABLA 48 PRODUCCIÓN DIARIA PROPUESTA

Tarea	Tiempo por estación (min)	Producción Máxima
A, B	1,65	273
C, D	1,40	323
E, F	1,62	277
G, H	1,24	363

En la figura 28 se muestra un diagrama de barras con la representación de la producción diaria de cada una de las estaciones.

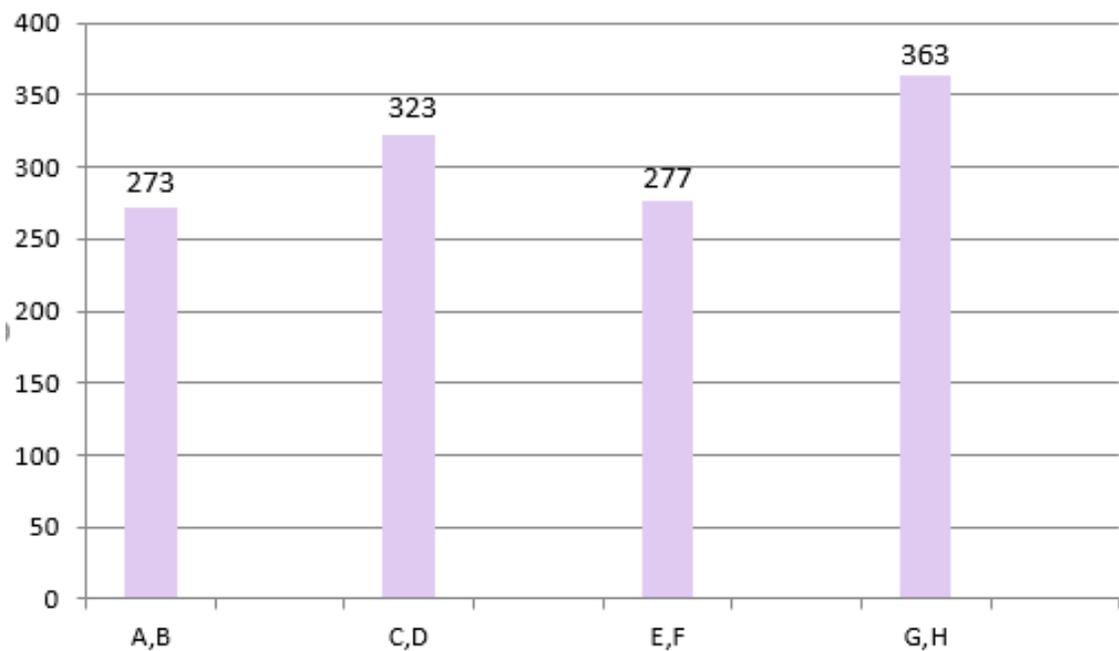


Figura 28 Diagrama de barras producción diaria propuesta

Después del cálculo de los parámetros se presenta a continuación en la gráfica 29 en el cual se observa el VSM futuro.

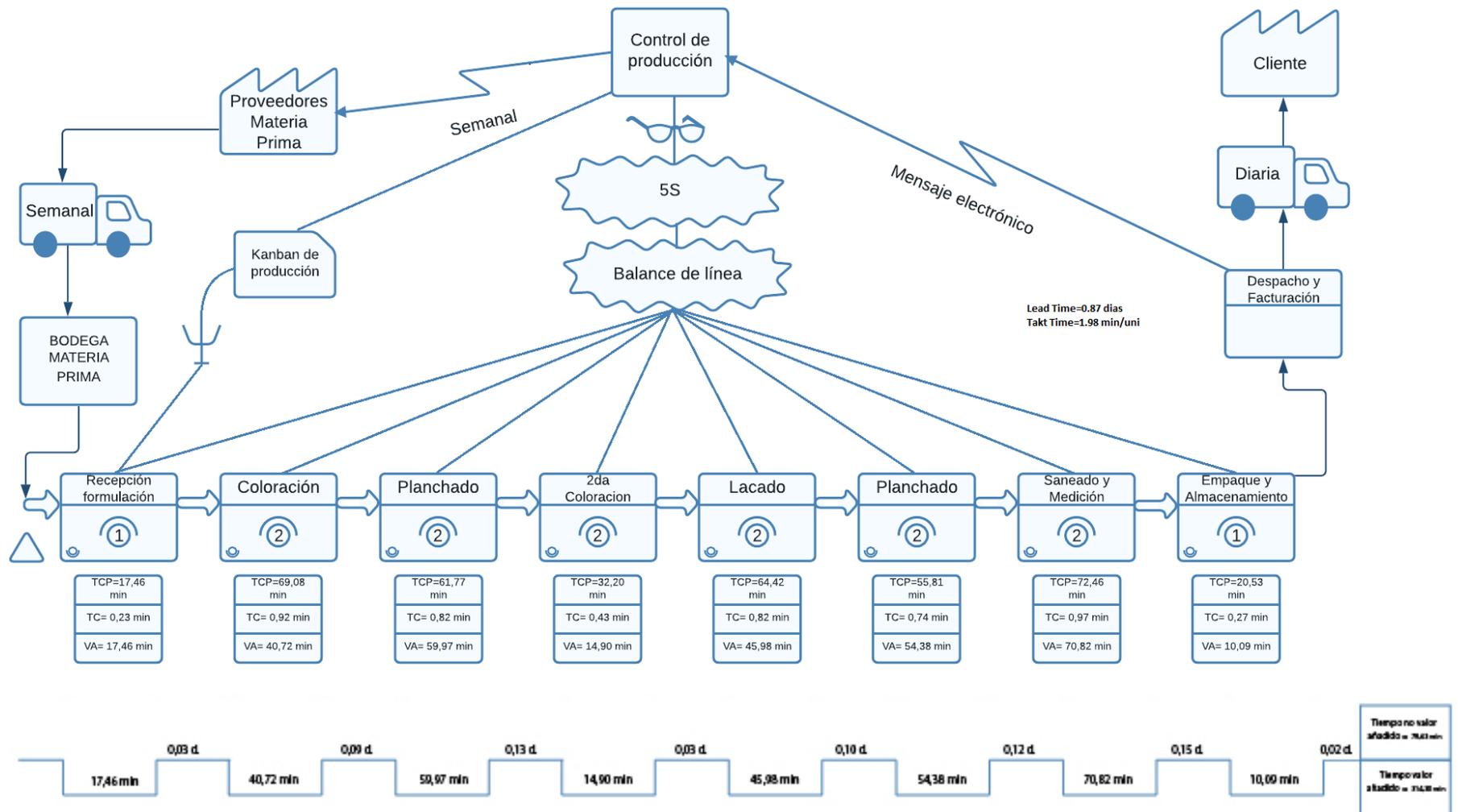


Figura 29 VSM propuesto

4.12. Resultados proceso actual, implementado y propuesto

El resumen de tiempos estándar se presenta en la tabla 49, en la segunda fila se muestra los valores del estado actual y en la tercera fila los valores de la propuesta. Como se observa en operaciones como recepción de pieles, coloración en cabina de pistolas, planchado 1 y lacado, los valores del estado actual son mayores a los del estado propuesto y en actividades como segunda coloración, planchado 2, saneado ,empaque y almacenamiento, los tiempos se mantienen, de esta forma se presenta un ahorro de tiempo de 49.58 min, lo cual representa un 11.18% del tiempo inicial total.

TABLA 49 TIEMPOS ESTÁNDAR ACTUAL - PROPUESTO

Tiempos Estándar		
Operación	Actual (min)	Propuesto (min)
Recepción de pieles y formulación	27,60	17,46
Coloración cabina de pistolas	96,23	69,08
Planchado	72,45	61,77
Segunda Coloración	32,20	32,20
Lacado en cabina de pistolas	66,04	64,42
Planchado	55,81	55,81
Saneado y medición	72,46	72,46
Empaque y almacenamiento	20,53	20,53
Total (min)	443,31	393,73
Ahorro Propuesta	49,58	

En la tabla 50 se muestra los resultados comparativos de la aplicación, además en la figura 30 se muestra un diagrama radial, en el que la línea en color naranja es la evaluación antes de la implementación, y la de color azul es la evaluación ya implementada.

TABLA 50 RESULTADOS 5S

Herramienta 5S						
N.º	Herramienta 5S	Implementada		Actual		Incremento (%)
		SI	NO	SI	NO	
1S	Clasificar	57.14	42.86	14.29	85.71	43
2S	Orden	85.71	14.29	42.86	57.14	43
3S	Limpieza	100.00	0.00	33.33	66.67	67
4S	Estandarización	66.67	33.33	50.00	50.00	17
5S	Disciplina	75.00	25.00	25.00	75.00	50

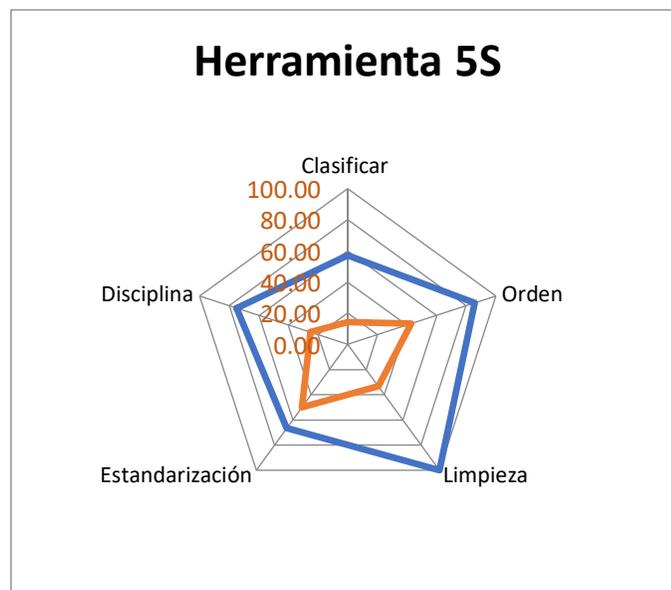


Figura 30 Comparación estado actual – implementado

En la tabla 51 se muestra algunos parámetros comparativos de la situación actual y la situación a futuro.

TABLA 51 PARÁMETROS ACTUALES Y PROPUESTOS

Actual - Propuesto			
Parámetro	Actual	Propuesto	Unidad
Eficiencia	37,00	75,00	%
Mejora de la eficiencia	38,00		
Lead time	443,31	393,73	min
Aumento de lead time	49,58		
Ratio de valor añadido	2,44	3,96	unid
Aumento de ratio de valor	1,52		
Ratio de operaciones coloración cabina de pistolas (Actividades)	28,57	40,00	%
Ratio de operaciones coloración cabina de pistolas (Tiempo)	42,32	63,91	%
Aumento del ratio de las actividades que agregan valor	11,43		
Ratio de operaciones lacado (Actividades)	41,66	45,45	%
Ratio de operaciones lacado (Tiempo)	69,62	72,69	%
Aumento del ratio de las actividades que agregan valor	3,79		

4.12.1. Verificación de la hipótesis

Para la validación de la hipótesis se usa los resultados obtenidos con anterioridad.

H1: La aplicación de herramientas de manufactura esbelta incide en la disminución de desperdicios en el área de terminado de la producción de pieles.

Para la verificación de esta hipótesis se tomará en cuenta el desperdicio de movimientos innecesarios, del que su indicador es el tiempo total utilizado para una actividad, en el proceso inicial todo el proceso demoraba 443.31 min ya aplicadas las mejoras este tiempo reduce a 393.73 min, siendo así el tiempo reduce en más del 10%. Por lo cual se acepta la hipótesis 1 y se rechaza la hipótesis nula.

H2: Eliminar actividades improductivas proporciona aumentos en la eficiencia en los procesos productivos y reduce los plazos de entrega a los clientes.

Mediante la herramienta del VSM se consigue la eliminación de actividades que no generan valor, para el proceso de coloración en la cabina de pistolas pasa de un 28.57% a un 40% porcentajes que representa las actividades que generan valor es decir se incrementa más de un 10% para esta actividad.

Además, la eliminación de estas actividades permite que la eficiencia de la planta de producción mejore de un 37% a un 75%. De esta forma se reducen los tiempos de producción así también los tiempos de entrega al cliente.

Por lo cual se dice que la hipótesis 2 es aceptada y la hipótesis 2 nula es rechazada.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

5.1. Conclusiones

- Mediante el estudio de tiempos y movimientos ha sido posible clasificar las actividades productivas e improductivas para el proceso. El tiempo estándar actual del proceso es de 443,31 minutos de los cuales 314,30 min corresponden a tiempos que añaden valor al producto y 129,01 min representan el tiempo que no añade valor. El tiempo estándar propuesto o futuro después del uso de herramientas de manufactura esbelta es de 393,73 minutos de los cuales 79,43 minutos representan el tiempo que no añade valor y el tiempo que añade valor se mantiene. Lo que explica que el uso de herramientas si disminuye los desperdicios en este caso reduce tiempos y movimientos innecesarios.
- La elaboración del mapa de flujo ha permitido evidenciar que el proceso actual presenta desperdicios, tiempos y movimientos innecesarios. Además, ayuda a obtener los parámetros iniciales como son el lead time de 443,31 min y un Takt time de 1,92 min por unidades procesada.
- Una vez implementada la herramienta 5S se consigue un aumento en los factores de las 5S, para la primera S y segunda S, clasificación y orden presentan un aumento del 43%, para la tercera S limpieza un aumento del 67% llegando a un 100%, para estandarización se consigue un incremento de 17% y para la ultima S disciplina un aumento del 50%. Es importante conservar los planes de estandarización de tachos de retazos y desperdicios, así también un plan de limpieza en el cual todos los colaboradores están comprometidos.
- El proceso actual presenta un cuello de botella en la operación de coloración en la cabina de pistolas, para lo cual se aplica un balanceo de

línea. Pasando de una eficiencia con ocho estaciones del 37% al 75% con el uso de cuatro estaciones. Se comprobó que el balanceo de línea ayuda a que las estaciones producen cantidades niveladas entre sí, cumpliendo la demanda del cliente.

- Se seleccionó en base a los desperdicios y causas las herramientas para la propuesta de implementación, dando de esta forma oportunidades de mejora, por ejemplo, para el desbalanceo en la línea y la eliminación de cuellos de botella se propone un balanceo de producción, para la falta de indicadores y planificación de producción se seleccionó Kanban y control visual. Las herramientas propuestas podrían conseguir un control de producción dando mejores resultados en la productividad de la empresa.

5.2. Recomendaciones

- Capacitar al personal administrativo y operativo de la empresa de forma constante, para que se logre identificar más desperdicios dentro del proceso y así tener la oportunidad de identificar oportunidades de mejora.
- Estas herramientas son aplicables para las demás plantas de procesos en la empresa, por lo mismo se recomienda el estudio para su posible implementación. Se recomienda que los colaboradores estén en una constante capacitación así también proponer incentivos para la participación de estos.
- Para la implementación de Kanban y control visual se debe entrenar a los operarios y al jefe de área para lograr un mejor control de producción, es importante en esta capacitación tomar temas como instructivo de uso de tarjetas y tablero Kanban.
- Se recomienda la elaboración de un manual de procesos en el cual se detalle las obligaciones dentro de las estaciones de trabajo junto con la descripción de las actividades a realizar, esto también ayudara de manera notable al ingreso de personal nuevo.

- Se recomienda realizar un análisis de la demanda por producto con un estudio de predicciones para de esta forma conocer más el comportamiento de la demanda y llegar a una planificación y control de producción.
- Es importante que le empresa maneje un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del área de acabados y terminado, para que de esta forma no se presenten paradas por fallas técnicas.

5.3. Referencias bibliográficas

Aldás Salazar, D. S., & Chipantiza Ganan, D. J. (2017). Gestión de la producción para reducir desperdicios de tiempo del proceso de aparado utilizando la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED) en Industrias de Manufactura de Calzado de Cuero [U

*Ali, R. M., & Deif, A. M. (2014). "Dynamic Lean Assessment for Takt Time Implementation". *Procedia CIRP*, 17, 577-581. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.128>*

Ani, M. N. C., Kamaruddin, S., & Azid, I. A. (2018). Analysis of the effective production Kanban size with triggering system for achieving just-in-time (JIT) production. 2018 4th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR), 316-320. <https://doi.org/10.1109/ICCAR.2018.8384692>

*Brioso, X., Murguia, D., & Urbina, A. (2017). Teaching Takt-Time, Flowline, and Point-to-point Precedence Relations: A Peruvian Case Study. *Procedia Engineering*, 196, 666-673. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.056>*

Che-Ani, M. N., Kamaruddin, S., & Azid, I. A. (2017). Towards just-in-time (JIT) production system through enhancing part preparation process. 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 669-673. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8289975>

Coetzee, R., van Dyk, L., & van der Merwe, K. R. (2019). Towards addressing respect for people during lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(3), 830-854. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2017-0081>

Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5(2, Part 2), 7668-7677. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.442>

Feldmeth, M., & Müller, E. (2019). Influences Between Design Characteristics of Lean Manufacturing Systems and Implications for the Design Process. *Procedia Manufacturing*, 39, 556-564. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.418>

Garcia, C., & Ricardo. (1998). *Estudio del trabajo*. Monterrey : Segunda edición.

Gómez Coello, D. (2016). *Plan de mejora de la productividad en la producción de cuero en la Empresa Tenería San José Cía. Ltda., Planta 1*. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23470>

Jawahar et al. - 2016—*Compression of leather images for automatic leather.pdf*. (s. f.).

Jawahar, M., Babu, N. K. C., Ismail, M. M., & Vani, K. (2016). Compression of leather images for automatic leather grading system using Multiwavelet. *2016 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/ICCIC.2016.7919629>

Jewalikar, A. D., & Shelke, A. (2017). Lean Integrated Management Systems in MSME Reasons, Advantages and Barriers on Implementation. *Materials Today: Proceedings*, 4(2, Part A), 1037-1044. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.01.117>

Jordon, K., Dossou, P.-E., & Junior, J. C. (2019). Using lean manufacturing and machine learning for improving medicines procurement and dispatching in a hospital. *Procedia Manufacturing*, 38, 1034-1041. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.189>

Kanawaty, & George. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: 4ta Edición.

Leming-Lee, T. «Susie», Polancich, S., & Pilon, B. (2019). *The Application of the Toyota Production System LEAN 5S Methodology in the Operating Room Setting*. The

Nursing Clinics of North America, 54(1), 53-79.
<https://doi.org/10.1016/j.cnur.2018.10.008>

Nazarali, S., Rayat, J., Salmonson, H., Moss, T., Mathura, P., & Damji, K. F. (2017). The application of a "6S Lean" initiative to improve workflow for emergency eye examination rooms. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 52(5), 435-440.
<https://doi.org/10.1016/j.jcjo.2017.02.017>

Niebel, & Benjamín. (s.f.). *Ingeniería Industrial Métodos Estándares y Diseño del Trabajo*. 12 edición.

Othman, I., Ghani, S. [Norfarahhanim M., & Choon, S. [Woon. (2019). The Total Quality Management (TQM) journey of Malaysian building contractors. *Ain Shams Engineering Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.11.002>

Powell, D. J. (2018). Kanban for Lean Production in High Mix, Low Volume Environments. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 140-143.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.248>

Purushothaman, M. babu, Seadon, J., & Moore, D. (2020). Waste reduction using lean tools in a multicultural environment. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121681.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121681>

Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765-775.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>

Sahoo, S., & Yadav, S. (2020). Influences of TPM and TQM Practices on Performance of Engineering Product and Component Manufacturers. *Procedia Manufacturing*, 43, 728-735. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.111>

Salinas Vásquez, J. V. (2015). *El Cuero, producción Industrial y artesanal en el Ecuador Análisis comparativo sobre el método de producción del cuero entre las provincias de Tungurahua y Azuay*. Universidad del Azuay.

Schonberger, R. J. (2019). *The disintegration of lean manufacturing and lean management.* *Business Horizons*, 62(3), 359-371. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.004>

Sharma, K. [Mohan, & Lata, S. (2018). *Effectuation of Lean Tool “5S” on Materials and Workspace Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India.* *Materials Today: Proceedings*, 5(2, Part 1), 4678-4683. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.12.039>

Singh, S., & Kumar, K. (2020). *Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018).* *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2), 465-471. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012>

Sivaraman, P., Nithyanandhan, T., Lakshminarasimhan, S., Manikandan, S., & Saifudheen, M. (2020). *Productivity enhancement in engine assembly using lean tools and techniques.* *Materials Today: Proceedings.* <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.010>

Sukdeo, N. (2017). *The application of 6S methodology as a lean improvement tool in an ink manufacturing company.* *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 1666-1671. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290176>

5.4 Anexos

ANEXO 1 PROGRAMACIÓN ANÁLISIS ABC

```
#CODIGO PARA REALIZAR CLASIFICACION ABC
install.packages('qcc')
library(qcc)

#leyendo la base de datos
library(readxl)
ABC_2019FINAL <- read_excel("C:/Users/Vero/Desktop
/Maestria UTA/1 DESARROLLO TESIS/DATOS PEDIDOS 2019-2021
/DATOS PEDIDOS 2019-20220-2021/ABC 2019FINAL.xlsx")
View(ABC_2019FINAL)

#llamando la base de datos
Datos <-ABC_2019FINAL
Datos
names(Datos)
SKU <- (Datos)
inventarios <- data.frame(SKU)

attach(inventarios)
inventarios

clasificacion_ABC2019 <- sapply(X = inventarios, FUN = sum)
clasificacion_ABC2019
pareto.chart(clasificacion_ABC2019)
```

ANEXO 2 ESTUDIO DE TIEMPOS

Estudio: 3
Producto: Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.
Operación: Planchado
Materiales: Pieles, químicos.
Maquinas: Prensa
Herramientas: Caballete.

X1 Transporte de materia prima al área de prensado
X2 Espera por maquina no disponible
X3 Planchado en prensa

ESTUDIO No 3																	
Operación:		Planchado										Hoja:		3			
Material:		Wet Blue Serrano TSJ 1.4-1.6 incoloro A										Inicio:		8:00			
Producto:		Goya 1.4-1.6 Anilina Negro										Fin:		16:00			
Unidad de tiempos:		Minutos										TiempoEvaluado:		9 horas			
												Realizado por:		Valdés V.			
												Revisado por:					
No	Act.	Ciclos										T.T	△	V	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	X1	1,56	1,79	1,58	1,62	1,78	1,98	1,13	1,27	1,39	1,23	15,33	1,53	100	1,53	0,18	1,72
2	X2	44,71	51,78	43,56	48,71	53,58	58,94	44,84	49,32	44,25	47,07	###	48,68	100	48,68	5,84	54,52
TIEMPO ESTANDAR DE CICLO																	56,23
Nota: T.T =Tiempo Total △= Promedio V= Valoración TN=Tiempo normal S=Suplemento TB= Tiempo Estándar																	

Cálculo de tiempos estándar para segunda coloración en cabina de pistolas

Estudio:	4
Producto:	Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.
Operación:	Segunda Coloración.
Materiales:	Pieles, químicos.
Maquinas:	Cabina de pistolas
Herramientas:	Cabalete, baldes con formula.

X1	Transporte a cabina de pistolas
X2	Inicialización de la maquina
X3	Prueba e inspección banda
X4	Proceso cabina coloración 5
X5	Transporte de materia prima al inicio
X6	Proceso cabina coloración 6
X7	Inspección bandas final de coloración

ESTUDIO No 4																	
Operación:		Segunda Coloracion										Hoja:		4			
Material:		Wet Blue Serrano TSJ 1.4-1.6 incoloro A										Inicio:		8:00			
Producto:		Goya 1.4-1.6 Anilina Negro										Fin:		16:00			
												TiempoEvaluado:		9 horas			
Unidad de tiempos:		Minutos										Realizado por:		Valdés V.			
												Revisado por:					
No	Act.	Ciclos										T.T	△	V	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	X1	1,12	1,49	1,35	0,98	1,76	0,94	1,51	1,03	1,11	1,15	12,46	1,25	100	1,25	0,15	1,40
2	X2	5,53	5,08	5,59	5,15	5,66	5,23	4,89	5,24	5,79	5,27	53,43	5,34	100	5,34	0,64	5,98
3	X3	2,26	2,48	3,02	2,30	2,58	2,73	2,79	2,07	2,28	2,55	25,06	2,51	100	2,51	0,30	2,81
4	X4	11,05	10,95	11,41	11,24	10,37	11,55	10,71	10,78	10,86	10,49	109,42	10,94	100	10,94	1,3	12,26
5	X5	0,60	0,72	0,57	0,65	0,31	0,48	0,61	0,89	0,94	0,56	6,33	0,63	100	0,63	0,08	0,71
6	X6	1,13	1,4	1,18	1,55	1,2	1,28	2,05	1,83	1,46	10,52	23,62	2,36	100	2,36	0,28	2,65
TIEMPO ESTANDAR DE CICLO																	25,80
Nota: T.T =Tiempo Total △= Promedio V= Valoración TN=Tiempo normal S=Suplemento TB= Tiempo Estándar																	

Cálculo de tiempos estándar para lacado en cabina de pistolas

Estudio: 5
Producto: Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.
Operación: Lacado
Materiales: Pielas, laca.
Maquinas: Cabina de pistolas
Herramientas: Caballete, baldes.

X1 Transporte a cabina de pistolas
X2 Limpieza de válvulas
X3 Carga laca
X4 Lacado de bandas pruebas
X5 Transporte de bandas de prueba
X6 Inspección bandas de prueba
X7 Lacado en cabina de pistolas 1
X8 Transporte de materia prima al inicio
X9 Lacado en cabina de pistolas 2

X10	Transporte de materia prima al inicio
X11	Lacado en cabina de pistolas 3
X12	Limpieza de válvulas

ESTUDIO No 5																	
Operación:		Lacado en cabina de pistolas										Hoja:		5			
Material:		Wet Blue Serrano TSJ 1.4-1.6 incoloro A										Inicio:		8:00			
Producto:		Goya 1.4-1.6 Anilina Negro										Fin:		16:00			
												TiempoEvaluado:		9 horas			
Unidad de tiempos:		Minutos										Realizado por:		Valdés V.			
												Revisado por:					
No	Act.	Ciclos										T.T	△	V	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	X1	0,56	0,65	0,98	0,57	0,83	0,41	0,59	0,51	0,56	0,53	6,19	0,62	100	0,62	0,07	0,69
2	X2	10,59	10,07	10,60	11,14	12,25	11,48	10,63	10,69	10,76	10,13	108,34	10,83	100	10,83	1,30	12,13
3	X3	6,60	6,26	6,89	7,58	6,34	6,97	6,67	7,34	6,07	6,04	66,76	6,68	100	6,68	0,80	7,48
4	X4	2,68	2,24	2,73	2,04	2,21	2,18	1,89	4,03	2,79	2,38	25,17	2,52	100	2,52	0,30	2,82
5	X5	0,45	0,49	0,54	0,42	0,58	0,39	0,44	0,48	0,43	0,48	4,70	0,47	100	0,47	0,06	0,53
6	X6	1,13	1,46	2,07	1,06	1,24	1,48	1,86	1,55	1,3	1,25	14,41	1,44	100	1,44	0,17	1,6
7	X7	10,56	11,07	11,13	10,29	10,32	10,52	11,41	10,55	9,97	10,13	106,00	10,60	100	10,60	1,27	11,8
8	X8	0,30	0,36	0,48	0,44	0,49	0,58	0,79	0,36	0,39	0,29	4,48	0,45	100	0,45	0,05	0,50
9	X9	11,03	11,13	10,24	10,29	11,37	10,43	10,52	10,48	11,04	10,26	106,79	10,68	100	10,68	1,28	11,9
10	X10	0,33	0,46	0,51	0,36	0,49	0,84	0,33	0,40	0,78	0,28	4,78	0,48	100	0,48	0,06	0,54
11	X11	10,0	10,24	10,04	10,78	10,59	11,59	10,49	10,39	11,54	10,13	105,80	10,58	100	10,58	1,27	11,8
12	X12	2,26	2,43	1,67	2,84	2,12	2,33	2,57	1,82	2,71	2,01	22,76	2,28	100	2,28	0,27	2,55
TIEMPO ESTANDAR DE CICLO																	64,53
Nota: T.T =Tiempo Total △= Promedio V= Valoración TN=Tiempo normal S=Suplemento TB= Tiempo Estándar																	

Cálculo de tiempos estándar para planchado

Estudio: 6
Producto: Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.
Operación: Planchado
Materiales: Pieles, químicos.
Maquinas: Prensa
Herramientas: Caballete.

X1 Transporte de materia prima al área de prensado
X2 Planchado en prensa

ESTUDIO No 6																	
Operación:		Planchado										Hoja:		6			
Material:		Wet Blue Serrano TSJ 1.4-1.6 incoloro A										Inicio:		8:00			
Producto:		Goya 1.4-1.6 Anilina Negro										Fin:		16:00			
Unidad de tiempos:		Minutos										TiempoEvaluado:		9 horas			
												Realizado por:		Valdés V.			
												Revisado por:					
No	Act.	Ciclos										T.T	△	V	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	X1	1,11	1,34	1,62	1,78	1,22	0,96	1,06	1,47	1,16	1,05	12,77	1,28	100	1,28	0,15	1,43
2	X2	45,12	46,63	43,29	47,62	42,38	46,62	41,28	46,41	40,85	41,17	441,37	44,14	100	44,14	5,30	49,43
TIEMPO ESTANDAR DE CICLO																	50,86
Nota: T.T =Tiempo Total △= Promedio V= Valoración TN=Tiempo normal S=Suplemento TB= Tiempo Estándar																	

Cálculo de tiempos estándar para saneado y medición

Estudio:	7
Producto:	Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.
Operación:	Saneado y medición
Materiales:	Pieles, etiquetas.
Maquinas:	Medidora, etiquetadora.
Herramientas:	Caballote, cuchilla, baldes para recolección de desperdicios.

X1	Transporte del área de prensado a saneado
X2	Saneado de bandas
X3	Transporte de bandas al área de medición
X4	Configuración de la maquina
X5	Medición de bandas

ESTUDIO No 7																	
Operación:		Saneado y medición										Hoja:		7			
Material:		Wet Blue Serrano TSJ 1.4-1.6 incoloro A										Inicio:		8:00			
Producto:		Goya 1.4-1.6 Anilina Negro										Fin:		16:00			
Unidad de tiempos:		Minutos										TiempoEvaluado:		9 horas			
												Realizado por:		Valdés V.			
												Revisado por:					
No	Act.	Ciclos										T.T	△	V	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	X1	0,56	0,71	0,59	0,54	0,60	0,74	0,43	0,58	0,69	0,58	6,02	0,60	100	0,60	0,07	0,67
2	X2	45,54	46,10	45,71	48,28	45,13	46,62	45,87	46,87	48,78	45,41	464,31	46,43	100	46,43	5,57	52,00
3	X3	0,36	0,58	0,49	0,27	0,48	0,42	0,94	0,83	0,64	0,26	5,27	0,53	100	0,53	0,06	0,59
4	X4	0,20	0,41	0,29	0,41	0,16	0,29	0,28	0,41	0,39	0,24	3,08	0,31	100	0,31	0,04	0,34
5	X5	11,15	10,26	11,29	11,53	10,57	10,63	11,78	10,87	10,95	11,46	110,49	11,05	100	11,05	1,33	12,37
TIEMPO ESTANDAR DE CICLO																	65,99
Nota: T.T =Tiempo Total △= Promedio V= Valoración TN=Tiempo normal S=Suplemento TB= Tiempo Estándar																	

Cálculo de tiempos estándar para empaque y almacenamiento

Estudio: 8

Producto: Goya 1.4-1.6 Anilina Negro.

Operación: Empaque y almacenamiento

Materiales: Pieles, empaques, etiquetas.

Maquinas: Medidora

Herramientas: Caballete, pallets.

X1	Transporte al área de empaque
X2	Empaque de bandas
X3	Transporte de bandas
X4	Almacenamiento

ESTUDIO No 8																	
Operación:		Empaque y almacenamiento										Hoja:		8			
Material:		Wet Blue Serrano TSJ 1.4-1.6 incoloro A										Inicio:		8:00			
Producto:		Goya 1.4-1.6 Anilina Negro										Fin:		16:00			
												TiempoEvaluado:		9 horas			
Unidad de tiempos:		Minutos										Realizado por:		Valdés V.			
												Revisado por:					
No	Act.	Ciclos										T.T	Δ	V	TN	S	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	X1	0,25	0,24	0,26	0,45	0,33	0,38	0,24	0,18	0,22	0,15	2,70	0,27	100	0,27	0,03	0,30
2	X2	8,86	7,74	8,52	8,37	7,49	9,05	7,86	6,65	9,49	8,58	82,61	8,26	100	8,26	0,91	9,17
3	X3	3,33	3,69	4,07	3,43	2,79	3,49	2,41	3,65	3,01	3,25	33,12	3,31	100	3,31	0,36	3,68
4	X4	5,52	5,07	5,58	6,14	5,75	6,32	5,96	6,55	6,21	5,18	58,28	5,83	100	5,83	0,64	6,47
TIEMPO ESTANDAR DE CICLO																	19,6
Nota: T.T =Tiempo Total Δ= Promedio V= Valoración TN=Tiempo normal S=Suplemento TB= Tiempo Estándar																	

ANEXO 3 CALCULO DE VA, VAN Y PORCENTA DE FUNCIONAMIENTO

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Recepción de pieles en el área de Cross.	5,57	17,46	10,13	27,60	36,72
Formulación de químicos	6,14				
Transporte de químicos	10,13				
Preparación de formula	5,76				

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Transporte a cabina de pistolas	10,57	40,72	55,52	96,23	57,69
Preparación de la maquina	9,47				
Calibración de las válvulas	12,11				
Proceso cabina coloración 1	5,99				
Inspección de bandas pasada 1	5,43				
Transporte de materia prima al inicio	0,66				
Proceso cabina coloración 2	12,00				
Inspección de bandas pasada 2	5,73				
Transporte de materia prima al inicio	0,60				
Proceso cabina coloración 3	11,12				
Inspección de bandas pasada 3	5,43				
Transporte de materia prima al inicio	0,66				
Proceso cabina coloración 4	11,61				
Inspección de bandas pasada 4	4,88				

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
Transporte a cabina de pistolas	
Preparación de la maquina	9,47
Calibración de las válvulas	12,11
Proceso cabina coloración 1	5,99
Inspección de bandas pasada 1	
Transporte de materia prima al inicio	
Proceso cabina coloración 2	12,00
Inspección de bandas pasada 2	
Transporte de materia prima al inicio	
Proceso cabina coloración 3	11,12
Inspección de bandas pasada 3	
Transporte de materia prima al inicio	
Proceso cabina coloración 4	11,61
Inspección de bandas pasada 4	

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Transporte de materia prima al área de prensado	1,80	59,97	12,48	72,45	17,23
Espera por maquina no disponible	10,68				
Planchado en prensa	59,97				

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
Transporte de materia prima al área de prensado	
Espera por maquina no disponible	
Planchado en prensa	59,97

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Transporte a cabina de pistolas	1,40	14,90	17,30	32,20	53,72
Inicialización de la maquina	5,98				
Prueba e inspección banda	2,81				
Proceso cabina coloración 5	12,26				
Transporte de materia prima al inicio	0,74				
Proceso cabina coloración 6	2,65				
Inspección bandas final de coloración	6,37				

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
Transporte a cabina de pistolas	
Inicialización de la maquina	5,98
Prueba e inspección banda	
Proceso cabina coloración 5	12,26
Transporte de materia prima al inicio	
Proceso cabina coloración 6	2,65
Inspección bandas final de coloración	

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Transporte a cabina de pistolas	0,73	45,98	20,06	66,04	30,37
Limpieza de válvulas	13,35				
Carga laca	7,48				
Lacado de bandas pruebas	2,82				
Transporte de bandas de prueba	0,53				

Inspección bandas de prueba	1,61				
Lacado en cabina de pistolas 1	11,87				
Transporte de materia prima al inicio	0,50				
Lacado en cabina de pistolas 2	11,96				
Transporte de materia prima al inicio	0,54				
Lacado en cabina de pistolas 3	11,85				
Limpieza de válvulas	2,80				

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
Transporte a cabina de pistolas	
Limpieza de válvulas	13,35
Carga laca	7,48
Lacado de bandas pruebas	2,82
Transporte de bandas de prueba	
Inspección bandas de prueba	
Lacado en cabina de pistolas 1	11,87
Transporte de materia prima al inicio	
Lacado en cabina de pistolas 2	11,96
Transporte de materia prima al inicio	
Lacado en cabina de pistolas 3	11,85
Limpieza de válvulas	

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Transporte de materia prima al área de prensado	1,43	54,38	1,43	55,81	2,56
Planchado en prensa	54,38				

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
Transporte de materia prima al área de prensado	
Planchado en prensa	54,38

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Transporte del área de prensado a saneado	0,67	70,82	1,64	72,46	2,27
Saneado de bandas	57,20				
Transporte de bandas al área de medición	0,59				
Configuración de la maquina	0,38				
Medición de bandas	13,61				

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	
Transporte del área de prensado a saneado	
Saneado de bandas	
Transporte de bandas al área de medición	
Configuración de la maquina	0,38
Medición de bandas	13,61

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Transporte al área de empaque	0,30	10,09	10,45	20,53	50,87
Empaque de bandas	10,09				
Transporte de bandas	3,68				
Almacenamiento	6,47				

ANEXO 4 PLAN DE LIMPIEZA

Estandarización de limpieza TENERÍA SAN JOSÉ



Área	Problema	Recomendación	Procedimiento de limpieza	Elemento	Frecuencia	Responsable
Cross de servicio	Restos de materia prima	Evitar dejar restos de materia prima cuando se coloque una partida	Colocar la materia prima en el cross de servicio de manera adecuada	-	Semanal	Trabajador encargado de esta sección
Coloración	Restos de colorantes en los baldes	Lavar después de terminar el proceso	Botar los residuos de colorantes y lavar el balde	Agua	Diario	Trabajador encargado de esta sección
	Piso constantemente mojado o manchado con los colorantes o químicos		Barrer y limpiar el piso	Escoba Baldes Agua	Diario	Trabajador encargado de esta sección
Medición	Etiquetas o papel de empaque en desorden	Desechar al momento adecuado	Botar los desperdicios en el tacho adecuado	Tachos, recoger de forma manual	Diario	Trabajador encargado de esta sección
Saneado	Restos de cuero sobre la mesa de trabajo		Colocar los residuos en el tacho adecuado		Diario	Trabajador encargado de esta sección
Laboratorio 2	Frascos vacíos que no son desechados		Desechar los frascos vacíos		Semanal	Trabajador encargado de esta sección
Bodega	Restos de cuero sin ser medidos, saneados o empacados.		Sacarlos de la bodega y realiza la medición y empaque.		Semanal	Trabajador encargado de esta sección

ANEXO 5 ACCIONES TARJETAS ROJAS

N.º de tarjeta	Área / Sección	Objeto / Elemento	Fecha de Inicio	Acción correctiva	Responsable	Fecha final de acción
1	Acabados / Coloración y lacado	Baldes con fórmulas sobrantes	12/03/2021	Reubicar	Operadores de área coloración	16/03/2021
2	Acabados / Coloración y lacado	Materia Prima (bandas) en cola fuera de lugar	12/03/2021	Ordenar	Operadores de área coloración	16/03/2021
3	Acabados / Coloración y lacado	Baldes vacíos	12/03/2021	Reubicar	Operadores de área coloración	16/03/2021
4	Acabados / Coloración y lacado	Área sucia	12/03/2021	Limpiar	Operadores de área coloración	06/04/2021
5	Acabados / Coloración y lacado	Tanque de desechos	12/03/2021	Reubicar	Operadores de área coloración	16/03/2021
6	Acabados / Coloración y lacado	Baldes con fórmulas sobrantes	12/03/2021	Reubicar	Operadores de área coloración	16/03/2021
7	Acabados / Coloración y lacado	Materia Prima (químicos) fuera de lugar	12/03/2021	Ordenar	Operadores de área coloración	17/03/2021
8	Acabados / Coloración y lacado	Coches de transporte dañados	12/03/2021	Reparar	Operadores de área coloración	17/03/2021
9	Acabados / Planchado	Materia Prima (Papel transfer) en cola fuera de lugar	12/03/2021	Reubicar	Operador área planchado	16/03/2021
10	Acabados / Planchado	Cartón innecesario	12/03/2021	Eliminar	Operador área planchado	17/03/2021
11	Acabados / Planchado	Coche de transporte	12/03/2021	Ordenar	Operador área planchado	17/03/2021
12	Acabados / Planchado	Muestras	12/03/2021	Eliminar	Operador área planchado	16/03/2021
13	Acabados / Planchado	Botella plástica	12/03/2021	Eliminar	Operador área planchado	17/03/2021

14	Acabados / Planchado	Balde	12/03/2021	Reubicar	Operador área planchado	16/03/2021
15	Acabados / Planchado	Producto defectuoso	12/03/2021	Eliminar	Operador área planchado	17/03/2021
16	Acabados / Planchado	Trabajo en proceso	12/03/2021	Otros/ Estandarizar	Operador área planchado	20/04/2021
17	Acabados / Planificación producción	Documentos	12/03/2021	Ordenar	Jefe de área	18/03/2021
18	Acabados / Planificación producción	Ordenes de pedido	12/03/2021	Otros/ Estandarizar	Jefe de área	20/04/2021
19	Acabados / Planificación producción	Artículos personales	12/03/2021	Reubicar	Jefe de área	16/03/2021
20	Acabados / Planificación producción	Muestras fuera de lugar	12/03/2021	Reubicar	Jefe de área	16/03/2021
21	Acabados / Medición	Caja de muestras	13/03/2021	Reubicar	Operador área de medición y saneado	13/03/2021
22	Acabados / Medición	Caja de catálogos	13/03/2021	Reubicar	Operador área de medición y saneado	19/03/2021
23	Acabados / Medición	Caja de materia prima (rollos de etiquetas)	13/03/2021	Ordenar	Operador área de medición y saneado	17/03/2021
24	Acabados / Saneado	Desperdicios fuera de lugar	13/03/2021	Limpiar	Operador área de medición y saneado	06/04/2021
25	Acabados / Saneado	Tachos de desperdicios iguales	13/03/2021	Otros/ Estandarizar	Operador área de medición y saneado	30/03/2021
26	Acabados / Saneado	Productos terminados	13/03/2021	Reubicar	Operador área de medición y saneado	19/03/2021

27	Acabados / Saneado	Cartón	13/03/2021	Eliminar	Operador área de medición y saneado	17/03/2021
28	Acabados / Saneado	Sin lugar donde colocar los desechos	13/03/2021	Otros/ Estandarizar	Operador área de medición y saneado	30/03/2021
29	Acabados / Laboratorio 2	Baldes Vacíos	13/03/2021	Reubicar	Jefe de área	24/03/2021
30	Acabados / Laboratorio 2	Desechos	13/03/2021	Limpiar	Jefe de área	06/04/2021
31	Acabados / Laboratorio 2	Materia prima fuera de lugar	13/03/2021	Ordenar	Jefe de área	17/03/2021
32	Acabados / Laboratorio 2	Frascos con elementos innecesarios	13/03/2021	Eliminar	Jefe de área	06/04/2021
33	Acabados / Laboratorio 2	Baldes con fórmulas sobrantes	13/03/2021	Eliminar	Jefe de área	06/04/2021
34	Acabados / Pasillos	Coche de transporte en espacios de circulación	13/03/2021	Reubicar	Operadores todas las áreas	06/04/2021
<i>Responsable:</i>					<i>Firma:</i>	
<i>Observaciones:</i>						

ANEXO 6 EVALUACIÓN 5S IMPLEMENTADA

Evaluación				Orden				Limpieza			
Clasificar				N°	Preguntas	SI	NO	N°	Preguntas	SI	NO
N°	Preguntas	SI	NO	1	¿ Cuentan con un sitio adecuado para ubicar los objetos necesarios?	x		1	¿ Se encuentra el área de trabajo limpio ?	x	
1	¿ Los objetos considerados como necesarios en el área de trabajo se encuentran organizados?	x		2	¿Los lugares que se utilizan para almacenar los objetos que se encuentran debidamente	x		2	¿Se cuenta con los elementos de aseo necesarios? En buen estado	x	
2	¿La maquinaria y herramientas se encuentran en buen estado? Funcionando perfectamente	x		3	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento y lugares de trabajo?	x		3	¿El trabajador se encuentra limpio según la actividad que realiza?	x	
3	Los lugares de desplazamiento ¿ Se encuentran libres de obstáculos?	x		4	¿Existe la señalización en el piso con líneas marcadas que indiquen claramente los lugares por dónde se debe realizar el traslado?	x		4	¿Existe una metodología de trabajo enfocado a la limpieza?	x	
4	¿Se encuentran señalizados las condiciones inseguras dentro del trabajo?		x	5	¿Los elementos en las estanterías están ubicados según su frecuencia de uso? Es decir, entre mas frecuente mas cercano	x		5	¿Se dispone contenedores de basura en buen estado y debidamente ubicados ?	x	
5	¿Existe un plan de acción preventivo para eliminar los objetos obsoletos?		x	6	¿Existe una correcta iluminación en las áreas de trabajo?	x		6	¿Las medidas tomadas son suficientes para mantener el área de trabajo limpio?	x	
6	¿Los objetivos observados pertenecen al puesto de trabajo?	x		7	¿Utilizan registros u hojas de control para más herramientas utilizadas ?		x				
7	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?		x								
Total		4	3	Total		6	1	Total		6	0

Estandarización				Disciplina			
N°	Preguntas	SI	NO	N°	Preguntas	SI	NO
1	¿Existen herramientas de estandarización que permitan mantener el orden, la limpieza y la organización dentro de la empresa?	x		1	¿Realizan los informes diarios acerca de la producción?		x
2	¿Utilizan los equipos de protección personal adecuada?	x		2	¿Se realizan el control diario de limpieza y organización del puesto de trabajo?	x	
3	¿Las áreas de trabajo se encuentran señalizadas?		x	3	¿Están debidamente capacitados y motivados para llevar acabo las actividades de la empresa ?	x	
4	¿La ropa que utiliza el personal es la apropiada?	x		4	¿El puesto de trabajo se encuentra limpio al inicio y al final de la jornada laboral?	x	
5	¿Existen zona de descanso y de comida?	x					
6	¿Se generan regularmente ideas de mejora para los procesos de la empresa ?		x				
Total		4	2	Total		3	1

ANEXO 7 HOJA DE INSTRUCCIONES

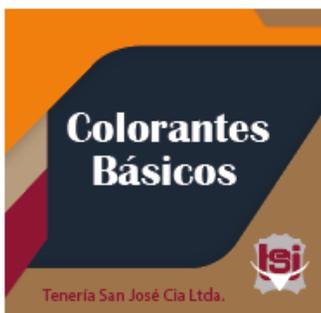
HOJA DE INSTRUCCIONES			
Elaboración Goya 1.4-1.6 Anilina Negro			
N.º	Descripción	Observaciones	Instrucciones
1	Recepción de pieles	Materia prima receptada de la planta 1	Verificar unidades recibidas
2	Formulación de químicos		Llenar hoja de formulación según unidades a procesar
3	Transporte de químicos	almacén exterior	ACTIVIDAD ELIMINADA
4	Preparación de formula	almacén exterior	Recurrir a información de formulación
5	Transporte a cabina de pistolas		ACTIVIDAD ELIMINADA
6	Preparación de maquina		inicialización de la maquina
7	Calibración de válvulas	Verificar la salida de formula	Carga de material y apertura de válvulas
8	Proceso cabina de pintura 1	2 operadores	Posición horizontal de las bandas
9	Inspección bandas pasada 1		ACTIVIDAD ELIMINADA
10	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura		Llevar coche transportador al siguiente proceso
11	Proceso cabina de pintura 2	2 operadores	Posición vertical de las bandas

12	Inspección bandas pasada 2		ACTIVIDAD ELIMINADA
13	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura		Llevar coche transportador al siguiente proceso
14	Proceso cabina de pintura 3	2 operadores	Posición horizontal de las bandas
15	Inspección bandas pasada 3		ACTIVIDAD ELIMINADA
16	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura		Llevar coche transportador al siguiente proceso
17	Proceso cabina de pintura 4	2 operadores	Posición vertical de las bandas
18	Inspección bandas pasada 4		Control del proceso en la última coloración
19	Transporte de materia prima área de prensa		Llevar coche transportador al siguiente proceso
20	Espera por maquina no disponible		ACTIVIDAD ELIMINADA
21	Planchado en prensa	Verificar temperatura	
22	Transporte de materia prima área de pintura		Llevar coche transportador al siguiente proceso
23	Inicialización de la maquina		
24	Prueba e inspección banda		
25	Proceso cabina de pintura 5	2 operadores	Posición horizontal de las bandas
26	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura		Llevar coche transportador al siguiente proceso
27	Proceso cabina de pintura 6	2 operadores	Posición vertical de las bandas

28	Inspección bandas final de coloración		
29	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura		Llevar coche transportador al siguiente proceso
30	Limpieza de válvulas		Vaciado de producto
31	Carga de laca		colocación de nuevo químico
32	Lacado de bandas de pruebas		
33	Transporte bandas de prueba		Llevar coche transportador al siguiente proceso
34	Inspección bandas de prueba		ACTIVIDAD ELIMINADA
35	Proceso cabina de pintura laca 1	Se recomienda agregar la inspección de bandas dentro del proceso	Posición horizontal de las bandas
36	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura		Llevar coche transportador al siguiente proceso
37	Proceso cabina de pintura laca 2	2 operadores	Posición vertical de las bandas
38	Transporte de materia prima a inicio cabina de pintura		Llevar coche transportador al siguiente proceso
39	Proceso cabina de pintura laca 3	2 operadores	Posición horizontal de las bandas
40	Limpieza de válvulas		Vaciado de producto
41	Transporte de área de pintura a área de prensado		Llevar coche transportador al siguiente proceso
42	Prensado	25 psi	verificación de presión

43	Transporte del área de prensado al área de saneado		Llevar coche transportador al siguiente proceso
44	Saneado de bandas	1 operador	observación y corte de fallas o daños en el producto terminado
45	Transporte de bandas al área de medición		Llevar coche transportador al siguiente proceso
46	Configuración de la maquina	Etiquetas en maquina	Encendido y configuración de maquina verificar el lote
47	Medición de bandas		Separar por lote de empaque
48	Transporte de bandas para empaque		Llevar coche transportador al siguiente proceso
49	Empaque de bandas	Papel de empaque / cinta adhesiva	colocación de bandas 1 posterior y las demás por el frente
50	Transporte a bodega de almacenamiento		Llevar coche transportador al siguiente proceso
51	Almacenamiento		Colocar en bodega

ANEXO 8 SEÑALÉTICA PROPUESTA



ANEXO 9 CÁLCULO DE VA, NVA PROPUESTA

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Recepción de pieles en el área de Cross.	5,57	17,46	0,00	17,46	0,00
Formulación de químicos	6,14				
Transporte de químicos	-				
Preparación de formula	5,76				

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Transporte a cabina de pistolas		40,72	28,37	69,08	41,06
Preparación de la maquina	9,47				
Calibración de las válvulas	12,11				
Proceso cabina coloración 1	5,99				
Inspección de bandas pasada 1					
Transporte de materia prima al inicio	0,66				
Proceso cabina coloración 2	12,00				
Inspección de bandas pasada 2					
Transporte de materia prima al inicio	0,60				
Proceso cabina coloración 3	11,12				
Inspección de bandas pasada 3					
Transporte de materia prima al inicio	0,66				
Proceso cabina coloración 4	11,61				
Inspección de bandas pasada 4	4,88				

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Transporte de materia prima al área de prensado	1,80	59,97	1,80	61,77	2,92
Espera por maquina no disponible					
Planchado en prensa	59,97				

Descripción		Tiempo de ciclo VA (min)	Tiempo de ciclo NVA (min)	Tiempo total del ciclo (min)	ECP
Transporte a cabina de pistolas	1,40	14,90	17,30	32,20	53,72
Inicialización de la maquina	5,98				
Prueba e inspección banda	2,81				
Proceso cabina coloración 5	12,26				
Transporte de materia prima al inicio	0,74				
Proceso cabina coloración 6	2,65				
Inspección bandas final de coloración	6,37				