



Disertación

Maestría en Ingeniería Mecánica – Producción Industrial

***Aplicación de los principios LEAN en la
producción de los asientos para autobuses.***

Juan Carlos Barrera León

Leiria, *julio* del 2018

Esta página fue intencionalmente anexada en blanco

Disertación

***Aplicación de los principios LEAN en la
producción de los asientos para autobuses.***

Juan Carlos Barrera León

Disertación de la Maestría realizada bajo la orientación de la Doctora María Alves y el Doctor Mário Pereira, Profesores de la Escuela Superior de Tecnología del Instituto Politécnico de Leiria y con la coordinación del Ingeniero Christian Mariño R., Profesor de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.

Leiria, julio del 2018

Esta página fue intencionalmente anexada en blanco

Dedicatoria

Tal vez suene poético dedicar este logro a un ángel y en cierta manera espero serlo pues no hay nadie en este mundo quien lo merezca más que a quien se lo dedico; la mujer más noble y bondadosa que en mi vida conoceré, a mi queridísima tía y madre Aída María León Jínez, que desde el cielo guarda e ilumina el oscuro camino por el cual transito, gracias a su bondad y sacrificio hoy alcanzo un logro más en mi vida académica y profesional, a ti te dedico este logro con todo el amor que mi alma pueda suplir. Gracias por velar por nuestros sueños, por ser el pilar y sustento de nuestra familia y hoy por hoy el sentimiento más cálido que mi pecho alberga.

A mi madre Alva del Rocío León Pérez, que dedica su vida entera a hacer de la mía más placentera, mujer amorosa a la que amo con todo mi corazón, y que es sin dudarle a mis ojos la mujer más abnegada a la hora de ser madre, mujer de temperamento que se muestra como una marea turbia, pero tiene el alma de una niña, así es ella una montaña rusa de sentimientos y expresiones, y por eso es divertida en su inocencia, este logro es gracias a ti.

A mi tía y madre Guadalupe de las Mercedes León, que a pesar de su edad es una mujer luchadora y trabajadora, que me ha demostrado que a pesar de cualquier obstáculo todo es posible por la fe y el amor a la familia, que el trabajo dignifica a la persona y que por el amor puedes ser capaz de entregar tu tiempo, tu fuerza y hasta tu vida. Quien me enseñó que el dolor solo puede vencerte cuando no tienes por quien luchar. Para ti es este logro mi hermosa ñaña.

Esta página fue intencionalmente anexada en blanco

Agradecimientos

A la empresa IMEISA, y en especial a sus propietarios (Familia Intriago), por facilitar el desarrollo del presente proyecto y darme la oportunidad de realizar el presente estudio en su empresa y aplicar mis conocimientos, por toda la buena voluntad que tuvieron los trabajadores de la empresa.

A mis orientadores, Doctora María Leopoldina Alves, el Doctor Mário Pereira y el Ingeniero Christian Mariño, por todo el tiempo que le dedicaron a este proyecto, ofreciéndome una gran ayuda para la consecución de mi proyecto, por sus acertados consejos, y su disponibilidad para cuando lo he necesitado.

A mis compañeros de la Maestría por su espíritu de camaradería y cooperación, por los momentos vividos a lo largo de estos dos años.

A mi familia por su apoyo incondicional para la consecución de este logro, su apoyo incondicional ha sido un alivio en los momentos más difíciles del camino.

A mi hermano que es también mi mejor amigo, mi confidente y mi compañero en la vida, gracias por siempre apoyarme, te quiero mucho flaquito.

A Dubraska Chacón, mujer como ninguna y a la que amo, gracias por su valioso aporte en la revisión de este documento y no permitir que mi mala ortografía desvalorice el trabajo que en el se presenta, además, agradezco y valoro su pasión, la cual no me ha permitido desfallecer en el camino, sus palabras de aliento y su amorosa compañía hicieron que no pierda de vista mi objetivo y pueda alcanzar mis metas.

A la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCT) y al Instituto de Fortalecimiento al Talento Humano (IFTH), por el financiamiento de la Maestría en Ingeniería Mecánica – Producción Industrial en el Instituto Politécnico de Leiria, Portugal.

Esta página fue intencionalmente anexada en blanco

Resumen

El desarrollo de este proyecto se enmarca en la implementación de las herramientas LEAN en la empresa IMEISA, enfocado en los procesos de fabricación de asientos para autobuses, con el propósito de analizar la situación actual de la empresa e implementar mejoras que puedan normalizar los procesos, obtener índices de limpieza y orden óptimos, disminuir los tiempos de producción y los costos de fabricación, mediante la utilización y evaluación de las herramientas VSM y 5S's.

El estudio está fundamentado en la gestión de producción LEAN y el desarrollo de la industria carrocera en el Ecuador, lo cual permitió tener una gran visión sobre la industria de la fabricación de asientos para autobuses y que debido a los retos que presenta la globalización y la tecnificación de cualquier industria en la actualidad, es necesario tener una adecuada gestión de la producción y establecer metodologías para mejorar los procesos.

Para ello fue necesario realizar un pre-diagnóstico de la empresa, así como una caracterización de los procesos, un análisis de la factibilidad de la aplicación de las herramientas LEAN en la empresa basado en sus necesidades y prioridades.

Se llevó a cabo la aplicación de la herramienta VSM, con la cual fue posible establecer el flujo de información y el flujo de materia prima a través de los procesos, y se pudo observar la posibilidad de mejoras con las cuales se estableció un incremento en la eficiencia del proceso de fabricación.

Se implementó las 5S's con lo cual fue posible crear políticas de desarrollo y hábitos de cambio en el personal, mejorando el orden y la limpieza de los puestos de trabajo, así como lograr normalizar los procesos.

Gracias a la implementación de estas herramientas se estableció posibles mejoras en los distintos procesos, con lo cual se pudo obtener eficiencias conceptuales de las posibles mejoras contrastadas con las actuales, de tal manera se estimó que el incremento de la eficiencia conceptual de la aplicación de mejoras es del 14% con respecto a la eficiencia actual del proceso de fabricación. Así también, se redujo el tiempo de fabricación en 24 minutos por asiento, y se optimizaron 9 procesos incrementando su eficiencia, así como el incremento del 70% de forma general en diferentes aspectos enfocados a las 5S's como la limpieza, el orden y la estandarización del área en donde fue aplicado.

Palabras clave: LEAN, 5S's, VSM, Fabricación, Asientos, Autobuses.

Esta página fue intencionalmente anexada en blanco

Abstract

This project is about of the implementation of LEAN tools in the IMEISA company, focused on the manufacturing processes of seats for buses, with the purpose of analyzing the current situation of the company and implementing improvements that can normalize the processes, obtain optimum cleaning and order rates, reduce production times and manufacturing costs, through the use and evaluation of the VSM and 5S's tools.

The study is based on the LEAN management and the development of the coachbuilding industry in Ecuador, which allowed to have a great vision on the manufacturing industry of seats for buses and due to the challenges presented by globalization and technification of any industry nowadays, it is necessary to have a proper management of the production and to establish methodologies to improve the processes.

For this, it was necessary to carry out a pre-diagnosis of the company, as well as a characterization of the processes, an analysis of the feasibility of applying the LEAN tools in the company based on their needs and priorities.

The application of the VSM tool was carried out, which was necessary to establish the flow of information and the flow of raw material through the processes, and it was possible to make improvements wich were necessary to increase efficiency.

The 5S's were implemented, it was possible to create development policies and habits of change in the personnel, improving the order and cleanliness of the work place, as well as achieving normalization of the processes.

Thanks to the implementation of these tools, possible improvements were established in the different processes, it was possible to obtain conceptual efficiencies of the possible improvements compared with the current ones in such a way that it was estimated that the increase in the conceptual efficiency of the application of improvements is of 14% with respect to the current efficiency of the manufacturing process. Likewise, the manufacturing time was reduced by 24 minutes per seat, and 9 processes were optimized, as well as the 70% increase in general in different aspects focused on the 5S's, such as cleanliness, order and standardization of the area where it was applied.

Keywords: LEAN, 5S's, VSM, Manufacturing, Seats, Buses.

Esta página fue intencionalmente anexada en blanco

Lista de figuras

Figura 1. Camión Toyota Modelo KC con especificaciones de ahorro de acero [6].	4
Figura 2. Casa del Sistema de Producción de Toyota [12].	6
Figura 3. Mejora continua basada en el ciclo PDCA [9].	11
Figura 4. Principios básicos de LEAN Management y sus correlaciones [23].	13
Figura 5. Símbolos utilizados en el mapeo de flujo de materiales [4].	25
Figura 6. Los pilares del TPM.	33
Figura 7. Esquema del sistema <i>Kanban</i> [4].	42
Figura 8. Dimensiones de asientos para pasajeros de autobuses urbanos [45].	46
Figura 9. Dimensiones para el asiento del conductor de un bus urbano [45].	47
Figura 10. Dimensiones de asiento para pasajero de autobuses interprovinciales [45].	48
Figura 11. Dimensiones del asiento para conductor de un autobús interprovincial [45].	49
Figura 12. Metodología de implementación LEAN [46].	52
Figura 13. Diagrama SIPOC para el asiento doble interprovincial, Parte 1	56
Figura 14. Diagrama SIPOC para el asiento doble interprovincial, Parte 2	57
Figura 15. Diagrama de Pareto de los productos de la empresa.	62
Figura 16. Diagrama actual de fabricación de un asiento duplo.	76
Figura 17. VSM actual de la empresa.	84
Figura 18. VSM a futuro de la empresa	85
Figura 19. VSM conceptual con mejoras.	86
Figura 20. Presentación: Herramientas LEAN: 5S.	89
Figura 21. Desarrollo de la socialización del proyecto a los empleados.	89

Figura 22. Organización del comité de la implementación 5S	90
Figura 23. Layout del área de Tapizado.	91
Figura 24. Aplicación de las tarjetas rojas.	96
Figura 25. Ubicación de las fichas rojas en el área de tapizado y esponjas.	96
Figura 26. Hoja de limpieza diaria del puesto No. 1	99
Figura 27. Diagrama de radar de la evolución de aspectos de las 5S's.	108
Figura 28. Índices generales del grado de impacto de la herramienta 5S's.	109

Esta página fue intencionalmente anexada en blanco

Lista de tablas

Tabla 1. Las 10 etapas de automatización (Jidoka) [4].	8
Tabla 2. Claves del Kaizen [4].	10
Tabla 3. Sobreproducción, características, causas y acciones LEAN para combatirla.....	17
Tabla 4. Tiempo de espera, características, causas y acciones LEAN para combatirla...	18
Tabla 5. Transporte, características, causas y acciones LEAN para combatirla.....	19
Tabla 6. Sobre procesos, características, causas y acciones LEAN para combatirla.....	20
Tabla 7. Inventario, características, causas y acciones LEAN para combatirla.	21
Tabla 8. Clasificación de las herramientas LEAN.....	23
Tabla 9. Hoja de datos de proceso	24
Tabla 10. Hoja de datos de procesos	25
Tabla 11. Aplicación y beneficios del principio <i>Seiri</i>	26
Tabla 12. Ejemplo de la tarjeta roja para la implementación de <i>Seiri</i> [32].....	27
Tabla 13. Lista de chequeo de elementos susceptibles de evaluación [32].	27
Tabla 14. Implementación y beneficios del principio <i>Seiton</i>	28
Tabla 15. Implementación y beneficios del principio <i>Seiso</i>	29
Tabla 16. Implementación y beneficios del principio <i>Seiketsu</i>	30
Tabla 17. Implementación y beneficios del principio <i>Shitsuke</i>	31
Tabla 18. Áreas de control visual	35
Tabla 19. Áreas de normalización.....	37
Tabla 20. Test de chequeo SMED [32].....	40
Tabla 21. Ejemplo de tarjeta <i>kanban</i> [8].	43

Tabla 22. Volumen de producción de la empresa.	58
Tabla 23. Checklist LEAN - IMEISA.....	58
Tabla 24. Estudio Producto-Proceso	61
Tabla 25. Clasificación de los productos de la empresa.	61
Tabla 26. Metodología de costos ABC	62
Tabla 27. Guía para determinar el número de ciclos a observar en un estudio [47].	78
Tabla 28. Número de ciclos de observación por tarea.	78
Tabla 29. Tabla explicativa de elementos.....	79
Tabla 30. Observaciones de tiempo para la fabricación del cojín.	80
Tabla 31. Hoja de cálculo del tiempo de ciclo y tiempo estándar.	81
Tabla 32. Hoja de suplementos para el cálculo del tiempo estándar.....	82
Tabla 33. Tiempo estándar de las operaciones.....	83
Tabla 34. Tabulación de las respuestas de la encuesta.	88
Tabla 35. Condiciones previas del área a intervenir con la metodología 5S.	92
Tabla 36. Cronograma de implementación de las 5S's.....	93
Tabla 37. Cronograma de implementación SEIRI & SEITON.	94
Tabla 38. Calendario de revisión anual de las 5S's.....	95
Tabla 39. Ficha de control de las tarjetas rojas.	97
Tabla 40. Orden de limpieza al final de turno.	98
Tabla 41. Estándares de orden y limpieza.....	100
Tabla 42. Auditorías de la implementación de las 5S's al seleccionar y ordenar.....	101
Tabla 43. Auditoría de la implementación de las 5S's, al limpiar y estandarizar.	102
Tabla 44. Área de trabajo después de la implementación 5S's	103

Tabla 45. Incremento de la eficiencia en los procesos.....	107
Tabla 46. Resultados de las auditorías sobre índices 5S's.....	108
Tabla 47. Antes y después de la implementación de las 5S's.	110

Esta página fue intencionalmente anexada en blanco

Lista de siglas

LEAN	Manufactura ajustada o esbelta
JIT	Just in time (Justo a tiempo)
TPS	Toyota Manufacturing System (Sistema de producción Toyota)
PDCA	Plan Do Check Act (Planear, Hacer, Verificar, Actuar)
VSM	Value Stream Mapping (Mapeo de flujo de valor)
TPM	Total Procutive Mantence (Mantenimiento productivo total)
SMED	Single Minute Exchange to Die (Cambio rápido de herramientas)
FIFO	Fisrt In Firt Out (Primer producto que entra primer producto que sale)
RCM	Reliability Center Mantence (Mantenimiento centrado en la fiabilidad)
SPC	Control estadístico de proceso
IED	Operaciones internas
OED	Operaciones externas
INEN	Servicio Ecuatoriano de normalización
NTE	Norma técnica ecuatoriana
SIPOC	Supplier Inputs Process Outputs Customers (Proveedores, entradas, procesos, salidas, clientes)
5S	Sistema de organización del puesto de trabajo

Esta página fue intencionalmente anexada en blanco

Índice

I. Introducción	1
1.1. Encuadramiento del trabajo	1
1.2. Objetivos.....	1
1.2.1. Objetivo general	1
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Estructura del estudio	2
II. Estado del Arte	3
2.1. Contextualización histórica de la producción esbelta LEAN.....	3
2.2. Sistema de producción Total Toyota TPS.....	5
2.2.1. Just-in-Time – JIT.....	6
2.2.2. Jidoka	7
2.2.3. Heijunka.....	8
2.2.4. Kaizen.....	9
2.3. Definición de LEAN Management.....	11
2.4. Los principios del LEAN Management	12
2.4.1. Valor.....	13
2.4.2. Flujo de valor.....	13
2.4.3. Flujo continuo de actividades.....	14
2.4.4. Atracción (<i>Pull</i>)	15
2.4.5. Mejora continua - Perfección	15

2.5. Muda (Despilfarro).....	16
2.5.1. Los siete desperdicios.....	16
2.6. Herramientas LEAN Management.....	22
2.6.1. Mapeo del flujo de valor [VSM].....	23
2.6.2. Organización del puesto de trabajo [5S]	26
2.6.3. Mantenimiento productivo total [TPM]	31
2.6.4. <i>Poka-Yoke</i> (A prueba de errores).....	33
2.6.5. Control visual.....	34
2.6.6. Trabajo estandarizado	36
2.6.7. SMED (Cambio rápido de herramienta)	38
2.6.8. Reducción de la dimensión del lote (<i>One piece flow</i>)	41
2.6.9. Kanban	41
2.7. Industria carrocera en el Ecuador.....	43
2.7.1. Autopartes	44
2.7.2. Asientos para autobuses	44
III. Caso de estudio	50
3.1. Caracterización del caso de estudio.....	50
3.1.1. Presentación de la empresa	50
3.2. Metodología utilizada	51
3.2.1. Descripción de la metodología de estudio	51
3.2.2. Aplicación de la metodología VSM.....	53

3.2.3. Aplicación de la metodología 5S	54
IV. Análisis de Resultados	55
4.1. Pre-Diagnóstico	55
4.1.1. Caracterización de los procesos SIPOC	55
4.1.2. Determinación del volumen de producción	58
4.1.3. Aplicabilidad de las herramientas LEAN	58
4.2. Implementación de la metodología VSM.....	60
4.2.1. Discriminación del producto	60
4.2.2. Levantamiento de tiempos de los procesos	63
4.2.3. VSM actual de la empresa y VSM a futuro	83
4.3. Implementación de la metodología 5S's.....	88
4.3.1. Diagnóstico de la aplicabilidad de las 5S	88
4.3.2. Socialización del proyecto al personal	89
4.3.3. Determinación del área piloto de aplicación.....	90
4.3.4. Levantamiento de información del estado actual del área	92
4.3.5. Cronograma de implementación del programa 5S	92
4.3.6. Implementación del primer censo, Seiri	96
4.3.7. Implementación del segundo censo, Seiton.....	98
4.3.8. Implementación del tercer censo, Seiso	99
4.3.9. Implementación del cuarto censo, Seiketsu.....	100
4.3.10. Implementación del quinto censo, Shitsuke	100

V. Resultados	104
5.1. Resultados del VSM.....	104
5.1.1. Incremento de la eficiencia total del proceso de fabricación	104
5.1.2. Incremento de la eficiencia de acuerdo con cada proceso.....	104
5.2. Resultados 5S's.....	107
VI. Conclusiones.....	111
VII. Bibliografía.....	113
VIII. Anexos	117

I. Introducción

1.1. Encuadramiento del trabajo

El presente estudio es realizado en base a la necesidad de estudiar y proponer mejoras en el sistema productivo de la empresa de producción de asientos para autobuses IMEISA, con el objetivo de reducir los tiempos de producción, disminuir los desperdicios en la fabricación de los asientos y cambiar la mentalidad de los trabajadores para mantener buenas prácticas laborales y una mejora continua, mejorar la calidad de los productos y satisfacer las necesidades del cliente de la mejor manera [1].

La globalización es un fenómeno que comprende un proceso de creciente internacionalización o mundialización del capital financiero, industrial y comercial, que marcará profundamente el futuro económico de la industria, y que afectará a los países en desarrollo de una manera decisiva, la misma que ha creado desafíos para empresas.

Así también, el desarrollo de la tecnología ha beneficiado a las empresas con nuevas formas de producción, manejo de la información y comercialización de sus productos, de tal manera que las empresas han tenido que verse obligadas a mudar su forma de trabajar para mantener su competitividad, mejorar sus productos y por ende se han creado nuevos paradigmas y dogmas de producción que deben ser adoptadas para maximizar su superávit.

Uno de estos paradigmas es la gestión de la producción *LEAN Management* (Producción ajustada) misma metodología que ha empezado a tener especial relevancia en la industria de producción, debido a que se enfoca en la simplicidad y en el desperdicio de los recursos en actividades que no añaden valor para el cliente y el mayor aprovechamiento de la experiencia e inteligencia del personal a través de la polivalencia y de la mejora continua [2].

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Implementar los principios de manufactura esbelta LEAN en el sistema de producción de la empresa IMEISA para mejorar el proceso productivo de la fabricación de asientos para autobuses.

1.2.2. Objetivos específicos

Para atender al objetivo general de este trabajo serán desarrollados los siguientes objetivos específicos:

Realizar un diagnóstico de la empresa y su capacidad de implementación de las herramientas LEAN, así como diseñar estrategias y propuestas que incrementen la eficiencia de los procesos basados en los principios LEAN.

Implementar la herramienta VSM para determinar las posibles mejoras en los procesos productivos de la empresa e identificar los principales problemas en el flujo de valor en el proceso de fabricación de un asiento.

Implementar el programa 5S en un área específica de la empresa y establecer protocolos que permitan mejorar el orden, la limpieza y la estandarización.

Evaluar el impacto que tiene la implementación LEAN en la empresa.

1.3. Estructura del estudio

El presente trabajo está estructurado en seis capítulos, que permiten tener un desarrollo integral del estudio y ofrece una adecuada comprensión del tema a ser tratado.

El primer capítulo es un capítulo introductorio, mismo que aborda el encuadramiento de los objetivos del estudio y la estructura de este, el segundo capítulo enmarca la teoría que hace referencia a la metodología de la gestión LEAN, así como su origen, definición, principios y su filosofía. El tercer capítulo aborda la metodología utilizada para el desarrollo del presente proyecto, y el cuarto capítulo hace referencia al análisis de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las herramientas LEAN en la producción de asientos para autobuses, el quinto capítulo describe el producto obtenido, el sexto capítulo enmarca las conclusiones obtenidas a partir del estudio, el séptimo capítulo enlista las fuentes bibliográficas consultadas para la realización del proyecto y el octavo capítulo presenta los anexos útiles para el entendimiento del desarrollo del proyecto.

II. Estado del Arte

Este capítulo abarca los hitos más relevantes en la industria, la concepción del *LEAN Management*, y su consolidación, así como sus principios, fundamentos y las herramientas aplicables a la industria de la producción de asientos.

2.1. Contextualización histórica de la producción esbelta LEAN

En 1894, Sakichi Toyada, visionario e inventor, inició la fabricación de telares manuales, los cuales requerían mucho trabajo, y sirvieron de base para que realizara experimentos que generaron la base del *Toyota Way*, el *genchi genbutsu* (Ir/Observar/Entender). Más tarde fundó la compañía *Toyada Automatic Loom Works*, empresa que aún forma parte del corporativo *Toyota*, en donde uno de sus inventos fue un mecanismo especial que detenía de manera automática el telar cuando un hilo se trozaba, mismo que se convirtió en uno de los pilares fundamentales del sistema de producción *Toyota*, llamado *Jidoka* (Automatización con toque humano) [3].

Después de vender la patente de la máquina a la compañía inglesa *Platt Brothers* [4], en 1930 [3] *Toyada Automatic Loom Works* creó una nueva división dedicada a la producción de automóviles bajo la dirección del hijo del fundador, Kiichiro Toyoda. *Toyota Motor Co.* fue establecida como una empresa independiente en 1937 [5], Kirichi construyó *Toyota* con la misma filosofía de su padre, agregándole innovaciones como la técnica *Just in time JIT* siendo influido por Ford, también introdujo a la empresa el sistema de supermercados para abastecer las estanterías en el tiempo justo, conforme a la utilización de insumos por los empleados en la línea de producción, creando las bases del *kanban* [3].

Durante la Segunda Guerra Mundial la compañía se enfrentó a la escasez de acero y la utilización de acero de baja calidad, por lo cual la empresa invirtió en investigación de materiales que ayudó a mejorar la calidad de sus vehículos, durante este tiempo la compañía se dedicó a fabricar camiones para el Ejército Imperial Japonés, entre los cuales tenemos los modelos KB [5] y KC, (ver figura 1).

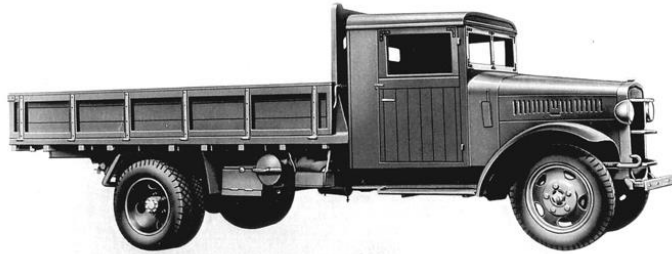


Figura 1. Camión Toyota Modelo KC con especificaciones de ahorro de acero [6].

El 14 de agosto de 1945, la Toyota Motor Co., Ltd. Planta Koromo fue alcanzado por un ataque aéreo y una cuarta parte de la planta fue destruida. Al día siguiente, 15 de agosto, mientras se estaban realizando esfuerzos para reparar los daños causados por el bombardeo, fue transmitido un anuncio del fin de la guerra por parte del emperador. Toyota toma la decisión de dedicarse a producir camiones Modelo KC a las especificaciones normales que se utilizarían como herramientas para la reconstrucción de Japón [7].

Esta firma, al igual que el resto de las empresas japonesas, se enfrentó, después de la segunda guerra mundial, al reto de reconstruir una industria competitiva en un escenario de post-guerra. Los japoneses se concienciaron de la precariedad de su posición en el escenario económico mundial, pues, desprovistos de materias primas, sólo podían contar con ellos mismos para sobrevivir y desarrollarse [4].

La compañía empezó a estudiar los métodos de producción de Estados Unidos, con especial atención a las prácticas productivas de Ford, al control estadístico de procesos desarrollado por W. Shewart, a las técnicas de calidad de Edwards Deming y Joseph Moses Juran, junto con las desarrolladas por la propia compañía y su ingeniero Kaoru Ishikawa [4].

Debido a las dificultades por las cuales atravesaba la empresa, dos jóvenes ingenieros, Eiji Toyoda (sobrino de Kiichiro) y Taiicho Ohno, al que se le considera el padre del *Lean Manufacturing*, visitaron las empresas automovilísticas americanas donde observaron que el sistema rígido americano no era aplicable a Japón y que al futuro sería necesario construir automóviles pequeños y modelos variados a bajo costo. Concluyeron que esto solo sería posible aprovechando las capacidades humanas, suprimiendo los *stocks* y toda una serie de despilfarros [4], así encontraron varias áreas de oportunidad dentro de los procesos con lo cual tomaron la decisión de mejorar los

procesos de manufactura de la compañía hasta tener un productividad igual a la de Ford según los paradigmas de la producción de aquellos días [3].

A partir de estas reflexiones, Ohno estableció las bases del nuevo sistema de gestión *Just in Time*, también conocido como TPS (*Toyota Manufacturing System*) [4] donde los objetivos del TPS eran producir lotes pequeños con altos estándares de calidad [8]. Además, tomaron la idea de Ford del flujo continuo de los materiales entre procesos para desarrollar un sistema de flujo de una pieza entre estaciones, mismo que les permitiría ser flexibles para cambiar la estructura de producción conforme a la demanda del consumidor y ser eficientes al mismo tiempo [3].

Toyota también tomó las enseñanzas del pionero americano de la calidad W. Edwards Deming, quien alentó a los japoneses a que adopten el sistema de resolución de problemas que más tarde se convertiría en el Ciclo de Deming como piedra angular del mejoramiento continuo. El término japonés para mejoramiento continuo con base en la generación e implementación de ideas es *Kaizen*, mismo que es una filosofía completa que lucha por la perfección [3].

Para los años setenta, el sistema de producción de Toyota era una filosofía muy poderosa que todo negocio debería tener. En 1973, se tuvo la primera crisis petrolera en donde Toyota despuntaba de las demás compañías, lo cual fue visto por el gobierno japonés, quienes trataron de copiar el sistema de Toyota para pasarlo a las demás compañías. No fue hasta 1990 cuando el término “producción esbelta” fue inventado, dentro del libro *The Machine That Changed The World* (La máquina que cambió el mundo) [3].

La validez de los principios y fundamentos *LEAN Management* ha sido comprobada debido al éxito obtenido por la compañía, ya que en el 2007 la compañía llegó a ocupar el primer lugar en la clasificación de las mejores empresas del sector automotriz, destronando al gigante *General Motors*, el mismo que había permanecido desde 1930 en el primer lugar de esta clasificación [9].

2.2. Sistema de producción Total Toyota TPS

El sistema de producción de Toyota es un método viable para fabricar productos para producir el objetivo final de ganancia. Para lograr este propósito, el objetivo principal del sistema de producción de Toyota es la reducción de costos o la mejora de la productividad. La reducción de costos y la mejora de la productividad se logran a través de la eliminación de varios desechos como el inventario excesivo y la fuerza de trabajo excesiva basándose en los principios de TPS [10], los cuales son

universales para cualquier organización, función comercial o industria. El pensamiento de base representa las reglas que la organización elige al tomar decisiones. Si cada persona comparte las mismas reglas, las decisiones se tomarán de manera consistente en alineación con las metas y objetivos de la compañía. Es importante destacar que Ohno estaba más preocupado por la enseñanza del sistema de TPS (la casa) (ver figura 2) en lugar de las características (como las herramientas) que son específicas de muchas maneras para Toyota [11].

Taiichi Ohno, el creador de TPS, ilustró los principios de la compañía usando una casa, conocida hoy como la Casa Toyota. La casa se construye utilizando los cuatro principios más básicos de la compañía: *heijunka*, *just in time*, *jidoka* y *kaizen*.

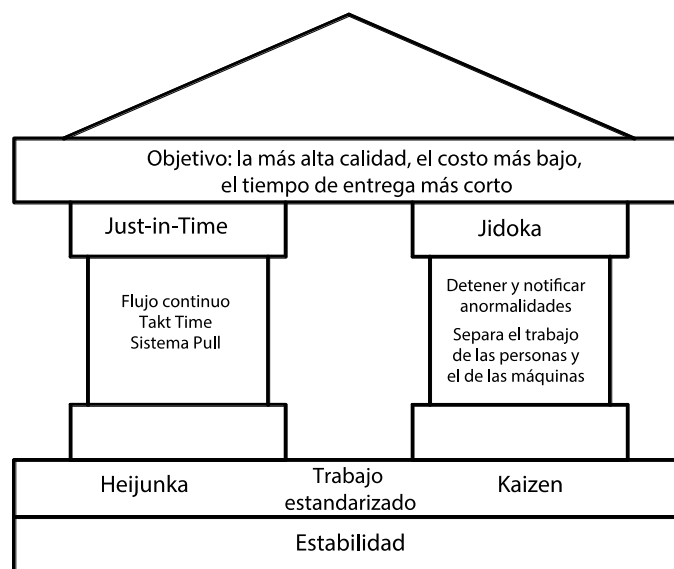


Figura 2. Casa del Sistema de Producción de Toyota [12].

2.2.1. Just-in-Time – JIT

Para Taiichi Ohno, el concepto de *just in time* (*JIT*) surgió de la idea de Kiichiro Toyoda en el contexto de la industria automotriz, donde surgió la idea que sugiere tener todas las piezas al lado de las líneas de montaje en el momento exacto de su utilización [9].

El método *just in time (JIT)* es una filosofía de gestión [13] que consiste fundamentalmente en producir los elementos necesarios en las cantidades necesarias y en el momento necesario [14] que tiene como objetivos:

- Recibir los suministros justo a tiempo que serán empleados.
- Producir piezas justo a tiempo para armarlas en sub ensambles.
- Producir sub ensambles justo a tiempo para armarlos y obtener los productos terminados.
- Producir y entregar los productos terminados justo a tiempo para venderlos.

El sistema justo a tiempo es un sistema de tracción, cuando las piezas se producen a la orden, y la producción se hace coincidir con la demanda de los ensambles o productos terminados. No hay material acumulado, y la cantidad ideal de producción es uno (cero inventarios, producción sin existencias, calendarización con la demanda). Además, las piezas son inspeccionadas por el trabajador a medida que se manufacturan, y se usan después de un tiempo corto. De este modo, el trabajador contiene el control continuo sobre la producción e identifica de inmediato las piezas defectuosas; además reduce la variación del proceso necesaria para producir piezas de alta calidad [15].

2.2.2. Jidoka

Jidoka es la creación de Sakachi Toyoda, el fundador del Grupo de empresas Toyota, a finales de la última década del siglo XIX y principios del siguiente. Ha sido difícil traducir el término *Jidoka*; las traducciones han sido: «automatización», «*built in quality*», «el principio de la calidad», «respeto por el sistema humano», «automatización con el toque humano». En realidad, no existía ni siquiera en japonés un término que describiese adecuadamente tales conceptos. Así, *Jidoka* es un término acuñado incluso en japonés. Como se podrá observar por las traducciones citadas, *Jidoka* incorpora una gama de conceptos [16].

Fundamentalmente la definición más aceptada de *Jidoka* es la automatización con un toque humano que incluye mecanismos para detectar defectos, segregarlos y detener la línea para atacar las causas de éstos [17], permitiendo tener calidad en cada uno de los procesos de la corriente de valor [18]. Esta técnica provee a las máquinas la capacidad de detectar errores, de tal manera el objetivo radica en que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, de forma que, si existe una anomalía durante el proceso, este se detenga ya sea automática o de forma manual, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso. La siguiente tabla muestra el esquema de los pasos progresivos

y técnicas concretas que se pueden ir aplicando para alcanzar una automatización completa en las máquinas [4].

Tabla 1. Las 10 etapas de automatización (Jidoka) [4].

FASE	DESCRIPCIÓN	CARGA HOMBRE/MÁQ.	
1	Autoformación del proceso Transferir esfuerzo de operario en esfuerzo de la máquina. Ejemplo: Atornillado automático.	Operaciones simultáneas Operario/máq.	
2	Autonomación de sujetar Sustitución de apriete manual por sistemas accionados mecánicamente. El operario solo carga lo útil.		
3	Autonomación de alimentación Alimentación automática. El operario solo interviene para parar la alimentación en caso de errores.		
4	Autonomación de paradas El sistema de alimentación detiene correctamente la máquina al final del proceso. El operario puede abandonar el proceso o máquina.	Tareas de operario	
5	Autonomación de retornos Finalizado y parado el proceso correctamente, el sistema retorna a situación de inicio sin ayuda del operario.		
6	Autonomación al retirar piezas Finalizado el proceso y retomo, la pieza es retirada automáticamente de forma que la siguiente pieza puede ser cargada sin necesidad de manipular la anterior.		
7	Mecanismos anti error (Poka-Yoke) Para prevenir transferencia de piezas defectuosas al proceso siguiente se instalan dispositivos para detectar errores, parar la producción y alertar al operario.		
8	Autonomación de carga La pieza es cargada sin necesidad de operario. El proceso debe tener capacidad de detectar problemas y parar la operación.		Tareas de máquina
9	Autonomación de inicio Completados los pasos anteriores la máquina debe empezar a procesar piezas de forma autónoma. Se deben prever problemas de seguridad y calidad.		
10	Autonomación de transferencia Se enlazan operaciones mediante sistemas de transferencia que eviten la intervención del operario.		

2.2.3. Heijunka

Heijunka significa nivelación o alisamiento de la producción [19] es un sofisticado método de planeación y nivelación de la demanda del cliente a través del volumen y la variedad a lo largo del turno o del día [3]. Esta técnica busca equilibrar las líneas de producción para flexibilizar el sistema

productivo, permitiendo una mezcla de productos que satisfacen las variantes requeridas por el cliente [19] evitando los picos y valles en el cronograma de producción [20].

Heijunka es el secreto mejor guardado de todas las herramientas del Sistema de producción de Toyota y es el más difícil de entender. Heijunka es el principio y el final de su sistema de producción de extracción. Heijunka establece el ritmo de flujo en la producción y la retirada del producto. El ritmo de producción y retiro es igual al ritmo de las ventas. Toyota desarrolló este método de programar una actividad de plantas para suavizar la demanda desigual de variedad y volumen de vehículos con el fin de crear una producción de modelos mixtos [21] .

La técnica *Heijunka* busca poder producir pieza a pieza (*One piece flow*) donde cada producto pasa de una estación de trabajo a la siguiente en el mismo momento en que se termina de procesar, sin tener que esperar a la formación de un lote. Se busca que la producción fluya de forma continua y de forma rápida por cada una de las operaciones del proceso, tratando de evitar acumulaciones entre máquinas y eliminando el trabajo en progreso o inventarios intermedios [19].

Para la aplicación del Heijunka existen una serie de técnicas que, integradas en su conjunto, permiten obtener un sistema avanzado de producción con flujo constante, ritmo determinado y trabajo estandarizado, lo que proporciona unas ventajas muy significativas desde el punto de vista de la optimización de mano de obra, minimización de inventarios y tiempos de respuesta al cliente [4]. Estas técnicas son:

- Usar células de trabajo.
- Flujo continuo pieza a pieza.
- Producir respecto al *Takt time* (tiempo de ritmo).
- Nivelar el mix y el volumen de producción.

2.2.4. Kaizen

La palabra *Kaizen* proviene de dos ideogramas japoneses: “*Kaf*” que significa cambio y “*Zen*” que quiere decir para mejorar. *Kaizen* representa “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo y progresivo” [19]. Esta filosofía de mejora continua enfatiza la importancia de involucrar a los empleados en todos los niveles de la organización [22].

Kaizen tiene la intención de integrarse en las actividades cotidianas normales con el objetivo de eliminar el desperdicio, crear estándares y tener un lugar de trabajo limpio y organizado. Las mejoras hechas a través de *Kaizen* son generalmente pequeñas y sutiles; sin embargo, sus resultados a lo largo del tiempo pueden ser grandes y duraderos [22].

Kaizen enseña a trabajar en grupos pequeños, a solucionar problemas, documentar y mejorar procesos, recolectando y analizando datos utilizando herramientas como diagramas de Pareto, diagramas de causa y efecto, plantillas de inspección, diagramas de dispersión, diagramas de flujo, histogramas, y gráficas de control[3].

Kaizen requiere una dedicación sustancial de tiempo y esfuerzo por parte de la administración, ya que para la filosofía *Kaizen*, invertir significa invertir en las personas, en tanto la innovación está orientada a la tecnología y el dinero [3], no obstante, el pensamiento *Kaizen* presenta inconvenientes y dificultades que, en la mayoría de los casos, tienen que ver con el cambio de mentalidad del personal por miedo al cambio [4].

Ante estas consideraciones, es lógico concluir que la mejora continua es el pilar básico del éxito del modelo creado por Toyota y es un factor fundamental a la hora de conseguir que los beneficios de implantación sean persistentes en el tiempo [4].

Tabla 2. Claves del Kaizen [4].

LOS 10 PUNTOS CLAVE DEL ESPÍRITU KAIZEN	
1.	Abandonar las ideas fijas, rechazar el estado actual de las cosas.
2.	En lugar de explicar lo que no se puede hacer, reflexionar sobre cómo hacerlo.
3.	Realizar inmediatamente las buenas propuestas de mejora.
4.	No buscar la perfección, ganar el 60% desde ahora.
5.	Corregir un error inmediatamente.
6.	Encontrar las ideas en la dificultad.
7.	Buscar la causa real, plantearse los 5 porqués y buscar la solución.
8.	Tener en cuenta las ideas de diez personas en lugar de esperar la idea genial de una sola.
9.	Probar y después validar.
10.	La mejora es infinita.

La metodología *Kaizen* pretende obtener mejoras continuas y atender los siguientes objetivos:

- Elaborar una línea de flujo capaz de producir de acuerdo con el *Takt Time*.
- Elaborar una línea lo suficientemente flexible para absorber los desvíos del *Takt Time*.
- Eliminar los factores que perjudiquen el ritmo de los procesos.
- Desarrollar procedimientos que puedan ser incorporados al trabajo estandarizado.
- Minimizar el número de operadores en las líneas de producción.

El proceso de implementación *Kaizen* está apoyado en un ciclo de mejora continua PDCA, este ciclo es repetido hasta que llegar a la perfección, representado en la siguiente figura [9].

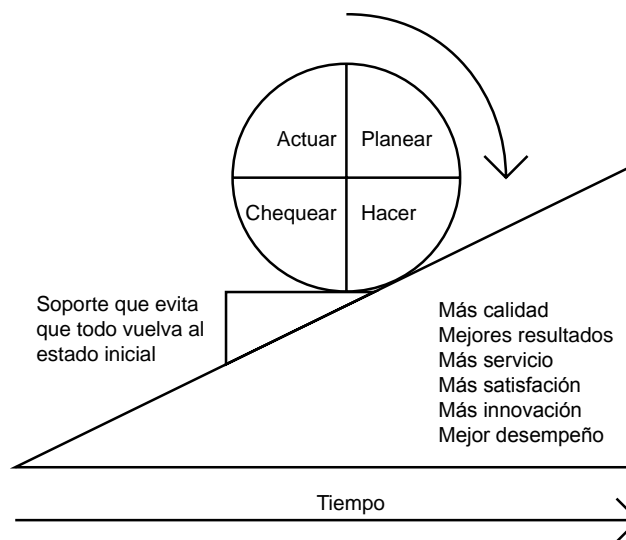


Figura 3. Mejora continua basada en el ciclo PDCA [9].

2.3. Definición de LEAN Management

El *Lean management* es un enfoque de gestión de los procesos, basado en llevar a cabo aquello y sólo aquello que es preciso para entregar al cliente lo que desea exactamente, en la cantidad que desea y justo cuando lo desea. Con dicho método se obtienen productos y servicios con rapidez y a bajo coste, ya que se evita llevar a cabo ninguna actividad innecesaria, a todo lo largo del «flujo de valor» de tales productos y servicios (es decir, comprendiendo todo el flujo de actividades, desde que se planifica y diseña el producto, pasando por las operaciones de producción, hasta que lo disfruta el cliente) [23]. El término LEAN se popularizó en la década de los 80's gracias a las publicaciones asociadas a este, que masificaron su conocimiento, en especial el libro "*The Machine That Changed the World*" [24].

Para alcanzar los objetivos LEAN, la implementación del *LEAN management* se basa en dos elementos fundamentales:

- La eliminación de los desperdicios, es decir, las actividades innecesarias. Lo que quiere decir que, cualquier actividad que no sea valorada por el cliente final, es un despilfarro y hay que evitarlo [23].
- Un nivel importante de flexibilidad, para producir el producto o servicio requerido por el cliente, en la cantidad pretendida y en el momento requerido [23].

Su objetivo final es el de generar una nueva cultura de mejora, basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello, es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica [4].

En el desarrollo de su implementación es necesario respetar sus principios y aplicar varias herramientas, tales como: *Value Stream Mapping* (VSM); 5S; *Total Productive Maintenance* (TPM); *Kanban*; *Single Minute Exchange Die* (SMED); *Poka-Yoke*; Células de producción, entre otras herramientas. Es necesario aclarar que el éxito de la aplicación del *LEAN Management* no solo dependerá de las herramientas que se utilicen en los procesos, sino también de las personas que están involucradas para que estas puedan solucionar problemas y para establecer una cultura permanente de mejora continua [9].

2.4. Los principios del LEAN Management

Los principios del LEAN son cinco, los cuales se correlacionan entre sí; dichos principios están fundamentados en la eliminación de los desperdicios y en lograr flexibilidad [23] así como en la satisfacción del cliente como un todo, y están representados en la siguiente figura:

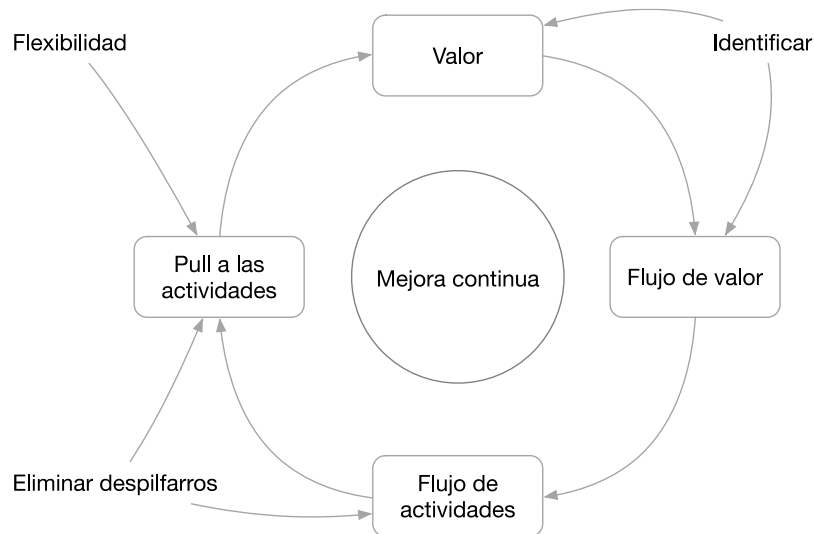


Figura 4. Principios básicos de LEAN Management y sus correlaciones [23]

2.4.1. Valor

El valor es el punto de partida en el pensamiento LEAN y es uno de sus pilares fundamentales. El valor solo puede ser definido por el cliente. Y solamente es significativo, cuando se expresa en términos de un producto específico (un bien o servicio, y a menudo ambos a la vez) [25], que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado [9].

El productor es quien crea el valor desde el punto de vista del consumidor [25], no obstante el producto es muy difícil de definir correctamente, debido a que el valor se encuentra condicionado a varios factores como la experiencia, la tecnología, tendencias de mercado, la cultura empresarial entre otros factores, mismos factores que le confieren su valor [23]

Cuando una empresa desarrolla un producto y lo consolida, la misma busca que los clientes específicos compren su producto a un precio determinado que es establecido por la misma empresa, aumentando el rendimiento y la calidad de sus productos, mientras se busca disminuir los costos operativos de producción [25].

2.4.2. Flujo de valor

Para llegar al producto se debe hacer una transformación de las materias primas o recursos hasta el producto terminado. Esta transformación se produce por fases según el flujo, en este contexto el segundo pilar de la gestión LEAN es identificar el flujo de valor específico para cada producto o

servicio, que consiste en analizar todas las actividades para producir dicho producto o dar un servicio [26], donde es necesario considerar dichas actividades desde los proveedores hasta que llega al cliente final [9]. De tal manera, es posible decir que el flujo de valor es el conjunto de todas las acciones específicas requeridas para pasar un producto específico por las tareas de gestión críticas de cualquier empresa [25]:

- Tarea de solución de problemas y concepción.
- Diseño detallado e ingeniería.
- Lanzamiento a la producción.
- Gestión de la información.

Gracias a una programación detallada se puede hacer la transformación física por medio de los procesos existentes desde la materia prima hasta el producto acabado en manos del consumidor final[25].

La identificación de la totalidad del flujo de valor para cada producto casi siempre revela la existencia de enormes cantidades, verdaderamente asombrosas de despilfarro, mismo que usualmente muestra tres tipos de acciones a largo plazo[25]:

- Se descubrirán muchos pasos cuya creación de valor es inequívoca.
- Se descubrirán muchos otros pasos que no crean valor alguno, pero que son inevitables de acuerdo con la tecnología actual y los activos de producción disponibles.
- Nos daremos cuenta de que muchos pasos adicionales no crean valor alguno y pueden evitarse de modo inmediato (muda tipo dos).

2.4.3. Flujo continuo de actividades

Este paso exige la reorganización completa del pensamiento tradicional de producción por lotes (*batch*) hacia un pensamiento de flujo continuo (*flow thinking*)[26], en donde es necesario hacer que fluyan las etapas creadoras de valor sin que haya una interrupción del proceso [9]. Sin embargo, hay que ser consciente de que este paso exige una reorganización completa de la arquitectura mental [25].

El flujo continuo tiene como objetivo la reducción a cero del tiempo desperdiciado en la concepción de un producto o servicio, debido a la espera al ser realizado. El objetivo del flujo continuo de actividades, no solo sugiere que los materiales o la información se muevan rápidamente, sino debe crear una conexión entre las personas y los procesos, de tal forma que los problemas existentes puedan ser identificados de inmediato [9].

2.4.4. Atracción (*Pull*)

Una vez desarrollado y diseñado el producto y sus respectivos procesos de tal manera que se ajusten a las especificaciones del cliente y sin desperdicios, para llevar a cabo la producción, en donde no solo es necesario que el producto se ajuste solo a lo requerido por los clientes en producto, cantidad y momento, sino es necesario llevar a cabo la producción de forma que se inicie a partir de una demanda constatada con respecto al tipo de producto, volumen de producción y momento para efectuarla. Lo cual induce a la aplicación del sistema de atracción (*pull*) de la demanda y a la producción en función de esta [23]. Así pues, será la demanda quien atraerá (*pull*) a la producción y no la producción la que será empujada (*push*) al cliente, como en los sistemas convencionales [25].

El problema para operar en modo atracción puede ser el *lead time* o plazo de entrega al cliente. Sólo con plazos cortos o muy cortos es posible «aguantar» esperando la solicitud de los clientes para empezar a producir. Pero la gestión *Lean management*, tal y como ha sido expuesta, opera con gran rapidez de respuesta, ya que la producción en flujo de actividades, con el material avanzando unidad a unidad o en pequeños lotes (sin esperar a que acaben los demás), permite entregar el producto en un tiempo muy corto [25].

Además, este sistema ayuda a estabilizar la demanda, ya que si no es forzado, el consumidor puede pedir cuando lo precisa. Además, no habrá necesidad de ofertas ni campañas, que no hacen otra cosa que alterar el ritmo de la demanda. Así pues, la demanda se «nivelará», lo que sin duda, facilitará iniciar la producción cuando dicha demanda se manifieste (al hacerlo sin cambios bruscos) y, con ello, será más fácil alcanzar la gran flexibilidad exigida al sistema para adaptarse de forma continua al consumidor [25].

2.4.5. Mejora continua - Perfección

A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de forma precisa, a identificar la totalidad del flujo de valor, y dejan que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí valor desde

la empresa, las personas involucradas caen en la cuenta de que no hay límite en el proceso de reducción de esfuerzo, tiempo, espacio, coste y fallos, mientras ofrecen un producto que cada vez está más cerca de lo que el consumidor verdaderamente desea.

Los cuatro principios iniciales interactúan entre sí formando un círculo virtuoso. Al hacer que el valor fluya más rápidamente, siempre se deja al descubierto el *muda* que estaba oculto. Y cuanto más *pull* se haga, más se pondrán de manifiesto los obstáculos al flujo, que de esta forma podrán ser eliminados [25], pudiendo así llegar a hilar cada vez más fino en la solución de problemas y la eliminación de despilfarros.

2.5. Muda (Despilfarro)

Muda es una palabra en japonés que significa “despilfarro” o “desperdicio”, específicamente cualquier actividad humana que absorbe recursos pero no crea valor [27]. En cualquier organización, las actividades se dividen en dos tipos: las que agregan valor a los clientes y las que no. Muda se usa de manera intercambiable con los términos actividad de desperdicio y sin valor agregado. Todas las tareas que son muda aumentan los costos de organización y los plazos de entrega, al tiempo que aumenta el riesgo de que surjan errores [28]. En los sistemas LEAN una de las características clave es la reducción de Muda que permita acrecentar el valor del producto [29].

Existe una subdivisión de muda en dos tipos, la primera es la muda de tipo 1 y la segunda la muda de tipo 2. La muda de tipo 1 a veces se define como “desperdicio necesario” o “muda esencial” e incluirá cosas tales como entrenamiento esencial, escrutinio, pruebas, tareas comunes y de gobernanza. El enfoque debe ser eliminarlos donde sea posible y racionalizar lo que queda. La muda de tipo 2 es cualquier residuo de germen que no agrega ningún valor a los clientes y que la organización no necesita [28].

2.5.1. Los siete desperdicios

En términos de definición de actividades que no agregan valor, se citará a Shigco Shingo, uno de los desarrolladores del sistema de producción de Toyota, quien observó que “es la última vuelta de un cerrojo lo que lo aprieta”. El resto de las vueltas son simplemente un movimiento perdido [28].

La capacidad de trabajo de una organización es igual a la del trabajo real (esfuerzo necesario e invertido para producir un bien) más los desperdicios generados. Dicha afirmación es válida para una línea interna de producción. En este contexto Taiichi Ohno enunció que la verdadera mejora en la eficiencia surge cuando no hay desperdicios, conduciendo a un porcentaje de trabajo del 100% [9].

Se le atribuye a Taiichi Ohno (1912-1990), ejecutivo de Toyota la clasificación de siete tipos diferentes de actividad sin valor agregado que afectan a la organización [29].

1) Sobreproducción

La sobreproducción es uno de los desperdicios más peligrosos debido a que permite esconder otros desperdicios y es el más difícil de las *mudas* de erradicar [9]. Este consiste en producir artículos para los cuales no existe una orden de producción planificada, lo cual quiere decir, que aun el cliente no necesita dicho producto [3], o producir unidades superiores a la orden solicitada [8], debido a lo cual las unidades quedan a la espera de ser utilizadas en procesos posteriores o quedan a la espera de su venta, lo cual genera costos de almacenamiento y mantenimiento, mismos que son costos de los cuales se puede dispensar [3]. En muchas ocasiones la causa de este tipo de despilfarro radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Los operarios, preocupados por no disminuir las tasas de producción, emplean el exceso de capacidad fabricando materiales en exceso [4].

Tabla 3. Sobreproducción, características, causas y acciones LEAN para combatirla.

CARACTERÍSTICAS	CAUSAS POSIBLES	ACCIONES LEAN PARA ESTE TIPO DE DESPILFARRO
Gran cantidad de stock.	Procesos no capaces y poco fiables.	Flujo pieza a pieza (lote unitario de producción).
Equipos sobredimensionados.	Reducida aplicación de la automatización.	Implementación del sistema <i>pull</i> mediante <i>kanban</i> .
Gran tamaño de lotes de fabricación.	Tiempos de cambio y de preparación elevados.	Acciones de reducción de tiempos de preparación SMED.
Falta de equilibrio en la producción.	Respuesta a las previsiones, no a las demandas.	Nivelación de la producción.
Necesidad de mucho espacio para almacenaje.	Falta de comunicación.	Estandarización de las operaciones.
Ausencia de plan para eliminación de problemas.		

2) Tiempo de espera

El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente [4], son todos los periodos de parada de personas, información equipamientos o materiales que resultan en flujos irregulares largos *lead times* [9]. Los procesos mal diseñados pueden provocar que algunos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Por ello, es preciso estudiar concienzudamente cómo reducir o eliminar el tiempo perdido durante el proceso de fabricación [4]. Es aceptable que la máquina espere al operador, pero es inaceptable que el operador espere a la máquina [3] o que la materia prima arribe al proceso [28].

Tabla 4. Tiempo de espera, características, causas y acciones LEAN para combatirla.

CARACTERÍSTICAS	CAUSAS POSIBLES	ACCIONES LEAN PARA ESTE TIPO DE DESPILFARRO
El operario espera a que la máquina termine.	Métodos de trabajo no estandarizados.	Nivelación de la producción. Equilibrado de la línea.
Exceso de material dentro del proceso.	Layout deficiente por acumulación de procesos.	Layout específico de producto. Fabricación en células en U.
Paradas no planificadas.	Desequilibrios de capacidad.	Automatización con un toque humano (Jidoka).
Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.	Falta de maquinaria apropiada.	Cambio rápido de técnicas y utillaje (SMED).
La máquina espera a operario terminar tarea.	Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas.	Adiestramiento polivalente de operarios.
Un operario espera a otro operario.	Producción en grandes lotes.	Sistema de entregas de proveedores.
	Baja coordinación entre operarios.	Mejorar la línea de acuerdo con la secuencia de montaje.

3) Transporte

El desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. En este sentido, es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores[4]. Además, esto puede dañar los productos y crear reprocesos[3].

La reducción y eliminación del transporte es una prioridad en el esfuerzo de reducción de los costos, debido a que en media el transporte utiliza el 45% de tiempo de fabricación de un producto [9].

Tabla 5. Transporte, características, causas y acciones LEAN para combatirla.

CARACTERÍSTICAS	CAUSAS POSIBLES	ACCIONES LEAN PARA ESTE TIPO DE DESPILFARRO
Los contenedores son demasiado grandes, o pesados, difíciles de manipular.	Layout obsoleto.	Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.	Gran tamaño de los lotes.	Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
Los equipos de mantenimiento circulan vacíos por la planta.	Procesos deficientes y poco flexibles.	Trabajadores polivalentes o multifuncionales.
	Programas de producción no uniformes.	Reordenación y reajuste de las instalaciones para facilitar los movimientos de los empleados.
	Tiempos de preparación elevados.	
	Excesivos almacenes intermedios.	
	Baja eficiencia de los operarios y las máquinas.	
	Reprocesos frecuentes.	

4) Sobre proceso

El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez[4]. El sobre procesamiento enmarca todas las operaciones que pueden ser reducidas sin afectar las características y funciones básicas del producto, en donde lo ideal es que los sobre procesos no existan [9].

Es necesario tener claro los requerimientos y especificaciones del cliente para no tener sobre procesos que encarezcan el producto[3]. Debido a esto, los procesos deben diseñarse para evitar los errores, para conseguir productos con calidad evitando reprocesos adicionales inesperados [4].

Tabla 6. Sobre procesos, características, causas y acciones LEAN para combatirla.

CARACTERÍSTICAS	CAUSAS POSIBLES	ACCIONES LEAN PARA ESTE TIPO DE DESPILFARRO
Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.	Proveedores o procesos no capaces.	Automatización con toque humano (<i>Jidoka</i>).
Planificación inconsistente.	Errores de los operarios.	Estandarización de las operaciones.
Calidad cuestionable.	Formación o experiencia de los operarios inadecuada.	Implantación de elementos de aviso o señales de alarma.
Flujo de proceso complejo.	Técnicas o utillajes inapropiados.	Mecanismos o sistemas anti-error (<i>Poka-Yoke</i>).
Recursos humanos adicionales necesarios para inspección y reprocesos.	Proceso productivo deficiente o mal diseñado.	Incremento de la fiabilidad de las máquinas.
Espacio y técnicas extra para el reproceso.		Implantación mantenimiento preventivo.
Maquinaria poco fiable.		Producción en flujo continuo para eliminar manipulaciones de las piezas de trabajo.
		Control visual: <i>Kanban</i> y 5S

5) Inventario

El inventario de productos presenta la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos hasta el punto que los expertos han denominado al *stock* la “raíz de todos los males” [4]. Debido a que los inventarios causan obsolescencia, costos por transportación y almacenamiento.

En muchas empresas el exceso de *stock* para alivio de problemas de sincronía dentro procesos es visto como una ventaja, lo cual resulta ser errado, más bien es un indicador de un problema generador de desperdicios que es difícil de cuantificar [9].

Desde la perspectiva Lean/JIT, los inventarios se contemplan como los síntomas de una fábrica ineficiente [4] porque:

Encubren productos muertos detectados al realizar inventarios físicos. Se trata de productos y materiales obsoletos, defectuosos, caducados, rotos, etc., pero que no se han dado de baja.

Necesitan de cuidados, mantenimiento, vigilancia, contabilidad, gestión, entre otros enseres.

Desvirtúan las partidas de los activos de los balances. La expresión “inversión en stock” es un error, porque no ofrecen retribución sobre las inversiones y, por tanto, no pueden ser considerados como tales en ningún momento.

Generan costes difíciles de contabilizar: deterioros en la manipulación, obsolescencia de materiales, tiempo empleado en la detección de errores, incremento del *lead time* con posible insatisfacción para clientes, mayor dependencia de las previsiones de ventas, etc.

Tabla 7. Inventario, características, causas y acciones LEAN para combatirla.

CARACTERÍSTICAS	CAUSAS POSIBLES	ACCIONES LEAN PARA ESTE TIPO DE DESPILFARRO
Excesivo espacio del almacén.	Procesos con poca capacidad.	Nivelación de la producción.
Contenedores o cajas demasiado grandes.	Cuellos de botella no identificados o fuera de control.	Distribución del producto en una sección específica. Fabricación en células.
Rotación baja de existencias.	Tiempos de cambio de máquina o de preparación de trabajos excesivamente largos.	Sistema <i>JIT</i> de entregas de proveedores.
Costes de almacén elevados.	Previsiones de ventas erróneas.	Monitorización de tareas intermedias.
Excesivos medios de manipulación (carretillas elevadoras, etc.).	Sobreproducción.	Cambio de mentalidad en la organización y gestión de la producción.
	Reprocesos por defectos de calidad del producto.	
	Problemas e ineficiencias ocultas.	

6) Movimientos innecesarios

Los movimientos innecesarios son todos aquellos movimientos realizados por el operador durante las actividades tales como mirar, buscar partes o herramientas entre otras [3], mismos que no acrecientan valor al producto [8]

Este tipo de desperdicio puede ser eliminado a través de mejoras, basadas en el estudio de tiempos y movimientos. La reducción de movimientos puede ser obtenida a través de la automatización de las operaciones, transfiriendo a la máquina operaciones que realiza el operador, pero estas mejoras a

través de la automatización son recomendadas después de haber estudiado todas las posibilidades de mejoras de movimiento del operador y eventuales cambios de organización de las actividades y operaciones [9].

7) Defectos

Este defecto está claramente definido como la producción de piezas o unidades defectuosas [3], con características de calidad fuera de una especificación de un estándar establecido [9], teniendo que hacer reemplazos e inspecciones de calidad para verificar la condición de cada pieza, generando pérdida de materia prima y de tiempo [3], mismo que puede ser derribado de errores humanos, información errónea o poco precisas, la utilización de tecnología equivocada, lo cual se traduce en insatisfacción de los clientes, pudiendo llegar a la pérdida de los consumidores [8].

Estos defectos están asociados a los costos de inspección, reparación y a las respuestas de insatisfacción de los clientes, cuando esto ocurre de manera frecuente muchas veces será necesario aumentar la inspección del producto, de tal manera que el defecto no llegue al cliente de ninguna manera [9].

2.6. Herramientas LEAN Management

Para que los clientes puedan interactuar con el negocio de forma clara y confiable es esencial poner en práctica todos los métodos y herramientas disponibles del LEAN, debido a que este es un proceso continuo, que se enfoca en mejorar el tiempo, la calidad y los costos, reducción de desperdicios y simplificar las operaciones para ayudar a reducir los inventarios, optimizar el trabajo de las operaciones y reducir tiempos de ciclo. Esto acarrea mejoras substanciales y significativas en varios aspectos de la producción, en donde las herramientas se enfocan en conceptos realmente simples y que son fáciles de implementar posibilitando el cambio de procesos inefectivos para operar de forma fluida en las líneas de producción [30].

Es importante recordar, que las herramientas son un medio para un fin y no un fin en sí mismas. Habitualmente, la aplicación aislada de la mayoría de las herramientas no cambia básicamente el modo en que se realiza el trabajo. No obstante, estas herramientas pueden ayudar a alcanzar un nivel más alto de rendimiento y, como tales, tienen un lugar en cualquier entorno Lean [31].

La mejor forma de obtener una idea clara y coherente de las herramientas LEAN es agruparlas en tres grupos distintos.

El primer grupo está formado por las herramientas cuyas características, claridad y factibilidad de implementación las hacen aplicables a cualquier departamento de la empresa o producto. Su enfoque es práctico y en muchas ocasiones, el sentido común, permite sugerir que deberían ser de cumplimiento obligatorio para cualquier empresa que pretenda competir en el mercado actual [4].

El segundo grupo está formado por aquellas herramientas que, aunque aplicables a cualquier situación, exigen mayor compromiso y cambio cultural de las personas involucradas a varios niveles desde directivos, mandos medios y operarios [4].

El tercer grupo se encasilla con las herramientas más específicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística [4].

A continuación, se muestra una tabla con la clasificación de las herramientas LEAN:

Tabla 8. Clasificación de las herramientas LEAN

HERRAMIENTAS TIPO 1	HERRAMINETAS TIPO 2	HERRAMIENTAS TIPO 3
Mapeo de valor (VSM)	<i>Jidoka</i>	<i>Haijunka</i>
Organización del puesto de trabajo (5S)	Reducción de las dimensiones de los lotes (<i>One piece flow</i>)	<i>Kanban</i>
Mantenimiento productivo total (TPM)	Sistemas de participación del personal	Balance de la producción (<i>Takt time</i>)
Reducción del <i>setup</i> (SMED)	Producción en células de trabajo (Flujo continuo)	<i>Kaizen</i>
Estandarización del trabajo		
Control Visual		

2.6.1. Mapeo del flujo de valor [VSM]

En su libro *Lean Thinking*, Womack y Jones explican que la cartografía persigue identificar todas las actividades que ocurren a lo largo de un flujo de valor para un producto o familia de productos [32], y es el Mapeo de flujo de Valor quien realiza esta tarea.

Mapeo del flujo de valor VSM por sus siglas en inglés (*Value Stream Mapping*) es un modelo gráfico que representa la cadena de valor, mostrando el flujo de materiales y de información a partir del proveedor hasta el cliente. Tiene por objetivo visualizar las actividades productivas, para identificar las actividades que no aportan valor añadido al negocio, con el fin de eliminarlas y ganar eficiencia [4]. Actualmente, ya existen programas que ayudan a realizar esta tarea, elaborando modelos a través de bibliotecas de simbología normalizada, por ejemplo: Smartdraw, eVSM, SigmaFlow y Microsoft Visio.

El VSM es considerado por Womack y Jones (2003) como la herramienta más importante de la gestión LEAN, colocándolo como técnica de soporte. Se ve como una puerta de entrada o un punto de partida en la implementación de otras herramientas [9].

El VSM ayuda a visualizar más que un simple proceso, vincula el flujo de información y el de materiales en un solo mapa utilizando un único lenguaje para obtener un sistema estructurado para implementar mejoras.

Para realizar el estudio de la cadena de valor, es necesario elegir el producto que interese en función de las necesidades que se tengan en ese momento, como tiempo elevado de proceso, sobreproducción, *lead time* elevado, etc.

Una vez elegido el producto en sí, se debe plasmar cuál es la situación actual de la organización para el desarrollo de ese producto. Para realizar esto en la práctica, se sigue el flujo de materiales y de información paso a paso. Las fases del proceso se representan en categorías, como, por ejemplo: mecanizado, soldadura, montaje, etc., utilizando el formato de "Análisis del flujo de proceso".

Tabla 9. Hoja de datos de proceso

HOJA DE DATOS DE PROCESO										
Producto: Área:		Pieza: Fecha:		<input type="radio"/> Transformación <input type="radio"/> Transporte <input type="checkbox"/> Control <input type="checkbox"/> Stock / Espera						
N°	Descripción	Símbolos				Datos				Observaciones
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiempo (man)	Cantidad (uds)	Distancia (metros)	Superficie (m2)	
1										
2										
3										

De forma paralela, es necesario tomar notas y datos cuantitativos asociados a cada uno de los procesos, como por ejemplo tiempo, distancia recorrida, superficie utilizada, stock. Además, se toman datos sobre la referencia de las líneas de producción, así como la cadencia de trabajo, tiempo de ciclo entre otros datos que puedan ser relevantes para el producto y los procesos, utilizando el formato de Hoja de datos de proceso, ejemplificado a continuación.

Tabla 10. Hoja de datos de procesos

HOJA DE DATOS DE PROCESO	
FAMILIA:	
FECHA:	
	DATOS
Proceso	
Número de personas	
Número de máquinas	
Tiempo de cambio de serie	
Tiempo de ciclo	
Trabajo en proceso	
Tasa de defectos	
Superficie	
Eficiencia global de los equipos	

Para establecer el mapa de flujo es necesario establecer un sistema formal de símbolos que permita representar los procesos encontrados en el sistema productivo [32], en el caso del flujo de materiales los símbolos utilizados son los siguientes:

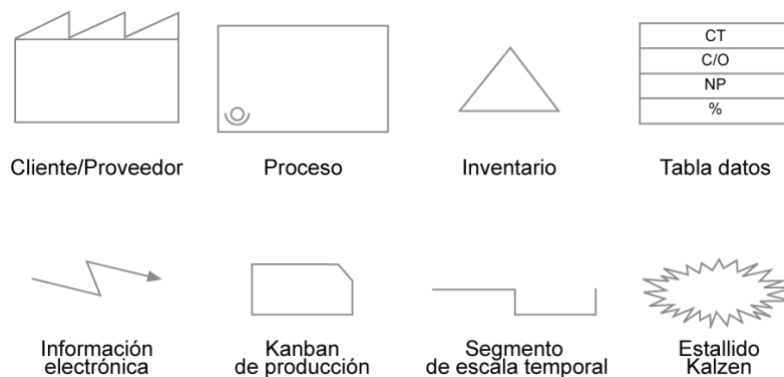


Figura 5. Símbolos utilizados en el mapeo de flujo de materiales [4].

En donde a partir de estos símbolos se crea un diagrama de flujo representando todos los procesos y especificaciones de producción que tiene la planta.

2.6.2. Organización del puesto de trabajo [5S]

Origen & Definición

El concepto original se desarrolló hacia el año de 1980 por Sakichi y Kiichiro Toyoda, así como el ingeniero Taiichi Ohno y fue aplicada para Toyota por primera vez. A través del tiempo, esta herramienta se ha ido aplicando ampliamente a empresas industriales [32]. 5S es el acrónimo de 5 prácticas (*sensos*) con 5 palabras japonesas, donde cada una de estas palabras inicia con la letra S las cuales son *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, *Shitsuke* y que describen las prácticas del lugar de trabajo que conducen al control visual y a la producción Lean [31] que elimina los desechos del entorno de trabajo a través de una mejor organización del lugar de trabajo, limpieza general y comunicación visual efectiva [33], a continuación se exponen dichas prácticas.

Seiri (Clasificación y eliminación)

Es la primera fase de implementación, en dónde se separa y clasifica los elementos necesarios de los innecesarios como herramientas, piezas, documentos para poder desprenderse de estos últimos en el área de trabajo, para así controlar el flujo de cosas que provoquen desperdicios o elementos inútiles, como por ejemplo: incremento de manipulaciones y transportes, accidentes personales, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos obsoletos, no conformes, coste excesivo de inventario y falta de espacio.

Tabla 11. Aplicación y beneficios del principio *Seiri*.

IMPLEMENTACIÓN	BENEFICIOS
Separar aquello que es realmente útil de aquello que no lo es.	Liberación de espacio útil en plantas y oficinas.
Mantener lo que se necesita y eliminar lo que sobra.	Reducción del tiempo necesario para acceder a los materiales, herramientas, utillajes, etc.
Separar los elementos necesarios según su uso y a la frecuencia de utilización.	Facilidad para el control visual.
Aplicar estas normas tanto a materiales tangibles (herramientas, máquinas, piezas, etc.) como intangibles (información, ficheros, etc.).	Aumento de la seguridad en el lugar de trabajo.

Para su aplicación se utiliza una técnica mediante tarjetas rojas, dicha técnica consiste en adherir las tarjetas a todos los elementos que puedan ser prescindibles, si bien porque ya no son utilizados desde hace ya mucho tiempo, o bien porque hayan quedado obsoletos. Si los objetos no hacen nada, simplemente se acumulan, a continuación se muestra un modelo de tarjeta [32].

Tabla 12. Ejemplo de la tarjeta roja para la implementación de Seiri [32].

NÚMERO DE REFERENCIA	
Nombre	
Acción	Eliminar
	Ordenar
	Limpiar
	Estandarizar
	Otras:
Fecha	Colocación de la etiqueta ____ / ____ / 20__ Realización de la acción ____ / ____ / 20__

La utilización de las tarjetas rojas debe seguir un criterio ordenado de actualización a partir de una lista de chequeo de los distintos elementos susceptibles de “evaluación”. A continuación se adjunta un ejemplo [32].

Tabla 13. Lista de chequeo de elementos susceptibles de evaluación [32].

META	PUNTOS DE CHEQUEO
<i>Ficheros, libros, planos, documentos, etc.</i>	Libros y documentos cuyo periodo de almacenaje especificado haya expirado, conservando solo los archivos necesarios. Documentación guardada por duplicado.
<i>Carteles o anuncios</i>	Documentación caducada o no actualizada.
<i>Mobiliario, estantes, archivadores, etc.</i>	Muebles en desuso, rotos o con aspecto deteriorado, archivadores que no se utilizan.
<i>Máquinas y accesorios</i>	Máquinas técnica y económicamente obsoletas o de mal uso.
<i>Stocks</i>	Productos acabados, productos en curso, materiales en proceso, materiales de test.
<i>Equipos, utillajes, herramientas, etc.</i>	Elementos viejos, obsoletos, desgastados o defectuosos.
<i>Otros artículos</i>	ítems relacionados con la gestión o diseño que son de necesidad cuestionable en programas, elementos que se han retirado del equipo, cosas que no se usan nunca, etc.

Seiton (Ordenar)

Seiton es la práctica de ordenar, con la premisa de que debería haber un lugar para todo y todo debería estar en su lugar. Debe haber una adecuada señalización para almacenar u ordenar los artículos, mismos que deben organizarse de tal manera que promuevan un flujo de trabajo eficiente, para evitar que los trabajadores hagan movimientos innecesarios [33].

La actitud que más se opone a lo que representa *seiton*, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo [4]. Tiene como objetivo tener un lugar de trabajo ordenado, una planta de distribución eficiente e incrementar la productividad [3], a continuación se muestra una tabla en donde se muestran los beneficios de la implementación de este principio (Ver tabla 14).

Tabla 14. Implementación y beneficios del principio *Seiton*.

IMPLEMENTACIÓN	BENEFICIOS
Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso. Disponer de un lugar adecuado.	Una mayor facilidad para el acceso rápido a los elementos que se necesitan. Una mejora en la productividad global de la planta.
Evitar duplicidades (cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa).	Un aumento de la seguridad en el lugar de trabajo. Una mejora de la información para su accesibilidad y localización.

Algunas reglas aplicables a este principio son:

1. Colocar los artículos en cajas de plástico o recubriéndolos con inhibidores de corrosión.
2. Decidir los niveles de existencias (máximo y mínimo). Los indicadores de cantidad limitan el número de estantes y espacios a utilizar para mantener stocks y de ser posible las cantidades exactas.
3. Ordenar los objetos de manera que las personas no tropiecen con ellos, delimitando zonas de paso, de almacenamiento, etc.
4. Organizar estantes y muebles en lugares específicos.

5. Ordenar las áreas de almacenaje para facilitar el transporte y para que los artículos se almacenen y utilicen preferentemente por el método FIFO (*first in first out*). Etiquetar y asignar números de localización a las áreas de almacenaje e indicar el punto de pedido, el tamaño del lote y el plazo de entrega.
6. Ordenar las cosas según líneas rectas, en ángulos rectos, en vertical o en paralelo.
7. Marcar en rojo los contenedores y estantes de artículos defectuosos o de rechazo.
8. No colocar nunca cosas directamente sobre el suelo.
9. Escribir claramente las indicaciones de las localizaciones.

Seiso (Limpieza e inspección)

Seiso es la práctica de inspeccionar el entorno para identificar y eliminar los defectos, es decir anticiparse a los defectos, donde es necesario integrar la limpieza como parte del trabajo diario y asumir esta como una tarea de inspección necesaria [33]. La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

Debe insistirse en el hecho de que, si durante el proceso de limpieza se detecta algún desorden, deben identificarse las causas principales para establecer las acciones correctoras que se estimen oportunas [4] (Ver tabla 15).

Tabla 15. Implementación y beneficios del principio *Seiso*.

IMPLEMENTACIÓN	BENEFICIO
Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.	Una reducción del riesgo potencial de accidentes.
Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.	Un incremento de la vida útil de los equipos.
Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.	Una reducción del número de averías.
Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.),	Un efecto multiplicador porque la limpieza tiende a la limpieza.

Seiketsu (Estandarizar)

Seiketsu consolida las metas alcanzadas por las tres primeras S, debido a que sistematiza los logros alcanzados para asegurar efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea de manera que la organización y el orden sean factores primordiales [32]. La estandarización facilita la comunicación, el aprendizaje y la realización de una actividad [4] (Ver tabla 16).

Tabla 16. Implementación y beneficios del principio *Seiketsu*.

IMPLEMENTACIÓN	BENEFICIO
Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras "S".	Un conocimiento más profundo de las instalaciones.
Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que estos se aplican correctamente.	La creación de hábitos de limpieza.
Transmitir a todo el personal la enorme importancia de aplicar los estándares.	El hecho de evitar errores en la limpieza, que en algunas ocasiones pueden provocar accidentes.

La estandarización es muy importante debido a que es la mejor forma de realizar una actividad con seguridad y rápida, además, ofrece una manera de mantener la experiencia a través del tiempo, proporciona una manera de medir y cuantificar el diseño y crear una base de información para el entrenamiento del personal, así también muestra la relación entre la causa y el efecto de manera más clara y proporciona información para el mantenimiento [32]. Una herramienta que se puede utilizar para consolidar la información es una ficha de estandarización del orden y la limpieza en los puestos y áreas de trabajo.

Shitsuke (Disciplina)

Shitsuke es traducido como disciplina, donde la misma tiene como objetivos crear el hábito y aceptar una aplicación estandarizada [4] ligada al desarrollo de una cultura de autocontrol, en donde los miembros de la organización apliquen la autodisciplina para hacer perdurable el proyecto [32]. En base a un conjunto de normas, reglas y entrenamiento continuo mantener el orden, lo cual permite tener un control de la aplicación de todos los *sensos* anteriores [9].

El líder de la implantación LEAN establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc. [4] (Ver tabla 17).

Tabla 17. Implementación y beneficios del principio *Shitsuke*.

IMPLEMENTACIÓN	BENEFICIO
Respetar las normas y estándares reguladores del funcionamiento de una organización.	Una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos.
Reflexionar sobre el grado de aplicación y cumplimiento de las normas.	Una mejora del ambiente de trabajo, que contribuirá al incremento de la moral.
Mantener la disciplina y la autodisciplina, mejorando el respeto del propio ser y de los demás. Realizar auditorías que deben ser conocidas por todos los miembros del equipo para facilitar la autoevaluación.	

Con la implementación de las 5S se propone crear áreas de trabajo limpias, disciplinadas y organizadas en donde las personas hagan un esfuerzo voluntario para cumplir con los estándares fijados. Son inconmensurables las diferencias de resultados entre las fábricas que practican las 5S de forma holgada y las que las practican concienzudamente [32].

Finalmente se puede concluir que la aplicación de las 5S permite una reducción de desperdicio y un aumento en el desempeño de las actividades, además anida sentimientos positivos en el trabajador para que este se sienta motivado al desempeñar su trabajo.

2.6.3. Mantenimiento productivo total [TPM]

El mantenimiento productivo total TPM nació en la empresa Nippondenso Co., dicha empresa es una importante proveedora del sector automotriz, la cual introdujo esta visión en el año de 1961. La empresa obtuvo grandes resultados con este modelo de mantenimiento a partir de 1969, cuando introdujo sistemas automatizados y de transferencia rápida. El nombre que se le dio a este modelo de mantenimiento en principio fue “*Total member participation*”, mismo que muestra el verdadero significado del TPM. En la década de los ochenta, se introdujo el modelo de mantenimiento basado en el tiempo (IBM) como parte del modelo TPM. El aporte del sistema RCM (*Reliability Center*

Maintenance) o mantenimiento centrado en la fiabilidad ayudó a mejorar la eficiencia de las acciones preventivas de mantenimiento [34]. El modelo TPM ha tenido grandes progresos y de la misma manera ha beneficiado de gran manera a las empresas que lo aplican.

El TPM se define como el conjunto de métodos de gestión que identifica y elimina las pérdidas existentes en los procesos productivos, garantizando la fiabilidad de los equipos y la calidad de la producción, de forma especial el mantenimiento productivo total va a maximizar la eficiencia y la disponibilidad de los equipos [9].

Los principales objetivos que tiene el TPM son:

- Incluir en la planificación del TPM a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan y dan mantenimiento a los equipos.
- Promover el TPM con actividades autónomas para fortalecer el trabajo en equipo, incrementar la moral, con el fin de conseguir un entorno más agradable.
- Erguir una empresa con capacidades competitivas sostenibles.

Para realizar el mantenimiento en toda la planta podemos sugerir la implementación de un mantenimiento planificado y estratificado, con la utilización de dos tipos de mantenimiento estructurados como son: el mantenimiento preventivo y predictivo.

Estos tipos de mantenimiento serán aplicados dependiendo de la necesidad de la empresa, y ninguno es mejor que el otro en contexto general, sino más bien dependerá de las necesidades que la empresa tiene que cubrir y pueden ser aplicados de forma múltiple para obtener un tipo de mantenimiento mixto adaptado a situaciones específicas.

El mantenimiento productivo total está sustentado por pilares que están representados en la siguiente figura.

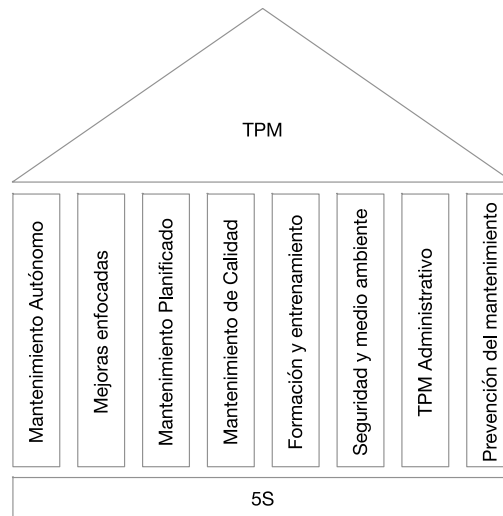


Figura 6. Los pilares del TPM.

Los pilares deben ser combinados durante el proceso de implementación, donde debe existir cierta lógica de implementación del TPM en la empresa y dependerá también del grado de desarrollo de la compañía [34].

2.6.4. Poka-Yoke (A prueba de errores)

El concepto de *poka-yoke*, es un concepto que ha existido desde mucho tiempo atrás, pero fue el ingeniero de producción japonés Shigco Shingo quien desarrolló la idea en forma de una herramienta aplicable a la producción para lograr cero defectos y eliminar el control de calidad. El término *poka-yoke* es traducido como “a prueba de errores” [35].

El sistema a prueba de errores es un mecanismo que detecta los defectos e impide su fabricación de forma automática, a pesar de existir errores humanos [32], esto incluye la fase de concepción del producto o proyecto, debido a que los defectos van creciendo a medida que el producto se mueve a través del flujo de valor [9].

En adición a esto, si hubiere casos de errores, el sistema los detectará lo más rápido posible con el propósito de no generar más desperdicios [8]. El sistema *poka-yoke* tiene sus fundamentos básicos en que un defecto existe en dos estados, el primero es cuando está a punto de ocurrir y el que ya ha ocurrido, en donde el sistema aplica tres funciones básicas contra los defectos: parada, control y aviso. Cuando se prevé que un defecto va a ocurrir se denomina “predicción” y reconocer que un efecto a ocurrido se denomina “detección” [3].

El sistema *Poka-Yoke* cuenta con tres técnicas de inspección en el campo de control de calidad los cuales son:

1. Inspecciones evaluativas, las cuales separan los productos defectuosos del resto de la producción después del proceso, evitando que los defectos se envíen a los clientes, pero este tipo de inspección no reduce los defectos de los productos.
2. Inspecciones informativas que investigan las causas de los defectos y realimentan la información del proceso apropiado de tal forma que pueda establecerse una acción para reducir los defectos.
3. Inspecciones en la fuente las cuales se desarrollan en el proceso mismo, pudiendo corregir los errores antes de que se transforme en defecto, con lo cual puede lograrse cero defectos.

Una de las características de una buena implementación del *Poka-Yoke* es que es barato y simple, además de rentable y son establecidos cerca de donde ocurren los errores para proporcionar auto realimentación [36].

2.6.5. Control visual

El control visual es sinónimo de “administración a simple vista”, es decir, el progreso del trabajo es siempre visible [37], además es un sistema de comunicación y control aplicable a toda la planta [3].

El control visual cuenta con un conjunto de prácticas que son necesarias aplicar, para poner en evidencia la situación del sistema productivo, en especial hincapié los despilfarros y anomalías en los procesos. El control visual se centra en la información de gran valor añadido que pueda posibilitar la mejora. En función de la perspectiva LEAN, el control visual pretende mantener informado al personal sobre cómo sus esfuerzos afectan a los resultados, para darles el poder y responsabilidad de alcanzar las metas planteadas [4].

La implementación de esta herramienta tiene varias etapas, como son:

1. Formar y entrenar al equipo enfocado en implementar el control visual.
2. Crear un plan de implementación.
3. Crear estándares para los controles visuales.
4. Iniciar la implementación.
5. Implementar los indicadores visuales.

6. Implementar y estandarizar los controles visuales.

El control visual tiene varios métodos de aplicación, cada uno de estos con diferentes objetivos y problemas de gestión, a continuación, se muestra una tabla con los diferentes métodos de control visual [4].

Tabla 18. Áreas de control visual

ÁREA DE CONTROL	OBJETIVOS DEL ÁREA DE CONTROL
Control visual de espacios y equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de espacios y equipos. • Identificación de actividades, recursos y productos. • Marcas sobre el suelo. • Marcas sobre técnicas y estándares. • Áreas de comunicación y descanso. • Información e instrucciones. • Limpieza.
Documentación visual en el puesto de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de organización: Hojas de instrucciones, estudios de tiempos/movimientos, planificación del trabajo, auto inspección, recomendaciones de calidad, procedimiento de seguridad. • Recursos y tecnología. Instrucciones de operación y mantenimiento, cambios y ajustes, descripción de procesos y tecnologías. • Productos y materiales. Especificaciones del producto, listas de piezas, requerimientos de empaquetado, identificación de defectos comunes en materiales y productos.
Control visual de la producción	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de producción. • Programa de mantenimiento. • Identificación de stocks. • Identificación de reprocesos. • Identificación de trabajos en proceso (cargas, retrasos...). • Indicadores de productividad.
Control visual de la calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Señales de monitorización de máquinas. • Control estadístico de proceso (SPC). • Registros de problemas.
Gestión de indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos, resultados y diferencias de indicadores de proceso. • Gestión de la mejora continua. • Actividades de mejoras. • Sugerencias. • Proyecto en marcha.

La implementación de cualquier mecanismo visual solo puede ser exitoso con un cambio de cultura general. Este es un proceso que conlleva tiempo para poder afianzar un sistema de participación [4]

Esta herramienta puede ser vital en el proceso de cambio de empresa, debido a que permite una mayor comprensión de los cambios y en consecuencia un mayor compromiso de los colaboradores. El control visual no está limitado a cuadros indicativos o señales de precaución, sino a todo un conjunto de técnicas que complementan a la información de los sistemas operativos para agregarle más valor a cada una de las tareas [9].

2.6.6. Trabajo estandarizado

La estandarización o normalización del trabajo junto a los principios 5S y a SMED supone uno de los pilares fundamentales del LEAN, mismos que sirven de soporte para el resto de las herramientas y técnicas. La definición de estandarización en relación a la filosofía LEAN, es que los estándares son descripciones escritas y gráficas que ayudan a comprender las técnicas para volverlas más eficaces y fiables, gracias a los conocimientos precisos sobre las personas, máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objetivo de crear productos de calidad de modo fiable, seguro, económico y rápido [4].

Con la estandarización se pretende que el trabajo sea realizado por los colaboradores de la misma manera, en el mismo tiempo para obtener resultados similares [8], donde dicha normalización parte del estudio detallado del trabajo, de las acciones y de los suministros para poder dar origen a un documento que pueda contener procedimientos, condiciones de evaluación y tiempos que permitan seleccionar las mejores prácticas que demuestren una mejor eficiencia para su implementación [24], para levantar la documentación es necesario tomar en cuenta ciertos indicadores principales que ayudan a que el proceso o tarea pueda mantenerse operando normalmente, los cuales son:

1. Takt Time
2. Tasa de producción
3. Secuencia del trabajo del trabajador
4. Stock normalizado

Una de las ventajas complementarias de la estandarización es la flexibilidad entre puestos de trabajo, facilitando la transferencia de colaboradores entre funciones y consiguiendo una adaptación en respuesta a las necesidades de la empresa en diferentes partes de procesos [24].

Otra de las ventajas de la normalización es el aumento de la eficiencia en la formación del personal y entrenamiento de los colaboradores disminuyendo la curva del aprendizaje y reduciendo el costo

por efectos de aprendizaje, mismo costo que es un desperdicio para el cliente debido a que no aporta valor al producto final durante cierto periodo de tiempo, así también la normalización de los procesos ayuda a reducir la variabilidad de los productos garantizando una mayor consistencia de los colaboradores en cualquiera de las operaciones estandarizadas.

Las características que debe tener una correcta estandarización se pueden resumir en los cuatro principios siguientes:

1. Ser descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir cosas.
2. Proceder de mejoras hechas con las mejores técnicas y herramientas disponibles en cada caso.
3. Garantizar su cumplimiento.
4. Considerarlos siempre como puntos de partida para mejoras posteriores.

Con la aplicación de estas características en la estandarización, son muchas las normas que deben desarrollarse en la planta. La siguiente tabla expone una aproximación de los estándares más importantes para la producción [4].

Tabla 19. Áreas de normalización

ÁREA DE NORMALIZACIÓN	ESTÁNDARES IMPORTANTES EN PRODUCCIÓN
<i>Estandarización para el control de la calidad</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección de proceso. • Comprobación de herramientas. • Análisis de problemas. • Operaciones estándares. • Estándares de seguimiento y análisis de defectos mediante herramientas de control de calidad.
<i>Estandarización para la gestión de equipos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de inspección de equipo. • Análisis de averías. • Gestión visual de mantenimiento. • Procedimientos de intervención de mantenimiento. • Programas de mantenimiento general.
<i>Estandarización para la gestión de operaciones y oficina técnica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de operaciones para análisis de tiempos. • Procedimientos de detección de despilfarros. • Acciones de mejora continua. • Procedimientos de definición de operaciones y procesos. • Especificaciones de equipos con datos de capacidad. • Preparación de utillaje y herramientas. • Tiempos estándares.
<i>Estandarización para la gestión de control de la producción</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de trabajo y órdenes de producción. • Seguimiento de averías e interrupciones de máquina. • Paneles de información visual de planificación. • Progreso de los procesos y estado de la planta.

2.6.7. SMED (Cambio rápido de herramienta)

SMED (*Single Digit Minute Exchange of Die*) que quiere decir “Un solo minuto para el cambio de utillajes” [38] dicho término hace referencia a la teoría y técnicas para realizar las operaciones de la preparación en menos de diez minutos [3]. Ésta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios sustanciales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales [4].

El sistema fue desarrollado por Toyota en colaboración con Shigeo Shingo, para reducir drásticamente los tiempos de *setup* hasta llevarlos a una duración que puede ser expresada en minutos, con números de una sola cifra. Shigeo Shingo afirma que: «la reducción del tiempo de cambio de matrices y de las herramientas no depende de problemas de dedicación en el trabajo sino que deriva de un cambio conceptual logrado con métodos científicos y basado en una idea revolucionaria» [16].

Es necesario aclarar que el proceso de cambio de serie incluye el tiempo empleado desde el momento en el que se fabricó la última pieza buena del lote anterior, hasta el tiempo en el que se fabrica la primera pieza buena del nuevo lote, lo que quiere decir que incluye todas las operaciones necesarias para el transporte y puesta en punto de los materiales y ajustes de la máquina [38].

La necesidad de disminuir los tiempos de preparación a un tiempo tan corto, es debido a que reduciendo el tiempo de preparación se podría minimizar el tamaño del lote y por consiguiente reducir los *stocks* para trabajar en lotes de productos más cortos [32].

Según Shigeo Shingo dentro de este sistema existen dos tipos de operaciones [9]:

- **Operaciones internas [IED] (*Internal exchange of die*)**. Operaciones que pueden ser efectuadas con la máquina parada.
- **Operaciones externas [OED] (*Outer exchange of die*)**. Operaciones que pueden ser realizadas con la máquina en funcionamiento

A pesar de la variabilidad de los procedimientos de *setup* para cada máquina y una infinidad de máquinas y equipos, se ha logrado sintetizar cuatro pasos generales que deben ser utilizados en cualquier *setup* para implementar la metodología SMED [8], los cuales son descritos a continuación:

Identificar las operaciones en que se divide el cambio de modelo

El primer paso consiste en detallar las tareas de *setup* y cronometrarlas secuencialmente, así como anotar toda la información relevante del proceso [32].

Diferenciar las operaciones internas de las externas

En esta etapa se diferencia las actividades internas de las externas, e intenta convertir las actividades externas en internas, cuanto sea posible y reducir los tiempos de estas últimas actividades [4].

Es considerada la etapa más importante en la implementación SMED. Según Shigeo Shingo si existe un esfuerzo para cambiar las actividades externas por las internas del *setup*, el tiempo de *setup* puede reducirse en una media del 30% al 50% de tiempo [8].

Reducir las operaciones internas

En esta etapa el objetivo es reducir las operaciones internas a partir del estudio de cada actividad de *setup* para realizar mejoras en las actividades de preparación, mismas que se consiguen a partir de las siguientes acciones [32]:

- Utilizar cambios rápidos para los componentes y soportes.
- Eliminar herramientas utilizadas (destornilladores, llaves Allen, etc.).
- Utilizar códigos de colores (para facilitar la gestión visual).
- Establecer posiciones prefijadas de utillajes a la hora de cambiar (guías, topes, paros, etc.).

Reducir las operaciones externas

La reducción de las operaciones externas se consiguen de la misma manera que se reducen las actividades internas, integrando movimientos de los operarios teniendo en cuenta los estándares de la línea actualizados y validados, además de operarios debidamente formados y calificados [32].

Las ventajas de la aplicación de la metodología SMED son variadas, así por ejemplo tenemos: la reducción del *stock*, aumento de la tasa de ocupación de las máquinas y de la capacidad de producción, erradicación de errores en el *setup*, incremento de la calidad del producto, mayor seguridad para el operario, reducción del tiempo de producción y el incremento de la flexibilidad de producción de lotes [8].

Adicionalmente, se puede decir que para el perfeccionamiento de los aspectos técnicos de las preparaciones se puede alcanzar mejores resultados aplicando mejoras de ingeniería, operaciones paralelas y eliminando ajustes.

Una herramienta que se puede utilizar para la implementación de la metodología SMED a lo largo del tiempo es un test de chequeo, mismo que se presenta a continuación.

Tabla 20. Test de chequeo SMED [32].

TEST DE CHEQUEO				
CHEQUEO DE LA PREPARACIÓN		Máquina: Proceso:		
<i>Responsable:</i>		<i>Fecha:</i>		
N°	FACTOR DE CHEQUEO	1/1	½	1/3
1	¿Son fáciles de alcanzar las plantillas y herramientas durante el cambio de utillajes?	S	S	
2	¿Se colocan las plantillas y herramientas de acuerdo con el orden de uso durante el cambio de utillajes?	S	S	
3	Si se utilizan carros de transporte para el transporte de herramientas y utillaje ¿están ordenados?	S	GS	
4	¿Se guardan los utillajes, plantillas y herramientas de forma ordenada y en un lugar preciso?	S	S	
5	¿Tiene el manual de operaciones de cambio de utillajes instrucciones para cada máquina?	S	S	
6	¿Los operarios efectúan los cambios de acuerdo con los manuales?	N	N	
7	¿Se han establecido estándares de calidad para cada modelo?	S	S	
8	¿Hay muestras libres de defectos como muestra?	S	S	
9	¿Están los instrumentos de medida que se necesitan guardados cerca de la máquina que los requiere?	S	S	
10	¿Se mantienen ordenados los instrumentos de medición?	S	S	
11	¿Está claro dónde están las herramientas y otros elementos reemplazables antes del cambio de utillajes?	GS	S	
12	¿Está claro dónde tienen que volver las herramientas y otros elementos reemplazables después del cambio de utillajes?	S	S	
13	¿Está cerca de la máquina la próxima pieza a ser procesada?	GS	GS	

Donde:

S: Puede hacerse siempre bien (o “Sí”)

GS: Puede hacerse, pero no siempre bien (o “generalmente bien”)

N: No puede hacerse (o “No”)

2.6.8. Reducción de la dimensión del lote (*One piece flow*)

Hoy en día, los ciclos de vida de los productos son más cortos y la mayor demanda de personalización hacen que sea difícil la producción de algunos productos en las líneas de producción tradicionales. Por tal razón, es necesario la aplicación de la reducción de la dimensión de los lotes [39].

El *One piece flow* significa mover una pieza o piezas de trabajo a la vez, a través del proceso de producción en un sistema que fluye de principio a fin. El objetivo es cumplir el *takt time* y evitar los almacenamientos intermedios de inventario y las paradas entre los pasos de operación. El flujo de una sola pieza se aplica a la fabricación discreta de piezas individuales como en una operación de la tienda de trabajo, con los desafíos de la demanda desigual y gran variación. En las operaciones por lotes, podría significar producir lotes pequeños y pequeños en comparación con uno solo grande. El enfoque de reducir el tamaño del lote y reducir el tiempo de cambio se puede denominar economía de competencia, versus flujo de una pieza [40].

Para generar un flujo de una sola pieza entre estaciones, hay ciertas reglas y condicionantes las cuales son descritas a continuación [3]:

- La base del tiempo de ciclo en los requerimientos del mercado.
- Es necesario basar la utilización de los equipamientos en función el *takt time*.
- Centraliza la producción basándose en los procesos productivos.
- El layout de la unidad productiva tiene que ser apropiado para la producción de una pieza.
- Los elementos constitutivos del producto deben ser aptos para su utilización en la producción

2.6.9. Kanban

Kanban en japonés significa “tarjeta” o “registro visible” [41] y es un sistema de control, transmisión y programación sincronizada de la producción [32], basado en el sistema de producción *Pull* [4] el

cual consiste en tomar los materiales y productos de los proveedores o procesos anteriores en la línea de producción correspondiente dentro de un proceso productivo en tipo, cantidad y momento cierto [42]. Se distinguen dos tipos de *kanbans* [32]:

- El *kanban* de producción indica qué y cuánto hay que fabricar para el proceso posterior.
- El *kanban* de transporte indica qué y cuánto material se retirará del proceso anterior.

La principal aportación del uso del sistema *Kanban*, es el sistema de aprovisionamiento en función de las previsiones, se reaprovisiona solamente el material vendido, reduciéndose de este modo el exceso de *stock* y limita los *stocks* existente entre las operaciones [32].

En el sistema más elemental de *kanban*, se coloca una tarjeta en cada contenedor de las piezas producidas. El contenedor tiene un porcentaje determinado de la cantidad necesaria de esa pieza, es decir, los requisitos diarios. Cuando el usuario de esas partes utiliza todas las piezas el contenedor, la tarjeta se retira del mismo y se coloca en un depósito de recepción. Dicho contenedor es enviado a un área de almacenamiento. La presencia de la tarjeta en el depósito indica que es necesario producir nuevamente más piezas para volver a llenar el contenedor. Una vez vuelto a llenar el contenedor, la tarjeta es puesta en él y, finalmente, es devuelto a su almacenamiento, así el ciclo vuelve a empezar [41]. Actualmente el sistema *kanban* puede ser realizado de manera electrónica, agilizando el proceso [8].

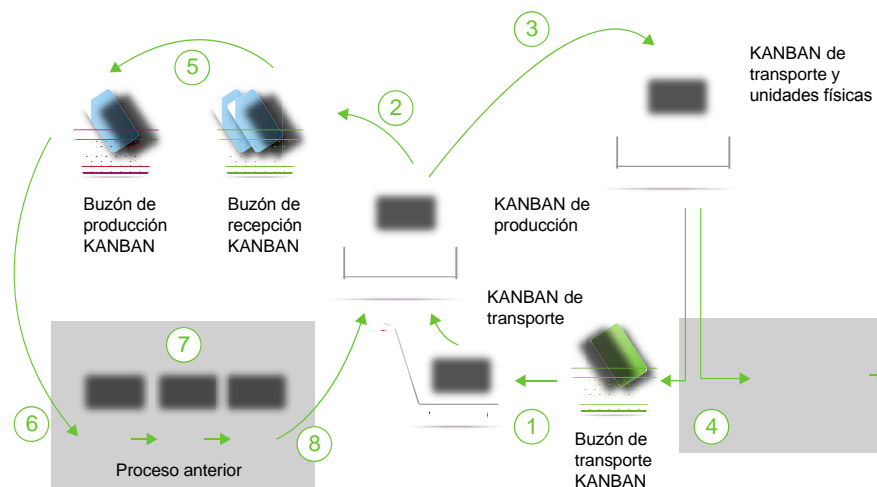


Figura 7. Esquema del sistema *Kanban* [4].

Usualmente son utilizadas tarjetas para la implementación del sistema, mismas que deben incluir información relevante del producto como: el número de unidades a producir, la localización de los materiales necesarios para su producción, el ítem y su tipo entre otra información que dependerá del producto en sí [8].

Tabla 21. Ejemplo de tarjeta *kanban* [8].

DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA			NÚMERO DE LA PIEZA	
PLACA DE PROCESAMIENTO PARA COMPUTADORA ABC I7			ST201	
CANTIDAD	20 unidades	Tiempo de espera 1 semana	Fecha de la orden	__/__/__
CONSUMIDOR	ABC Company		Fecha de vencimiento	__/__/__
PLANIFICADOR	Juan Carlos León	Tarjeta 1 de 1		
		Localización	Estantería 1	

Shingo recalca que el sistema *kanban* no siempre es de aplicación garantizada. Su implementación se aplica a procesos productivos repetitivos y no a producciones de una única pieza. En este caso, el sistema puede ser aplicado a las funciones de identificación, instrucciones de trabajo o etiquetas de transporte. Para que una empresa implemente este sistema debe considerar el tipo y dimensiones de la empresa, los recursos disponibles, la variedad de productos y el grado de desarrollo LEAN [9].

2.7. Industria carrocera en el Ecuador

La industria carrocera se remonta al gobierno del Dr. Isidro Ayora (1929 – 1931), debido a que en este periodo se crea el Ministerio de Obras Públicas y Comunicación con la finalidad de fortalecer el transporte público del país. En la década de los 50's, aparecen las primeras empresas de transporte colectivo. En el año 1969, se fabrica en el Ecuador la primera carrocería metálica montada sobre un chasis Ford, con motor a gasolina [43].

La industria carrocera de Ecuador está constituida por las pequeñas y medianas empresas metal - mecánicas ubicadas a lo largo del país. En la provincia de Pichincha existen cerca de 50 talleres; en la zona centro del país, especialmente en la provincia de Tungurahua existe la Asociación de Carroceros, que agrupa de manera formal a cerca de 20 talleres grandes y otros 25 entre medianos y pequeños [44]. El 65% del mercado carroceros del Ecuador se concentra en la provincia de Tungurahua, además la zona centro del país, la cual está comprendida por Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi, se caracteriza por la concentración acentuada de la industria metalmeccánica con especial

atención a los vehículos [43]. Existen talleres metal – mecánicos dedicados a la fabricación de carrocerías también en Guayas, Manabí y Azuay [44].

Este sector productivo impulsa el trabajo directo e indirecto al contratar profesionales y trabajadores calificados y semi-calificados en diferentes áreas tales como: soldadura, tapicería, electricidad, control de calidad, talento humano, seguridad industrial entre otras [44].

La industria carrocera está dedicada a la fabricación de carrocería de vehículos, de especial manera vehículos de transporte público como buses y furgonetas, la carrocería es la parte del vehículo en la cual se alojan los pasajeros y conductor, así como la carga [43]. Según la Norma INEN 2 205:2010 destinada a las especificaciones para autobuses urbanos, define a la carrocería como la estructura que se adiciona al chasis de forma fija, para el transporte de personas [45].

2.7.1. Autopartes

Autoparte se define como elemento constitutivo en el ensamble de un automóvil, y de tal manera no es ajeno a la fabricación de autobuses, debido a que en la manufactura de la carrocería son incluidas piezas esenciales para su adecuado manejo y otras que son parte del confort del usuario, tales como los asientos para el conductor y para los pasajeros, las luces de los pasillos, el sonido instalado en los vehículos, la tapicería y otros auto lujos que son elementos que suplen necesidades básicas de los usuarios y en otros aspectos también proveen de mayor confort al usuario.

2.7.2. Asientos para autobuses

Según la Norma INEN 2 205:2010 define al asiento para autobuses como la estructura que puede anclarse a la carrocería del vehículo, que incluye la tapicería y los elementos de fijación, destinados a ser utilizados en un vehículo y diseñado ergonómicamente para la comodidad del pasajero. En donde existen dos tipos de asientos. El asiento individual, el cual es diseñado y fabricado para que se siente un viajero, y el asiento doble que es diseñado y fabricado para que se sienten dos viajeros, uno al lado del otro; se considerará que dos asientos situados uno al lado del otro sin estar interconectados, son dos asientos individuales [45].

Los asientos para autobuses pueden ser clasificados de la siguiente manera según el Instituto Ecuatoriano de Normalización:

- Asientos para pasajeros de autobús urbanos.
- Asiento del conductor de autobús urbano.
- Asientos para pasajeros de autobuses interprovinciales, intraprovinciales e interregionales.
- Asiento del conductor de autobuses interprovinciales, intraprovinciales e interregionales.

Asiento para pasajeros de autobuses urbanos según la Norma NTE INEN 2 205:2010

Los asientos deben ser fijos a la carrocería, de tal forma que se proporcione la mayor seguridad y confort a los pasajeros, respetando los diseños de los fabricantes de chasis para la distribución de las cargas a los ejes del vehículo:

- Ancho mínimo del asiento (F): 400 mm
- Asiento individual: 400 mm
- Asientos continuos: 450 mm
- Profundidad mínima: 400 mm
- Altura desde el piso a la base del asiento: 400 mm con una tolerancia admisible de 5%
- Ancho mínimo de espaldar: 400 mm
- Espacio entre espaldar y asidero de sujeción: 100 mm con una tolerancia admisible de 5%
- Altura total del asiento: 900 mm con una tolerancia admisible de 5%
- Ángulo entre el espaldar y la base del asiento: 100°- 105°
- Ángulo de inclinación de la base del asiento: 2°- 6°

La distancia mínima entre asientos será de 680 mm, medidos desde la parte posterior de un asiento y la parte anterior del siguiente.

La ocupación máxima de pasajeros de pie será de 6 por metro cuadrado y la capacidad mínima de pasajeros sentados debe ser el 20 % del total.

Cada bus y minibús urbano debe contar con sillas de uso preferencial, estos lugares se deben identificar, señalar y ubicarse lo más cerca posible a las entradas del bus y minibús. El número mínimo de sillas de uso preferencial debe ser el 12% del número total de sillas del bus y minibús urbano, redondeando al número entero superior más cercano.

A continuación, se muestra un diagrama de dimensiones y disposición de los asientos para los pasajeros de autobuses urbanos.

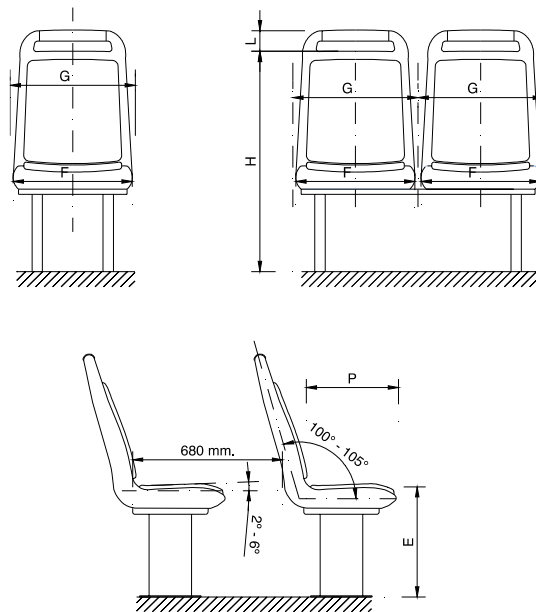


Figura 8. Dimensiones de asientos para pasajeros de autobuses urbanos [45].

Asiento del conductor de autobuses urbanos según la Norma NTE INEN 2 205:2010.

El asiento para el conductor de un autobús urbano debe ser de tipo ergonómico, regulable en los planos vertical y horizontal (longitudinal), con cinturón de seguridad de tres puntos de apoyo y ubicado frente al volante de conducción. Deberá tener las siguientes dimensiones:

- Ancho mínimo: 450 mm
- Profundidad: entre 400 mm y 500 mm
- Ángulo de inclinación hacia atrás: entre 3° y 6°
- Ángulo de inclinación de la base del asiento: entre 2° y 6°
- Altura mínima del espaldar: 500 mm sin considerar el apoyacabeza.
- Altura del asiento: entre 400 mm y 550 mm, desde el piso.
- La inclinación del espaldar debe estar: entre 90° y 110° con respecto a la parte horizontal del asiento (ver figura 9).

Los recorridos de ajuste deben ser:

- Vertical: 150 mm,
- Horizontal, adelante – atrás, con una carrera mínima de 120 mm

A continuación, se muestran las dimensiones para la fabricación del asiento del conductor de un bus urbano (Ver figura 9), en donde se especifican las medidas que debe tener el asiento para el conductor de un bus urbano.

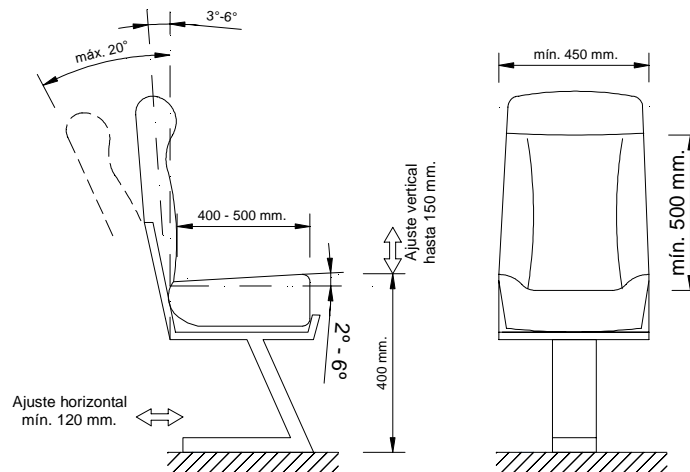


Figura 9. Dimensiones para el asiento del conductor de un bus urbano [45].

Asiento para pasajeros de autobuses interprovinciales, intraprovinciales e interregionales según la norma NTE INEN 1668:1988.

Este tipo de asientos deben ser fijos a la carrocería y estar dispuestos según el eje longitudinal del vehículo en el sentido de marcha o viceversa, de tal forma que se proporcione la mayor seguridad y confort a los pasajeros, respetando los diseños de los fabricantes del vehículo o chasis para la distribución de las cargas a los ejes del vehículo.

- Los asientos de los pasajeros y sus anclajes deben cumplir con lo establecido en la NTE INEN 2708:2013 y además:
- Deben disponer de al menos un apoyabrazos individual abatible, ubicado en el extremo del asiento adjunto al corredor central. El apoyacabeza del asiento puede ser integral al asiento.
- Deben disponer de cinturones de seguridad mínimo de dos puntos. En el caso de que contengan asideros y/o accesorios en la parte posterior de los espaldares, se debe utilizar

cinturones de seguridad de tres puntos. Los cinturones de seguridad deben cumplir con la NTE INEN 2675_2013 y NTE INEN 2704:2013.

Los vehículos poseerán dos hileras de hasta dos asientos individuales, la última fila dispondrá de máximo 5 asientos, de las siguientes dimensiones:

- Profundidad mínima: 420 mm para buses interprovinciales y 450 mm para buses intrarregionales e interprovinciales;
- Ancho libre mínimo del asiento: 400 mm para interprovincial y 450 mm para intrarregional e interprovincial;
- Altura desde el piso a la base del asiento entre 400 mm y 500 mm;
- Distancia entre asientos medidas a una altura de 620 mm desde el piso con los asientos en posición normal, debe ser para bus interprovincial e intrarregional mínimo de 720 mm y para bus interprovincial mínimo de 680 mm (ver figuras 10);
- Posiciones de reclinación mínima: ángulo mínimo de 12° y $30^\circ \pm 2^\circ$ para interprovincial, y 12° y $40^\circ \pm 2^\circ$ para interprovincial e intrarregional;
- Altura total del respaldo del asiento incluido el apoyacabeza: mínima 700 mm.

A continuación, se muestra la figura 10 en donde se especifican las dimensiones que debe tener el asiento para pasajeros de autobuses interprovinciales.

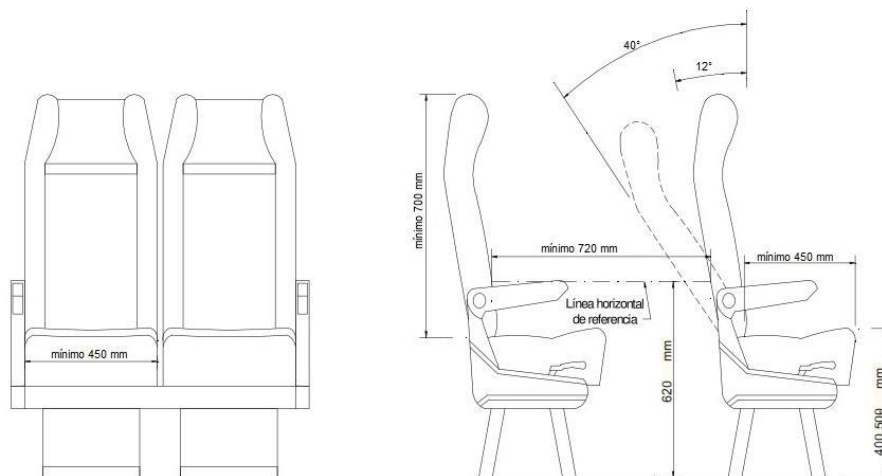


Figura 10. Dimensiones de asiento para pasajero de autobuses interprovinciales [45].

Asiento del conductor de autobuses interprovinciales, intraprovinciales e interregionales según la norma NTE INEN 1668:1988.

El asiento del conductor debe ser de tipo ergonómico, regulable en los planos vertical y horizontal (longitudinal), deberá estar ubicado frente al panel de conducción. No debe tener asientos al lado izquierdo.

El asiento debe tener 450 mm de ancho mínimo, profundidad mínima de 450 mm y la altura del espaldar mínima debe ser de 500 mm.

Los recorridos de ajuste del asiento deben ser verticales entre 400 mm y 550 mm; horizontales con una carrera mínima de 120 mm. La inclinación del espaldar debe estar entre 90° y 110° con respecto a la parte horizontal del asiento. Todos estos ajustes deben ser fácilmente realizables por un conductor de peso medio de 70 kg y los mandos de ajuste deben estar al alcance de sus brazos. La base del asiento debe estar firmemente anclada a la estructura del piso de la carrocería.

Los asientos para el conductor principal y el alternativo deben tener apoyacabezas y cinturones de seguridad auto-tensables de 3 puntos que cumplan con lo establecido en la NTE INEN 2675:2013. Los asientos de conductor y conductor alternativo deben cumplir lo establecido en la NTE INEN 2704:2013.

A continuación, se muestra la figura 11 en donde se especifican las dimensiones que debe tener el asiento para el conductor de autobuses interprovinciales.

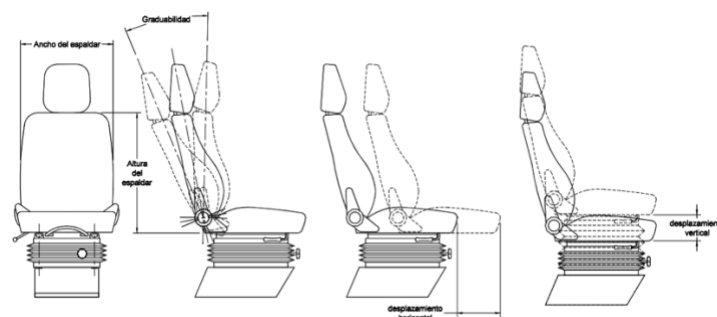


Figura 11. Dimensiones del asiento para conductor de un autobús interprovincial [45].

III. Caso de estudio

El presente estudio fue realizado en contexto organizacional en la empresa IMEISA Fábrica de Asientos para autobuses, con sede en la Parroquia La Península de la Ciudad de Ambato, Ecuador, durante 7 meses a partir del mes de noviembre del 2017 hasta el mes de mayo del 2018, en donde se realizó el levantamiento de información de los procesos de producción, así como información administrativa y de producción necesarias para alcanzar los objetivos propuestos, para su posterior análisis e implementación de las mejoras propuestas, mismas que están fundamentadas en los conceptos, teorías y definiciones establecidos en el capítulo dos.

3.1. Caracterización del caso de estudio

La empresa IMEISA es una empresa artesanal según el Ministerio de las Industrias y Productividad, la cual está clasificada como una empresa metalmecánica, dedicada a la fabricación de autopartes para la industria metalmecánica carrocería, que busca consolidarse en la fabricación de asientos para autobuses interprovinciales como su principal segmento de mercado.

3.1.1. Presentación de la empresa

IMEISA (Industrias Metálicas Intriago Sánchez) se constituyó en el año 1992 en la Parroquia Urbana La Península de la ciudad de Ambato, siendo los pioneros en la fabricación de asientos para autobuses urbanos e interprovinciales en todo el país con la misión de satisfacer las necesidades de la industria carrocería. Es una empresa familiar que se ha posicionado en el mercado como gran favorito gracias a su trabajo de calidad y excelencia, al innovar constantemente modelos y estructuras acorde al mercado actual. Empresa que siempre está buscando optimizar sus procesos de fabricación para obtener productos de gran calidad, que se puedan ajustar a los estándares y exigencias de la normativa de los organismos de control.

Actualmente, la empresa cuenta con 20 colaboradores distribuidos de manera estratégica en varias áreas fundamentales: administrativa, almacén de partes, taller mecánico, taller de tapizado, área de pegado de esponjas y áreas de ensamblaje.

Anualmente la empresa comercializa aproximadamente 4500 asientos, teniendo como principales clientes las empresas carroceras: Carrocerías Moncayo, carrocerías Guzmán, Carrocerías IMPEDSA, Carrocerías Solís, Carrocerías Olímpica.

El principal mercado de la empresa se encuentra en la ciudad de Ambato y la ciudad de Cuenca, debido a que en estas ciudades se encuentran establecidos los principales clientes de la empresa, siendo así su mercado netamente nacional, por lo cual la empresa abastece el mercado nacional, y aun no ha entrado a competir en el mercado internacional.

La empresa IMEISA mantiene un esquema de trabajo definido, mismo que se presenta en el Anexo1, y sus trabajadores están distribuidos en diferentes áreas, las cuales son: área administrativa (gerencia), área de tapicería, bodega y taller; que son presentados en el Anexo 2.

La empresa IMEISA cuenta con la maquinaria necesaria para desarrollar sus actividades económicas-productivas, por lo tanto, cuenta con: 2 compresores, 3 soldadoras eléctricas, 4 soldadoras MIG, 2 dobladoras de tubos, 7 taladros manuales, 2 taladros de pedestal, 1 dobladora de tol, 2 esmeriles, 1 tronzadora, 1 cortadora de madera, 1 cortadora de plasma, 2 máquinas de coser, misma maquinaria que esta detalladas en el Anexo 3.

La empresa realiza actividades concretas y por lo tanto, cuenta con un flujo de procesos establecido para procesar los pedidos del cliente, fabricar los asientos y entregar el producto terminado de la mejor manera, dicho flujo de procesos puede ser observado en el Anexo 4. Así también, la empresa cuenta con el espacio físico necesario para desarrollar sus actividades, el mismo que cuenta con su respectivo Layout que está presentado en el Anexo 5.

3.2. Metodología utilizada

3.2.1. Descripción de la metodología de estudio

Existen varias metodologías desarrolladas en el ámbito de la producción esbelta, y el presente trabajo fue desarrollado bajo la metodología expuesta por Goforth [46], en la cual se identifican las mejores prácticas y los posibles peligros en la implementación LEAN, de tal manera que la implementación LEAN sea hecha de manera estructurada, delimitando un camino, con etapas previas y ordenadas, para atender de la mejor manera los objetivos que se pretenden alcanzar, así como orientar la

investigación y el desarrollo del trabajo de implementación de cualquier herramienta LEAN, evitando desvíos y facilitar el trabajo, dicha metodología se muestra en la siguiente figura:

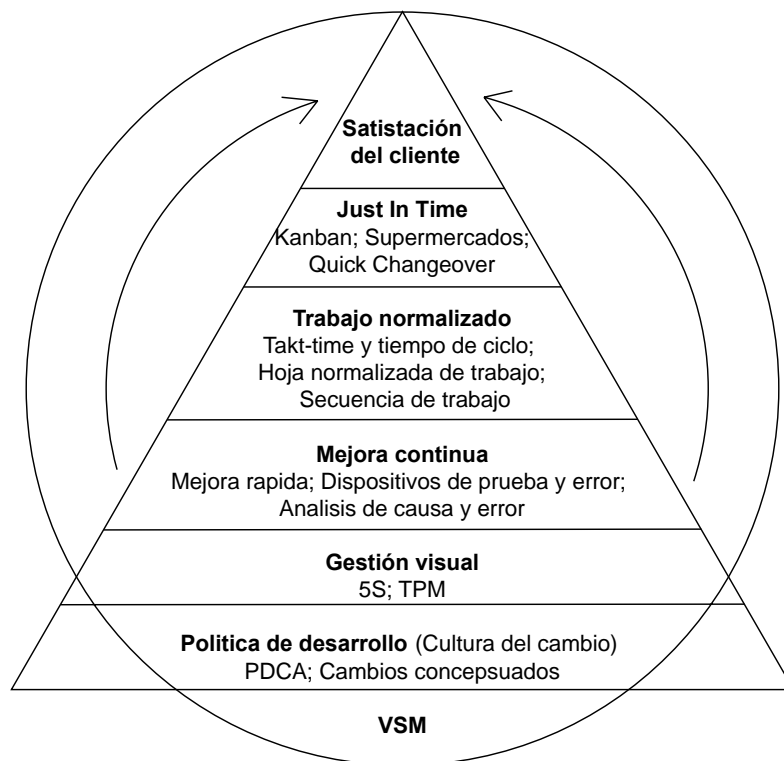


Figura 12. Metodología de implementación LEAN [46].

La metodología utilizada en este estudio consistió en determinar las actividades productivas en las que incurre la empresa, así como los procesos que conlleva la transformación de materia prima hasta el producto final, para lo cual se realizó una caracterización de los procesos mediante un diagrama SIPOC, se determinó el volumen de producción que tiene la empresa en el transcurso de dos cuatrimestres (8 meses), después se diagnosticó la empresa para identificar las posibles aplicaciones de las herramientas LEAN mediante un *checklist* (ver tabla 23), de acuerdo a las necesidades de la empresa y su aplicabilidad.

Se realizaron estudios de los procesos que se llevan a cabo en la empresa, levantando un diagrama de flujo de las actividades necesarias para la fabricación de un pedido.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el pre diagnóstico, mediante un estudio de productos, procesos e impacto de las herramientas LEAN en la empresa mostrado en la tabla 23, se decidió

enfocar la aplicación de los principios LEAN a la implementación de la herramienta VSM para establecer un adecuado mapa de flujo de información y materiales a través de los procesos.

A raíz de este enfoque, se realizó una discriminación de los productos para obtener el que tiene más procesos en común con los otros, mediante una matriz de producto-proceso y se realizó una validación, mediante un diagrama de Pareto para establecer el producto a estudiar.

Posteriormente se realizó un levantamiento de los tiempos de los diferentes procesos con sus actividades, mediante la utilización de videos y cálculos estadísticos.

Posteriormente, se determinó que es posible aplicar la herramienta 5S para mejorar una de las áreas de la empresa.

3.2.2. Aplicación de la metodología VSM

Para la aplicación de la metodología VSM se realizó filmaciones, con los cuales se cronometraron los tiempos de los procesos, con la debida autorización de los colaboradores en la consecución de la fabricación de 6 juegos de asientos, mismos que corresponden a todos los procesos que conlleva fabricar un asiento doble para pasajero.

Después de la determinación de los procesos, se realizó el cálculo para determinar el tiempo estándar de cada uno de ellos, con una lista detallada de actividades y tiempos se procedió a establecer el mapa de flujo de valor actual de la empresa, incluyendo el flujo de información y el flujo de materiales en la misma.

Se realizó un análisis a detalle de los procesos, el cual permitió identificar las actividades que deben ser mejoradas o eliminadas, así como las posibles mejoras aplicables en cada uno de los procesos, con lo cual se desarrolló un mapa de flujo de procesos a futuro que incluye las posibles mejoras. Se presentó las posibles mejoras a la gerencia, para su análisis y posible implementación.

3.2.3. Aplicación de la metodología 5S

Debido a la misma naturaleza de las herramientas LEAN y a sabiendas que la herramienta de las 5S's es una herramienta de mejora, es ineludible aclarar que la implementación de la metodología VSM tiene que ser implementada de manera previa a la implementación de las 5S's, así para su aplicación se llevó a cabo varios pasos, los cuales serán mencionados a continuación.

Se realizó una encuesta al grupo de colaboradores, incluyendo los trabajadores de la empresa para diagnosticar si es necesario la aplicación de la metodología 5S, misma que arrojó la necesidad de la implementación.

Posteriormente se realizó una presentación sobre la metodología 5S a todo el personal, para vincular al personal en el proyecto e informarles cual es el objetivo que tiene dicha implementación.

En base a la bibliografía, y de acuerdo con el diagnóstico realizado, se estimó el área piloto de implementación de la metodología, misma que fue escogida por la posibilidad de éxito de la implementación, en donde se levantó la información sobre el estado actual del área.

Para la implementación de la metodología 5S se utilizaron varias herramientas, las primeras en ser utilizadas fueron las tarjetas de oportunidades y las tarjetas rojas, con lo cual se pudo determinar que era útil o no en los puestos de trabajo.

Subsiguientemente, se procedió a ordenar y limpiar los puestos de trabajo y el área en general con un control de la aplicación de los criterios que exige la metodología.

Por último, se realizaron auditorías semanales para registrar y establecer si estaban siendo aplicados los principios de la metodología, para así determinar si los objetivos de las 5S's estaban siendo alcanzados y observar sus avances, para finalmente establecer disciplina en los trabajadores de dicha área.

IV. Análisis de Resultados

En el presente capítulo se aborda el desarrollo de las herramientas LEAN en la empresa, de tal forma que su desarrollo esta canalizado de forma inicial con el análisis previo y el diagnóstico de la empresa y posteriormente la aplicación de las herramientas LEAN, como son VSM y 5S's. Así también, se presenta información cuantitativa y cualitativa de gran relevancia y útiles a nivel gerencial, para toma de decisiones e implementación de proyectos futuros viables.

4.1. Pre-Diagnóstico

Para la implementación de las herramientas LEAN en la empresa se realizó un pre diagnóstico mediante la utilización de varias herramientas como: SIPOC, Checklist LEAN, y tablas de volumen de producción.

4.1.1. Caracterización de los procesos SIPOC

Mediante el desarrollo de un diagrama SIPOC, se caracterizó los procesos que conlleva la fabricación de un asiento para autobús interprovincial, mismo que se muestra a continuación en las figuras 12 y 13:

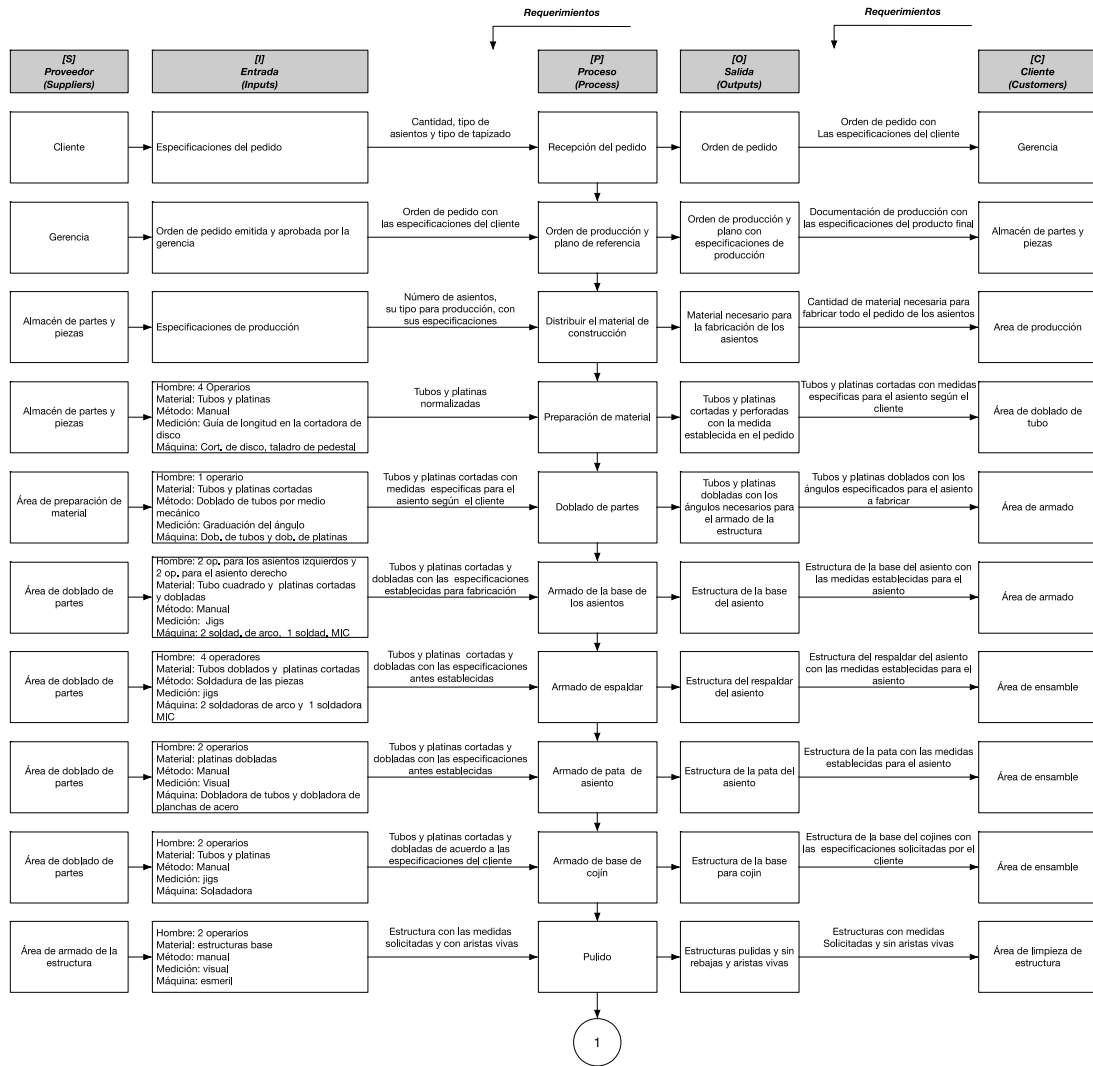


Figura 13. Diagrama SIPOC para el asiento doble interprovincial, Parte 1

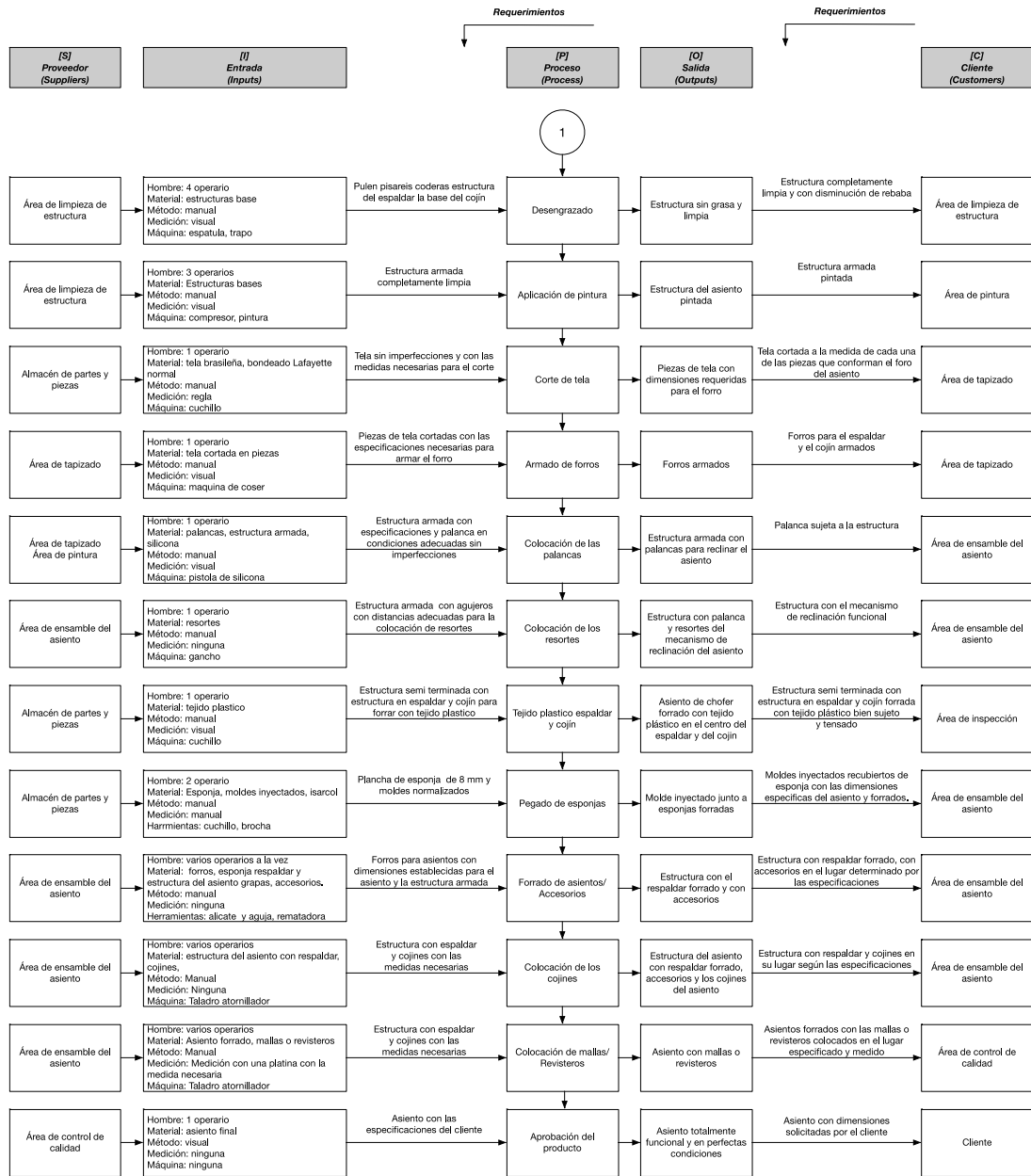


Figura 14. Diagrama SIPOC para el asiento doble interprovincial, Parte 2

4.1.2. Determinación del volumen de producción

Mediante el historial de producción que la empresa ha tenido durante los últimos 2 cuatrimestres se ha determinado el volumen de producción de la empresa, misma información que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22. Volumen de producción de la empresa.

MES	ASIENTO CHOFER	ASIENTOS DOBLES	ASIENTOS SIMPLES	ASIENTOS ASAFATAS	TOTAL, MENSUAL
ABRIL	2	200	24	8	234
MAYO	3	151	11	5	170
JUNIO	10	165	8	12	195
JULIO	8	189	13	8	218
AGOSTO	12	229	11	7	259
SEPTIEMBRE	9	147	8	7	171
OCTUBRE	10	210	12	8	240
NOVIEMBRE	12	245	14	9	280

4.1.3. Aplicabilidad de las herramientas LEAN

Para determinar las herramientas LEAN aplicables a la empresa se realizó un Checklist, de acuerdo con las características de la empresa (Ver tabla 23), para determinar que herramientas se acoplan a la misma y a una posible implementación, basado en las necesidades de la compañía.

Tabla 23. Checklist LEAN - IMEISA

NO.	HERRAMIENTA LEAN	DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Mapeo de flujo de valor (VSM)	Es un modelo gráfico que representa la cadena de valor, mostrando el flujo de materiales y de información a partir del proveedor hasta el cliente. Tiene por objetivo visualizar las actividades productivas para identificar las actividades que no aportan valor añadido al negocio con el fin de eliminarlas y ganar eficiencia	✓		En la empresa existe una ficha de tiempos estimados de los procesos existentes, más no hay un mapeo del flujo de valor; El propietario de la empresa está interesado en obtener dicho mapeo.
2	Organización de los puestos de trabajo (5S)	Son prácticas del lugar de trabajo que conducen al control visual y a la producción Lean que elimina los desechos del entorno de trabajo a través de una mejor organización del lugar de trabajo, limpieza general y comunicación visual efectiva.	✓		Existen puestos de trabajo en los que se puede establecer las 5S, hay otros puestos donde hay orden; De lo observado, se puede decir que existe un cierto nivel de orden y limpieza.

3	Mantenimiento productivo total (TPM)	El TPM es el conjunto de métodos de gestión que identifica y elimina las pérdidas existentes en los procesos productivos, garantizando la fiabilidad de los equipos y la calidad de la producción, de forma especial el mantenimiento productivo total va a maximizar la eficiencia y la disponibilidad de los equipos.	✓	En la empresa existe un sistema de mantenimiento establecido, enfocado en las máquinas más importantes como por ejemplo las soldadoras.
4	A prueba de errores (Poka-Yoke)	El sistema a prueba de errores es un mecanismo que detecta los defectos e impide su fabricación de forma automática, a pesar de existir errores humanos, esto incluye la fase de concepción del producto o proyecto, debido a que los defectos van creciendo a medida que el producto se mueve a través del flujo de valor.	✓	Según la gerencia existe un chequeo de las piezas entre procesos para evitar errores, pero no lleva una documentación; Se ha maniataado que los operadores son polifuncionales y que dependiendo de las necesidades de producción estos realizan las actividades que se les sea asignadas.
5	Control visual	El control visual pretende mantener informado al personal sobre como sus esfuerzos afectan a los resultados para darles el poder y responsabilidad de alcanzar las metas planteadas.	✓	La gerencia mostró interés en implementar un control visual de las actividades.
6	Trabajo estandarizado	Los estándares son descripciones escritas y gráficas que ayudan a comprender las técnicas para volverlas más eficaces y fiables gracias a los conocimientos precisos sobre las personas, máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objetivo de crear productos de calidad de modo fiable, seguro, económico y rápido.	✓	La empresa trabaja con estándares, y sus productos son fabricados con normas INEN y tienen la certificación de calidad ISO 9001:2015.
7	Cambio rápido de herramienta (SMED)	Estudio detallado del proceso e incorporando cambios sustanciales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación.	✓	Las máquinas y herramientas no tienen mucha demanda, pero de igual manera no cuentan con un estudio de actividades externas e internas para minimizar el tiempo de puesta en marcha.
8	Reducción de la dimensión del lote (One piece flow)	<i>One piece flow</i> significa mover una pieza o piezas de trabajo a la vez a través del proceso de producción en un sistema que fluye de principio a fin. El objetivo es cumplir el <i>takt time</i> y evitar los almacenamientos intermedios de inventario y las paradas entre los pasos de operación.	✓	La empresa trabaja bajo pedido y la estructura de los asientos en el caso de cualquier asiento es el mismo, lo que varía es la forma del asiento, en las esponjas y el tapizado.
9	Kanban	Es un sistema de control, transmisión y programación sincronizada de la producción, basado en el sistema de producción Pull, el cual consiste en tomar los materiales y productos de los proveedores o procesos anteriores en la línea de producción correspondiente dentro de un proceso productivo en tipo, cantidad y momento cierto.	✓	Al hacer el pedido por parte del cliente, la gerencia crea órdenes de trabajo y asigna el material necesario para la fabricación, se lleva un control manual de la utilización del material, pero entre proceso y proceso no se especificó si existe un control sincronizado de transmisión de productos terminados entre procesos.
10	Jidoka	Automatización con un toque humano que incluye mecanismos para detectar defectos, segregarlos y detener la línea para atacar las causas de estos permitiendo tener calidad en cada uno de los procesos de la corriente de valor.	✓	No existe procesos automatizados en la empresa, los equipos son manuales en todos los casos. No hay intención de invertir en maquinaria nueva.

11	Heijunka	Es un sofisticado método de planeación y nivelación de la demanda del cliente a través del volumen y la variedad a lo largo del turno o del día [3]. Esta técnica busca equilibrar las líneas de producción para flexibilizar el sistema productivo, permitiendo una mezcla de productos que permite satisfacer las variantes requeridas por el cliente evitando los picos y valles en el cronograma de producción.	✓	Existe una acumulación de subproductos en los puestos de trabajo, debido a que la producción se hace por etapas destinando a los operadores a realizar una actividad hasta terminar el número de piezas necesarias para rotarlo a la actividad siguiente.
12	Kaizen	Esta filosofía de mejora continua enfatiza la importancia de involucrar a los empleados en todos los niveles de la organización.	✓	La gerencia está interesada en tener una mejora continua de la planta, pero no involucra a sus trabajadores, no se hace un <i>feedback</i> de ideas sobre mejora a los trabajadores.

4.2. Implementación de la metodología VSM

Después de haber hecho el análisis de factibilidad de la aplicación de herramientas LEAN, se determinó que uno de los primeros pasos que la empresa tenía que hacer era aplicar la metodología VSM para determinar el flujo de información, de materiales y personal a través de todo el proceso, para lo cual se realizó una caracterización de los procesos y sus sub actividades, así como un estudio de tiempos, el cual es soportado por el flujo de procesos.

4.2.1. Discriminación del producto

Para iniciar el estudio de la metodología VSM se realizó una discriminación del producto a tratar, haciendo un primer acercamiento con un diagrama Producto-Proceso, en donde se determinó que productos comparten más procesos entre sí, para obtener aquel que tenga más procesos en común con otros productos y que el estudio pueda servir como base para otros productos con similares características. Dicho diagrama se muestra a continuación (Ver tabla 24):

Tabla 24. Estudio Producto-Proceso

		PROCESOS																						
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
PRODUCTOS	Asiento normal duplo	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
	Asiento de chofer	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Asiento de azafata	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	X	x		x	x	x	x	x

Nomenclatura:

A Recepción del pedido, B Orden de producción y plano de referencia, C Distribuir el material de construcción, D Preparación de material, E Doblado de partes, F Armado de la base de los asientos, G Armado de espaldar, H Armado de pata de asiento, I Armado de base de cojín, J Colocación del sistema hidráulico de elevación, K Pulido, L Desengrasado, M Aplicación de pintura, N Corte de tela, O Armado de forros, P Colocación de las palancas, Q Colocación de los resortes, R Tejido plástico espaldar y cojín, S Pegado de esponjas, T Forrado de asientos/Accesorios, U Colocación de los cojines, V Colocación de mallas/Revisteros, W Aprobación del producto.

En primera instancia, se determinó que los productos que compartían más procesos en común son el asiento duplo para pasajeros de bus interprovincial y el asiento de azafata para autobuses interprovinciales. Posteriormente, se procedió a elaborar un diagrama de Pareto para determinar que producto tenía más relevancia para la empresa, mismo diagrama que está fundamentado en la información de los dos últimos trimestres de la producción como se muestra a continuación (Ver tabla 25 y figura 15):

Tabla 25. Clasificación de los productos de la empresa.

PRODUCTO	CANTIDAD PRODUCIDA	COSTO UNITARIO	VENTAS TOTALES	PARTICIP.	PARTICIP. ACUMULADA	CLASIFICACIÓN
Asiento doble	2195	270	592650	90,90%	90,9%	A
Asiento de chofer	96	296,8	28492,8	4,37%	95,27%	B
Asiento simple	141	110	15510	2,38	97,65%	C
Asiento de azafata	93	165	15345	2,35%	100%	C

Tabla 26. Metodología de costos ABC

PARTICIPACIÓN ESTIMADA	CLASIFICACIÓN	n	PARTICIPACIÓN n	COSTO TOTAL POR CATEGORÍA	COSTO PORCENTUAL DE CATEGORÍA
0% - 80%	A	1	25%	592650	90,9%
81% - 95%	B	1	25%	28492,8	4,37%
96% - 100%	C	2	50%	30855	4,73%

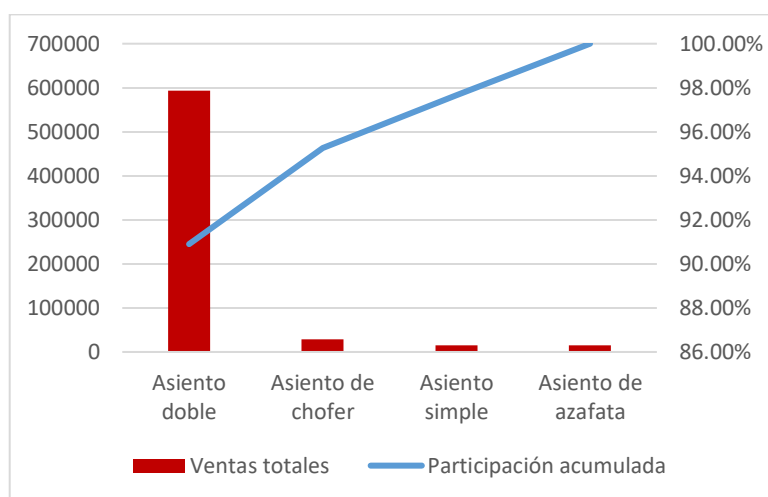


Figura 15. Diagrama de Pareto de los productos de la empresa.

De acuerdo con la información mostrada en el diagrama de Pareto, se pudo asegurar que el producto a estudiar es el asiento doble para pasajeros de buses interprovinciales, gracias a su volumen de producción, y a los procesos que comparte con otros productos que fabrica la empresa.

4.2.2. Levantamiento de tiempos de los procesos

Se realizó una caracterización de cada uno de los procesos necesarios para la fabricación de un asiento doble para pasajero de buses interprovinciales, mismos que se muestra a continuación.




INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

<i>Proceso</i>	Esponjas		
<i>Fotografía</i>	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	1	Fabricación de cojín	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cortar tapizón para el inferior del cojín 2. Engomar la esponja para el tapizón 3. Engomar el tapizón para la parte inferior del cojín 4. Engomar la bandeja de soporte 5. Adherir al cojín el tapizón 6. Engomar parte inferior del cojín 7. Colocar la bandeja de soporte del cojín 8. Cortar la esponja para la cara posterior del cojín 9. Cortar esponja para las caras laterales del cojín 10. Cortar la esponja para la cara superior del cojín 11. Cortar las aristas de una de las caras de la esponja con ángulo de 45 grados 12. Engomar la esponja para la cara posterior del cojín 13. Engomar la esponja de las caras laterales 14. Engomar la esponja de la cara superior del cojín 15. Adherir al cojín la esponja de la cara posterior 16. Adherir al cojín la esponja en las caras laterales 17. Adherir al cojín la esponja en la cara superior 18. Colocar el forro del cojín y ajustar 19. Grapar el forro al cojín 20. Enfundado




INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

Proceso			
Fotografía	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	2	Fabricación del espaldar	<ol style="list-style-type: none">1. Cortar la esponja para las caras laterales del espaldar2. Engomar las caras laterales de la esponja inyectado3. Cortar la esponja para la cara frontal del espaldar4. Engomar la esponja para la cara frontal del espaldar5. Engomar la esponja inyectada6. Adherir al espaldar las esponjas en las caras laterales7. Adherir al cojín la esponja en la cara frontal8. Doblar la esponja frontal para ocultar las aristas

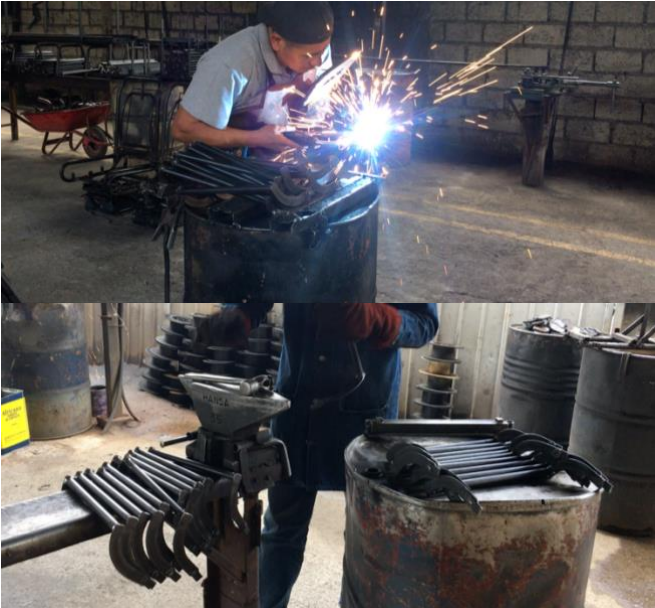


INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

<i>Proceso</i>	Estructuras		
<i>Fotografía</i>	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	3	Fabricación de la estructura del espaldar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cortar tubo para estructura 2. Cortar platinas para el refuerzo del espaldar 3. Limar las platinas del espaldar 4. Cortar varilla de refuerzo del espaldar 5. Señalar el tubo para posterior doblado de tubos por las marcas 6. Doblar el tubo para formar el contorno del espaldar 7. Cuadrar y acodalar el tubo 8. Doblar el tubo para formar el ángulo de inclinación de la cabecera del espaldar 9. Cortar y acodalar 10. Doblar el tubo para formar el ángulo de inclinación de la base del espaldar 11. Cortar y acodalar 12. Medición de la distancia de las patas del espaldar 13. Igualar la distancia de las patas del espaldar 14. Remachar el tubo del espaldar en sus terminales 15. Cortar tubo del espaldar para darle forma a la base a 45 grados 16. Señalar los puntos para taladrar en la base de los tubos 17. Taladrar los agujeros en la estructura del espaldar 18. Limar el acabado del taladro 19. Apuntalado de platinas y varilla de refuerzo al tubo del espaldar 20. Refuerzo de las juntas de las platinas y la varilla al espaldar




INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

<i>Proceso</i>	Estructuras		
<i>Fotografía</i>	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	4	Fabricación de la estructura de la pisadera	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cortar tubo 2. Cortar platina para el anclaje de apoya pies 3. Doblar platina para formar los soportes laterales del apoya pies 4. Cortar el exceso de las platinas 5. Señalizar puntos para taladrar agujero en la platina de anclaje de apoya pies 6. Taladrar agujero en la platina de anclaje del apoya pies 7. Medir y cortar el exceso de material de la platina 8. Pulir las puntas 9. Cortar platina para sujeción al asiento 10. Pulir las puntas 11. Señalizar puntos para taladrar agujero en la platina de sujeción al asiento 12. Taladrar agujero en la platina de sujeción al asiento 13. Remachar la platina de soporte con la platina de anclaje del apoya pies 14. Apuntalar el sub-ensamble de los soportes y el tubo central 15. Reforzar las juntas entre el sub-ensamble de los soportes y el tubo central 16. Limar las imperfecciones de la suelda de la pisadera 17. Acodalado de las pisaderas



INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

<i>Proceso</i>	Estructuras		
<i>Fotografía</i>	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	5	Fabricación de la estructura de la pata	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cortar la platina para el anclaje del asiento 2. Señalar puntos de taladrado en el anclaje del asiento al piso 3. Taladrar agujeros en la platina del anclaje del asiento al piso 4. Chaflanar el anclaje del asiento 5. Corte de la plancha para pata del asiento 6. Cepillar el perfil de tol 7. Señalar los puntos de doblado para crear el perfil de la pata del asiento 8. Doblar la plancha para formar el perfil de la pata del asiento 9. Corte de la ventana del perfil de la pata del asiento 10. Apuntalado de la platina de soporte y el perfil de la pata 11. Reforzar las juntas entre la platina de soporte y el perfil de la pata 12. Limpiar la pieza completa 13. Encuadrar la pieza completa




INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

Proceso	Estructuras		
Fotografía	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	6	Fabricación de la estructura del cojín	<ol style="list-style-type: none">1. Cortar tol para crear los soportes laterales de la base del cojín2. Doblar las planchas de tol para formar un perfil C para la base del cojín3. Corte de tubo cuadrado para la base del cojín frontal4. Corte de tubo cuadrado para la base de cojín central5. Corte del perfil de la base del cojín posterior6. Señalizar los puntos para taladrar agujero de la base del cojín7. Taladrar agujeros de la base del cojín8. Preparar perfiles y tubos cuadrados para apuntalar la base del cojín9. Apuntalar la base del cojín10. Reforzar las juntas de la base del cojín




INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

Proceso	Tapicería		
Fotografía	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	7	Fabricación del forro del cojín	<ol style="list-style-type: none">1. Cortar la plancha de tela para la parte superior del cojín2. Cortar el contorno o falso del cojín3. Cortar los rabos del cojín4. Medir y cortar las riatas5. Quemar las puntas de las riatas6. Coser las riatas de la primera hilera7. Coser las riatas de la segunda hilera8. Coser la pieza posterior del cojín9. Coser el falso del cojín al conjunto




INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

<i>Proceso</i>	Tapicería		
<i>Fotografía</i>	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	8	Fabricación del forro del espaldar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corte de la pieza frontal del espaldar 2. Cortar las piezas laterales del espaldar (falsetes) 3. Cortar la pieza de la parte superior trasera del espaldar 4. Cortar la pieza de la parte inferior posterior del espaldar (moqueta/tapizón) 5. Medir y Cortar las riatas 6. Quemar las puntas de las riatas 7. Señalar el lugar de las riatas en la pieza frontal del forro 8. Colocar la pieza de tela para soporte del alambre 9. Coser las riatas en la primera hilera 10. Coser las riatas de la segunda hilera 11. Alzar la basta de la pieza frontal del espaldar 12. Coser los falsetes entre sí 13. Coser la pieza de la parte superior con la pieza de la parte inferior posterior del espaldar 14. Alzar la basta del conjunto de la parte posterior del espaldar




INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

<i>Proceso</i>	Estructuras		
<i>Fotografía</i>	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	9	Ensamble inicial de la estructura de la base del asiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cortar la platina para el chupete 2. Señalar donde taladrar el chupete 3. Taladrar el chupete 4. Redondear una de las aristas del chupete para darle forma 5. Limar las esquinas de las cremalleras del mecanismo 6. Cortar los ejes de transmisión del mecanismo 7. Hacer los chaflanes de los ejes de transmisión 8. Doblar los ejes de transmisión 9. Señalar donde cortar y taladrar los perfiles T 10. Taladrar los perfiles T para hacer los agujeros 11. Cortar los perfiles T 12. Cortar tubos para la base de soporte lateral y central del asiento 13. Doblar los tubos para la base del soporte lateral y central del asiento 14. Cortar los tubos cuadrados para la base frontal y posterior del asiento 15. Cortar tubo de soporte superior 16. Cortar tubo para los bocines 17. Hacer la ceja en los bocines 18. Cortar el tubo de soporte de la codera al pasillo 19. Doblar el tubo de soporte de la codera que va al pasillo 20. Cortar el soporte del anclaje del cinturón de seguridad derecho




INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

<i>Proceso</i>	Estructuras		
<i>Fotografía</i>	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	10	Ensamble entre la base del asiento y el espaldar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cortar soporte lateral a la pared 2. Limar soporte lateral a la pared 3. Cortar la pieza de soporte de la codera central 4. Limar el soporte de la codera 5. Señalar donde hacer el agujero 6. Taladrar los soportes de las coderas 7. Cortar la codera lateral para soldar 8. Ensamblar la base del asiento al espaldar 9. Reforzar la base del asiento al espaldar 10. Apuntalar la base del asiento a la base del cojín 11. Reforzar la base del asiento al cojín 12. Ensamblar la codera y los soportes de las coderas 13. Ensamblar la palanca del mecanismo 14. Apuntalar la pisadera, la pata y el perfil de soporte 15. Reforzar la pisadera, la pata y el perfil de soporte 16. Taladrar los agujeros en la estructura del espaldar para los revisteros



INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

Proceso	Pintura		
Fotografía	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	11	Pintura de la estructura del asiento	<ol style="list-style-type: none">1. Limpiar la estructura2. Colocar funda en la palanca del mecanismo3. Pintar la estructura4. Calafatear la estructura



INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

<i>Proceso</i>	Ensamble		
<i>Fotografía</i>	No.	Actividad Principal	Sub Actividad
	12	Ensamble final	<ol style="list-style-type: none"> 1. Destornillar la guardia lateral 2. Cortar la guardia para montarlo en la estructura 3. Engrasar el mecanismo 4. Colocar resortes en la estructura 5. Sujetar de los resortes 6. Atornillar la codera plástica a la estructura 7. Colocar la tapa de la codera 8. Colocar goma en la parte superior de la esponja para la tela superior 9. Colocar tela superior de soporte en la esponja del espaldar 10. Poner la goma en la parte superior lateral de la esponja del espaldar 11. Colocar tela lateral de soporte en la esponja del espaldar 12. Poner goma en la parte superior de la esponja del espaldar para la esponja de refuerzo 13. Colocar esponja de refuerzo en el espaldar 14. Colocar goma en la esponja de refuerzo 15. Colocar funda en la parte de refuerzo 16. Preparar los resortes de serpentina 17. Colocar los resortes en serpentina 18. Ajustar los resortes 19. Preparar los revisteros 20. Cortar alambre para utilizarlos como grapas al forrar el espaldar 21. Colocar el forro a medio espaldar 22. Poner la varilla de refuerzo frontal del forro 23. Bajar el forro y pasar reatas 24. Colocar los revisteros

			<ol style="list-style-type: none">25. Colocar la palanca en el chupete26. Limpiar la palanca27. Colocar la guardia lateral28. Poner las tapas en las guardias29. Atornillar la tapa de la guardia lateral30. Enfundar el espaldar31. Pegar con cinta adhesiva la funda32. Cortar la guardia posterior para que se ajuste a la estructura33. Armar guardias posteriores34. Colocar las guardias posteriores del asiento35. Colocar los cinturones de seguridad36. Colocar los cojines
--	--	--	---

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de procesos actual para la fabricación de un asiento duplo para pasajeros de buses interprovinciales.

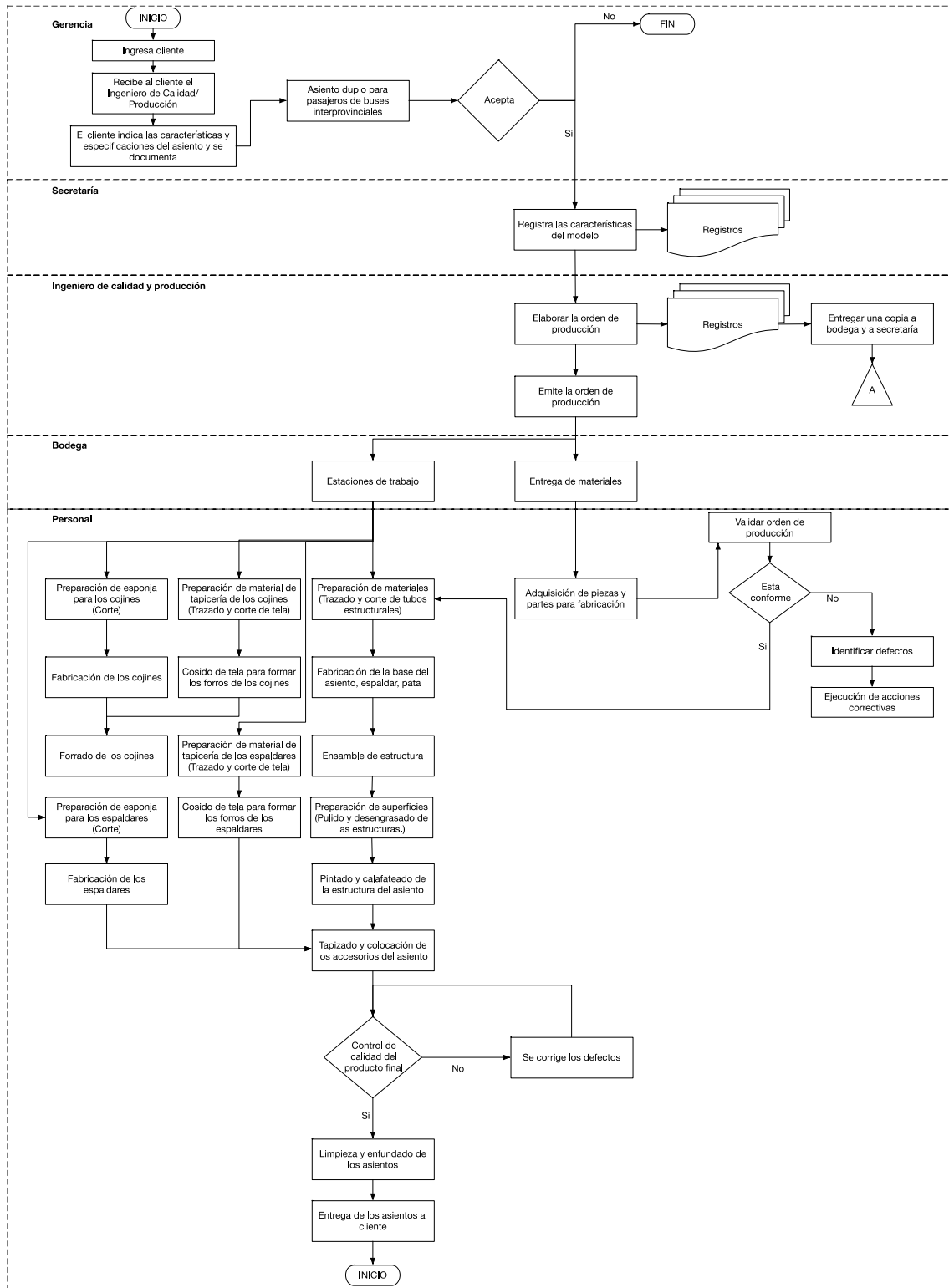


Figura 16. Diagrama actual de fabricación de un asiento duplo.

Para la elaboración de un VSM se realizó el estudio de tiempos de todos los procesos, el cual se presenta en dicho estudio y tiene el fin de reflejar el tiempo requerido para realizar una tarea determinada que interviene en la elaboración de la fabricación de un asiento doble para pasajero de un bus interprovincial, considerando a su vez fatigas, necesidades personales y retrasos inevitables que se presenta en cada uno de los puestos de trabajo del proceso.

Debido a la magnitud del estudio, a continuación, se presentará el cálculo del tiempo estándar de la operación de fabricación de un cojín, mientras que las restantes se presentaran en el Anexo 7.

Para llegar a determinar los tiempos estándares es necesario seguir cada una de las etapas descritas a continuación:

Determinación del número de ciclo a observar en el estudio

Para la obtención de los tiempos cronometrados de cada área de trabajo a lo largo de la línea de producción en la empresa IMEISA, todos los operadores tienen una jornada de trabajo que comprende de 8 AM a 6 PM de lunes a viernes con su hora respectiva de almuerzos y los sábados de 8 AM a 12 PM. Obteniendo así, un tiempo disponible de 528 minutos. Para esta investigación se tomará en consideración los valores que se establecen en la guía para el número de ciclos que se observarán en un estudio de tiempos.

Tabla 27. Guía para determinar el número de ciclos a observar en un estudio [47].

Cuando el tiempo por ciclo es superior a	Número mínimo de ciclos del estudio (actividad)		
	Más de 10000 por año	1000 - 10000	Menos de 1000
8 horas	2	1	1
3	3	2	1
2	4	2	1
1	5	3	2
48 minutos	6	3	2
30	8	4	3
20	10	5	4
12	12	6	5
8	15	8	6
5	20	10	8
3	25	12	10
2	30	15	12
1	40	20	15
0.7	50	25	20
0.5	60	30	25
0.3	80	40	30
0.2	100	50	40
0.1	120	60	50
Menos de 0.1	140	80	60

A partir de esta guía se definieron los ciclos a observar en cada una de las actividades involucradas en la consecución de un asiento doble para pasajero, tomando en cuenta la duración del primer ciclo de la primera observación o cronometraje, dicha información que se muestra a continuación.

Tabla 28. Número de ciclos de observación por tarea.

No.	OPERACIÓN	NÚMERO DE CICLOS
1	Fabricación del cojín	8
2	Fabricación del espaldar	8
3	Fabricación de estructura del espaldar	10
4	Fabricación de la base del asiento	5
5	Fabricación de la estructura de la pisadera	10
6	Fabricación de la estructura de la pata del asiento	8
7	Fabricación de la estructura de soporte del cojín	10
8	Fabricación del forro del cojín	10
9	Fabricación del forro del espaldar	8
10	Pintar la estructura	5
11	Ensamblar la estructura	5
12	Ensamblar asiento con tapicería	5

Descomposición de las operaciones en elementos

Como primera instancia, se debe descomponer la operación en elementos, esto consiste en desglosar o detallar como se lleva a cabo de principio a fin la operación principal mediante actividades, de manera que duren poco tiempo, pero lo bastante para ser cronometrados y anotarlos, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 29. Tabla explicativa de elementos.

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Cojín	
Materiales:	Esponja inyectada, esponja normal, forro, goma	
Operación:	Pegado de esponjas y forrado	
Máquinas:	Grapadora neumática	
Herramientas:	Cuchillo, brocha	
Asign.	Detalle	
1	Cortar tapizón para el inferior del cojín	
2	Engomar la esponja para el tapizón	
3	Engomar el tapizón para la parte inferior del cojín	
4	Engomar la bandeja de soporte	
5	Adherir al cojín el tapizón	
6	Engomar parte inferior del cojín	
7	Colocar la bandeja de soporte del cojín	
8	Cortar la esponja para la cara posterior del cojín	
9	Cortar esponja para las caras laterales del cojín	
10	Cortar la esponja para la cara superior del cojín	
11	Cortar las aristas de una de las caras de la esponja con ángulo de 45 grados	
12	Engomar la esponja para la cara posterior del cojín	
13	Engomar la esponja de las caras laterales	
14	Engomar la esponja de la cara superior del cojín	
15	Adherir al cojín la esponja de la cara posterior	
16	Adherir al cojín la esponja en las caras laterales	
17	Adherir al cojín la esponja en la cara superior	
18	Colocar el forro del cojín y ajustar	
19	Grapar el forro al cojín	
20	Enfundado	

Cronometrado de cada elemento de la operación.

Para realizar el cronometraje de cada elemento de la operación principal, se utiliza el procedimiento de cronometraje acumulativo, en el cual funciona de modo ininterrumpido desde el inicio del primer elemento hasta el último, del primer ciclo de la operación en estudio. Con este tipo de procedimiento se logra garantizar el registro de todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación (Ver tabla 30).

Tabla 30. Observaciones de tiempo para la fabricación del cojín.

IMEISA									HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS								
Departamento:			Taller mecánico- Esponjas			Estudio núm.:			1.0								
						Hoja núm.:			1 de 1								
Operación:			Fabricación de cojín			Comenzó			8:15								
Máquinas:			Grapadora neumática			Terminó:			09:41								
Herramientas:			Cuchillo, brocha			Tiempo trans.:			86 minutos								
						Operador:			Sr. Marcelo Ronquillo								
Producto:			Cojín			Observado:			Ing. Juan Carlos Barrera								
Materiales			Esponja inyectada, esponja normal, forro.			Fecha:			17/01/2018								
						Comprobado:			Ing. Christian Mariño								
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8									
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.									
1	00,11	00,12	00,11	00,11	00,12	00,13	00,12	00,11									
2	00,15	00,13	00,14	00,14	00,15	00,15	00,14	00,16									
3	00,38	00,35	00,32	00,34	00,42	00,35	00,34	00,34									
4	00,11	00,12	00,10	00,11	00,10	00,14	00,12	00,11									
5	00,27	00,28	00,25	00,31	00,24	00,35	00,25	00,24									
6	00,13	00,12	00,14	00,12	00,14	00,13	00,15	00,13									
7	00,09	00,10	00,11	00,13	00,11	00,09	00,12	00,09									
8	00,14	00,14	00,13	00,13	00,14	00,14	00,13	00,14									
9	00,10	00,16	00,14	00,18	00,17	00,16	00,15	00,12									
10	00,12	00,13	00,12	00,12	00,14	00,15	00,11	00,12									
11	00,26	00,26	00,26	00,28	00,26	00,27	00,26	00,25									
12	00,19	00,20	00,21	00,20	00,17	00,18	00,19	00,18									
13	00,08	00,11	00,10	00,11	00,10	00,10	00,11	00,11									
14	00,38	00,35	00,31	00,38	00,36	00,37	00,34	00,36									
15	00,22	00,25	00,25	00,26	00,23	00,26	00,25	00,24									
16	00,12	00,11	00,10	00,11	00,11	00,12	00,11	00,10									
17	00,40	00,40	00,45	00,42	00,48	00,47	00,42	00,44									
18	02,40	02,42	02,47	02,41	02,45	02,40	02,46	02,50									
19	02,01	01,58	01,59	02,02	02,03	01,59	02,00	02,02									

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar.

Para valorar el ritmo, se compara el ritmo real del trabajador, con el ritmo tipo cuyo valor atribuido es de 100, valor que representa al ritmo de trabajo de un operador calificado sin esforzarse en su labor diaria. Una vez obtenidos los tiempos cronometrados y asignados la valoración del ritmo, es posible determinar el tiempo básico o normal de cada uno de los elementos, y así, gracias a los suplementos obtener el tiempo estándar del ciclo.

Tabla 31. Hoja de cálculo del tiempo de ciclo y tiempo estándar.

IMEISA HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTANDAR				
Depart.:	Taller mecánico- Esponjas	Estudio núm.:	1.0	
		Hoja núm.:	1 de 1	
Producto:	Cojín	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
Materiales	Esponja inyectada, esponja, forro.	Fecha:	17/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	01,55	00,11	100,00%	00,11
2	02,29	00,15	100,00%	00,15
3	06,06	00,37	100,00%	00,37
4	01,54	00,11	100,00%	00,11
5	04,33	00,27	100,00%	00,27
6	02,13	00,13	100,00%	00,13
7	01,48	00,11	100,00%	00,11
8	02,19	00,14	100,00%	00,14
9	02,32	00,15	100,00%	00,15
10	02,04	00,12	100,00%	00,12
11	04,21	00,26	100,00%	00,26
12	03,11	00,19	100,00%	00,19
13	01,44	00,10	100,00%	00,10
14	05,52	00,35	100,00%	00,35
15	04,02	00,24	100,00%	00,24
16	01,50	00,11	100,00%	00,11
17	07,19	00,44	100,00%	00,44
18	27,15	02,43	80,00%	02,11
19	20,03	02,00	100,00%	02,00
20	08,40	00,52	100,00%	00,52
Tiempo básico del ciclo				10,40
Suplementos				16,00%
Tiempo Estándar				12,23
Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar				

Determinar los suplementos

Para el estudio de tiempos se considerarán los suplementos por descanso, los cuales permiten al trabajador reponerse de la fatiga y para atender sus necesidades personales, conocidas también como suplementos constantes. Se añade otros suplementos considerados como variables, que dependen de las condiciones de trabajo.

Los valores porcentuales que corresponden a cada suplemento se presentan en el Anexo 6. El cálculo se lo obtiene mediante la suma del valor asignado a cada suplemento dependiendo del género del obrero, dicho valor tomado porcentualmente.

Tabla 32. Hoja de suplementos para el cálculo del tiempo estándar.

HOJA DE SUPLEMENTOS		
Necesidades personales	Hombre	5
Básico por fatiga		4
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	2.5 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	Intermitente y fuerte	2
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo bastante monótono	1
Tedio	Trabajo aburrido	2
Suplementos totales (Unidades)		16

Resumen de tiempos estándar

El desarrollo detallado del estudio de tiempos correspondiente al cálculo del tiempo estándar de todas las operaciones necesarias para obtener un producto terminado, misma que se visualiza en la siguiente tabla:

Tabla 33. Tiempo estándar de las operaciones.

No.	OPERACIÓN	TIEMPO ESTÁNDAR
1	Fabricación del cojín	12,23
2	Fabricación del espaldar	7,15
3	Fabricación de estructura del espaldar	10,02
4	Fabricación de la base del asiento	29,48
5	Fabricación de la estructura de la pisadera	6,13
6	Fabricación de la estructura de la pata del asiento	13,19
7	Fabricación de la estructura de soporte del cojín	4,16
8	Fabricación del forro del cojín	7,25
9	Fabricación del forro del espaldar	9,37
10	Pintar la estructura	25,21
11	Ensamblar la estructura	24,58
12	Ensamblar asiento con tapicería	54,03
	<i>Total</i>	3 h 24 min 40 seg

Con la información mostrada en la tabla anterior es posible establecer el VSM actual de la empresa.

4.2.3. VSM actual de la empresa y VSM a futuro

Con toda la información recopilada anteriormente se desarrolló un mapa de flujo de valor actual que permitió identificar las operaciones que aportan valor al producto, esta representación contempló el análisis de todas las comunicaciones e información relativa al proceso, de modo que todos estos factores reflejen el conjunto de las variables que afecta el sistema.

Después de haber desarrollado un Mapa de Flujo de Valor Actual, el siguiente paso fue desarrollar el VSM a futuro, mismo que permitió priorizar acciones futuras de mejora, al identificar las oportunidades que se presentan en cada una de las actividades y comunicaciones.

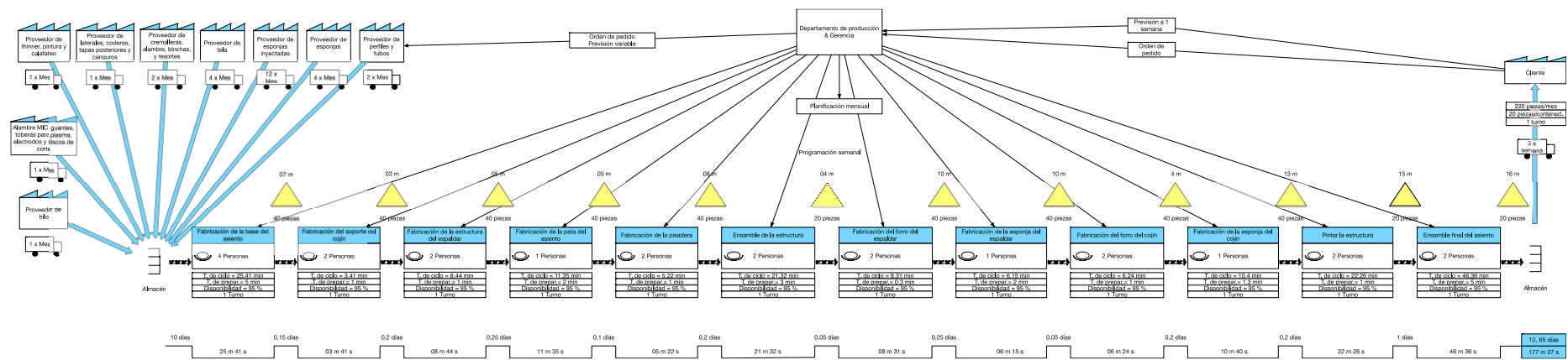


Figura 17. VSM actual de la empresa.

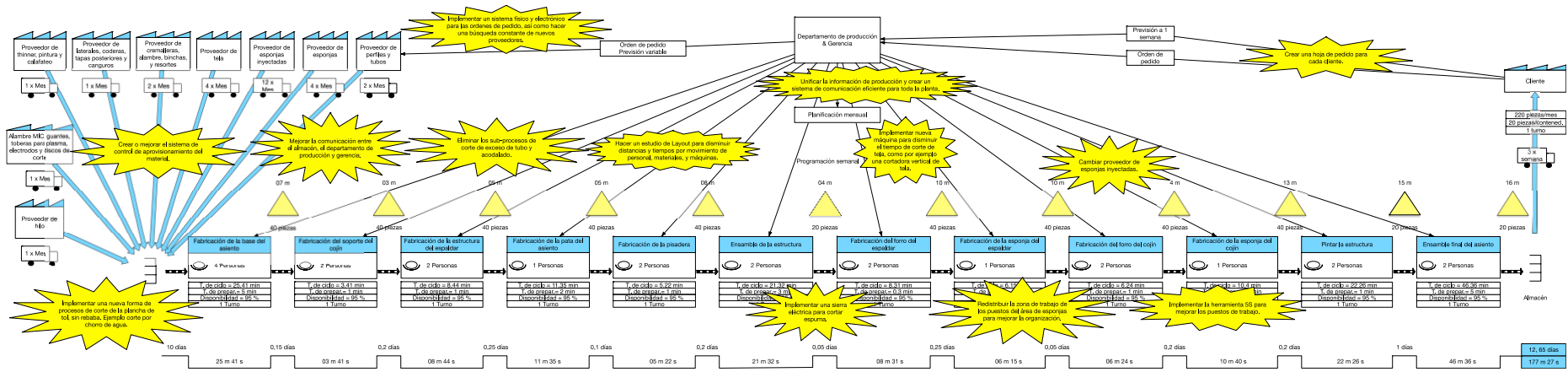


Figura 18. VSM a futuro de la empresa

Se determinó que los proveedores hagan entrega de materiales una vez al mes con la materia prima para la utilización de la producción y en fechas específicas del mes para evitar problemas de desabastecimiento y tiempo mal utilizado por la recepción de materia prima.

Se estableció que la nueva forma de ordenar productos a los proveedores de manera electrónica para evitar visitas a proveedores, si existieran cambios sobre los productos solicitados por la empresa, se hará la respectiva modificación a las órdenes de pedido con tiempo y de manera formal.

Se implementó un sistema de transporte de materia prima, subproductos y producto terminado en el interior de la planta, para mejorar el confort del operador al transportar subproductos y materia prima, y también para disminuir tiempo en su transportación.

Se realizó un estudio y análisis de Layout y se redistribuyó los puestos de trabajo para disminuir los movimientos innecesarios.

Se eliminó procesos de acodalado y corte de exceso de material con la implementación de una dobladora neumática automatizada que garantizará una mayor exactitud en el doblado y eliminará reprocesos.

Se implementó un nuevo sistema de corte de planchas de tol mediante la técnica de chorro de agua para espesores de hasta 15 mm, para disminuir el tiempo de corte del material y para eliminar el proceso de limado de la rebaba que deja el método de corte actual.

Cambio de la forma de fabricación para crear una línea de producción continua y evitar los tiempos muertos por tiempo en espera del siguiente proceso.

Implementación de una sierra de corte de tela para disminuir el tiempo de corte de la tela.

Implementar una forma de comunicación automatizada para siempre tener al tiempo la conexión entre procesos.

Redistribución de los puestos de trabajo de la zona de las esponjas para incrementar su productividad y disminuir los tiempos de fabricación.

4.3. Implementación de la metodología 5S's

De acuerdo a la información que se muestra en la etapa anterior, el mapa de flujo de valor, se ha observado que una de las mejoras posibles para la empresa es la aplicación de 5S en el área de fabricación de las esponjas, por lo cual a continuación se desarrolló e implementó la técnica de las 5S en dicha área con el objetivo de mejorar el aspecto de dicha área, mejorar el orden, mejorar la forma de comunicación entre los operarios y otras áreas, incrementar la seguridad para los operarios, disminuir los movimientos innecesarios e incrementar el espacio en el almacén.

Por otro lado, se desarrolló el plan de implementación para toda la empresa, lo cual comprende el área de taller mecánico, el área de costura, el área de pintura y el almacén, con el desarrollo del comité de implementación en el área, el cronograma de implementación de las 5S's, Layout del área, y el estado actual en el que se encuentra el área; dicha información se encuentra en los anexos 15, 16, 17, 18.

4.3.1. Diagnóstico de la aplicabilidad de las 5S

Para determinar si es necesario la aplicación de la metodología se realizó una encuesta a todos los trabajadores de la empresa para realizar un diagnóstico de la situación de la misma. Dicha encuesta se muestra en el anexo 8 y sus resultados se evidencian a continuación:

Tabla 34. Tabulación de las respuestas de la encuesta.

RESPUESTAS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA IMEISA																						
PREG.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	a/si	b/no
1	b	a	a	b	b	b	b	a	b	a	a	a	A	A	b	b	b	b	a	b	9	11
2	b	b	b	b	b	a	b	a	a	a	a	b	A	A	a	b	b	b	b	a	9	11
3	si	si	no	si	no	si	si	no	no	no	no	no	si	No	si	si	no	si	si	si	11	9
4	no	si	si	no	si	si	si	si	no	si	no	no	no	Si	si	si	si	si	no	no	12	8
5	no	si	si	si	si	no	no	no	no	si	si	si	si	Si	si	no	si	no	si	no	12	8
6	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	Si	si	si	no	si	si	no	6	14
7	no	si	si	no	si	si	no	no	no	si	no	no	no	Si	si	si	si	si	no	si	11	9
8	si	si	si	no	no	si	no	no	si	no	no	no	no	Si	si	si	no	si	si	si	11	9
9	si	si	no	no	si	no	si	no	no	si	no	no	no	Si	si	si	no	no	no	si	9	11

De lo cual se deriva las siguientes conclusiones:

- Puede mejorar la limpieza y el orden.
- Hay elementos de máquinas dañados a ser reemplazados.
- Hace falta instrucciones para la debida comprensión de todo el personal y existe desinterés por parte de los trabajadores.
- Existen movimientos innecesarios en los procesos.

4.3.2. Socialización del proyecto al personal

Después de haber determinado la necesidad de la implementación de la herramienta 5S fue necesario hacer un acercamiento de los trabajadores con la herramienta, para vincularlos en su desarrollo y obtener mejores resultados posteriormente, a continuación, se muestra una imagen de la capacitación sobre el tema 5S a los trabajadores.



Herramientas LEAN: 5S

Mestrado em Engenharia Mecânica - Produção Industrial

IMEISA

Juan Carlos Barrera León^{1,2}, Maria Leopoldina Alves¹, Mario Pereira¹, Christian Mariño²

2162378@my.ipleiria.pt, leopoldina.alves@ipleiria.pt, mario.pereira@ipleiria.pt, christianmarino@uta.edu.ec

¹Instituto Politécnico de Leiria (IPL)

²Universidad Técnica de Ambato (UTA)

Figura 20. Presentación: Herramientas LEAN: 5S.

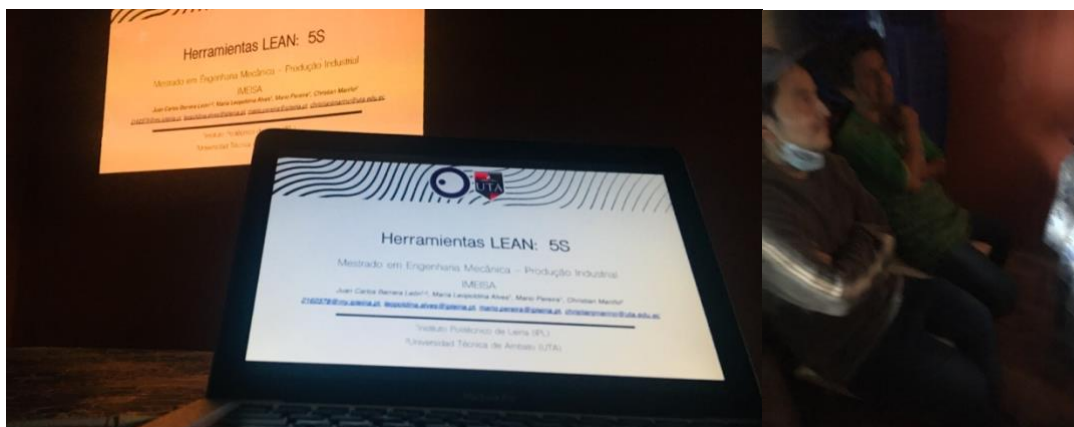


Figura 21. Desarrollo de la socialización del proyecto a los empleados.

4.3.3. Determinación del área piloto de aplicación

De acuerdo con los análisis previos, se determinó que el área de implementación de las 5S's sería el área de fabricación de tapizado y esponjas, debido a que presenta una gran necesidad de incrementar el orden, la limpieza, disminuir movimientos innecesarios y los usuarios del área tienen la pre disponibilidad del cambio a la implementación de la metodología 5S. A continuación, se estableció la organización para el desarrollo de las actividades de las 5S's, misma que se muestra a continuación.

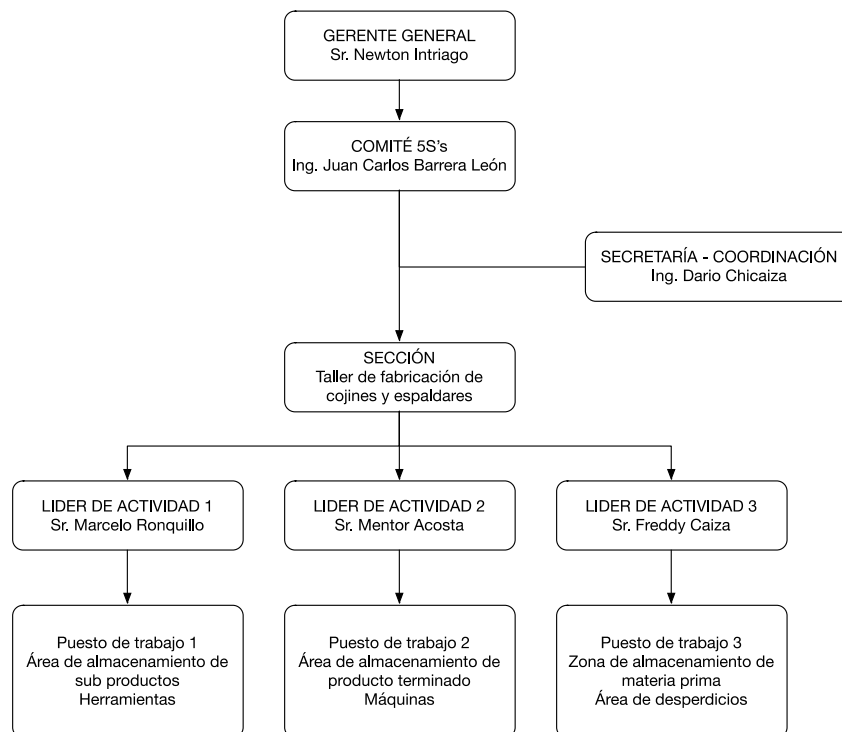


Figura 22. Organización del comité de la implementación 5S

El área de tapizado y esponjas tiene la siguiente organización de los puestos de trabajo y las distintas áreas de almacenamiento de materias primas, sub productos, productos terminados y desechos.

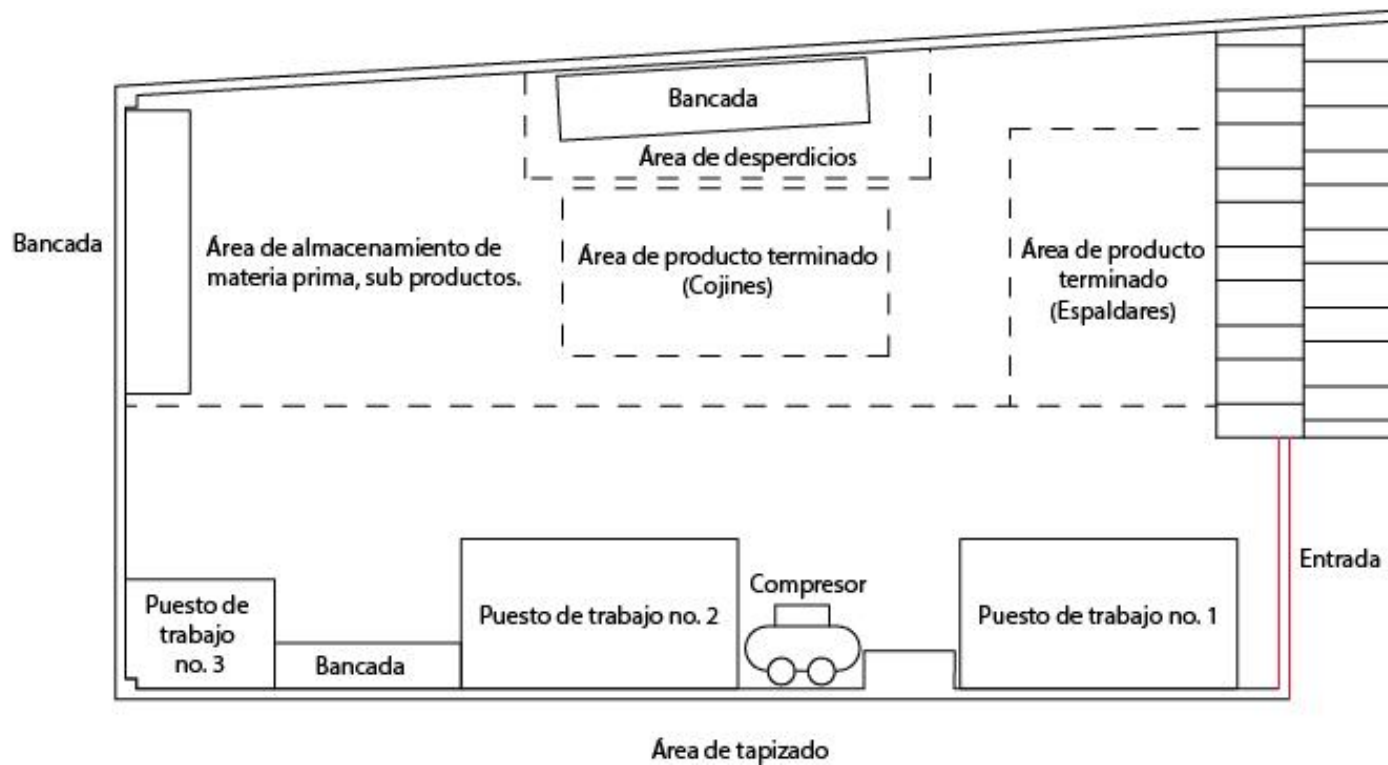


Figura 23. Layout del área de Tapizado.

4.3.4. Levantamiento de información del estado actual del área

Las condiciones del área a estudiar se pueden mostrar a continuación en una serie de imágenes que muestran las condiciones en las que se encontraba el área antes de la implementación de la metodología 5S.

Tabla 35. Condiciones previas del área a intervenir con la metodología 5S.

No.	ZONA	IMAGEN	No.	ZONA	IMAGEN
1	Zona de almacenamiento de cojines		5	Zona del compresor	
2	Zona de almacenamiento de subproductos		6	Puesto de trabajo No. 2 de fabricación de cojines y espaldares	
3	Zona de forrado de cojines		7	Zona de almacenamiento de los espaldares	
4	Puesto de trabajo No. 1 de fabricación de cojines y espaldares		8	Zona de desechos	

Fecha: 12 de marzo del 2018

4.3.5. Cronograma de implementación del programa 5S

Para realizar de la mejor manera las actividades de la implementación de las 5S's se desarrolló un cronograma de actividades de forma semanal y mensual, con el fin de conseguir los objetivos que exige las 5S's, tales cronogramas se muestran a continuación:

Tabla 36. Cronograma de implementación de las 5S's.

Planificación															
Actividades de las 5S	Proyecto (Desde MARZO hasta MAYO de 2018)												Fecha:	12 de marzo del 2018	
Nombre del Proyecto:		Objetivo (razón de elección):										Nombre del Grupo:			
Mejoramiento del proceso de fabricación de cojines y espaldares		Existe un alto índice de desorganización Existen movimientos innecesarios										Esponjas			
Sección	Área de tapizado y esponjas	Existe un bajo índice de limpieza en el área										Miembros: (Líder) Ing. Juan Carlos Barrera Sr. Marcelo Ronquillo, Sr Mentor Acosta, Sr. Freddy Caiza			
No. registro:	No aplica	Puede mejorar la organización del área										Comentario de Ejecución			
Proceso	Actividades	Mes	MARZO				ABRIL				MAYO			Tiempo	
		Semana	5-	12-	19-	26-	2-	9-	16-	23-	30-	1-	7-	Gastos	
SEIRI Clasificación	Analizar el área de implementación y hacer un diagnóstico.	Plan	■								Hora: 40		El tiempo del ciclo es muy largo, por lo cual es necesario reducir el mismo. El área de almacenamiento no está definida. La socialización con el personal se realizará en 2 sesiones. Nota: costo de alquiler del proyector por presentación: 7,50 dólares.		
		Ejecución		■							\$: 15				
	Socialización del proyecto con el personal.	Plan		■											
	Ejecución			■											
Crear las fichas y realizar la clasificación de cosas.	Plan	■													
	Ejecución			■											
SEITON Ordenar	Excluir procesos innecesarios, o mejorarlos.	Plan		■								Hora: 25		Es necesario la adquisición de implementos para mejorar la organización en los puestos de trabajo y herramientas.	
		Ejecución			■							\$: 90			
Establecer el lugar para cada cosa y organizar las áreas.	Plan				■										
	Ejecución				■										
SEISO Limpiar	Establecer las reglas para realizar la limpieza del área e implementar la limpieza.	Plan		■								Hora: 16		Las limpiezas son programadas de forma diaria.	
		Ejecución			■								\$: 15		
SEIKETSU Estandarizar	Realizar fichas de estandarización y aplicarlas.	Plan	■								Hora: 24		Es necesario la adquisición de implementos para la estandarización.		
		Ejecución		■								\$: 6			
SHITSUKE Disciplina	Realizar auditorías de las 3S.	Plan							■				Hora: 32		Las auditorías son semanales.
		Ejecución								■		\$: 10			
Las 5S	Problema y Siguiete Plan: No existe una planificación posterior a la implementación.	Comentario de jefe: Se sugiere hacer supervisiones posteriores a la implementación.									Total	Comentario de Comité:			
											Hora:	Ningún comentario.			
											\$:				

Tabla 37. Cronograma de implementación SEIRI & SEITON.

PLAN DE SEIRI y SEITON			Sección: Área de tapizado y esponjas										Líder: Ing. Juan C. Barrera		12/03/2018	
1	PUNTO DE OBJETO	Responsable	Mes													Comentario
			Semana	Marzo	19-	26-	Abril			Mayo						
				12-	19-	26-	2-	9-	16-	23-	30-	1-	7-			
2	Puesto de trabajo no. 1	Sr. Marcelo Ronquillo	Plan												Ninguno	
			Ejecutado													
3	Puesto de trabajo no. 2	Sr. Mentor Acosta	Plan												Ninguno	
			Ejecutado													
4	Puesto de trabajo no. 3	Sr. Freddy Caiza	Plan												Ninguno	
			Ejecutado													
5	Área de almacenamiento de materia prima	Sr. Freddy Caiza	Plan												Ninguno	
			Ejecutado													
6	Área de almacenamiento de productos en proceso	Sr. Marcelo Ronquillo	Plan												Ninguno	
			Ejecutado													
7	Área de productos terminados	Sr. Mentor Acosta	Plan												Ninguno	
			Ejecutado													
8	Herramientas	Sr. Marcelo Ronquillo	Plan												Ninguno	
			Ejecutado													
9	Máquinas	Sr. Mentor Acosta	Plan												Ninguno	
			Ejecutado													

Tabla 38. Calendario de revisión anual de las 5S's.

5S CALENDARIO DE AÑO (2018)											
Sección:	Área de tapizado y esponjas	Lugar:		Taller			Responsable:		Ing. Juan Carlos Barrera		
No.	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Revisar (o pintar) de piso y las líneas del piso	■							■		
3	Revisar (o pintar) paredes		■							■	
6	Revisar las condiciones de la iluminación			■							■
7	3S del puesto de trabajo #1				■						
8	3S del puesto de trabajo #2				■						
9	3S del área de almacenamiento de material prima					■					
10	3S del área de almacenamiento de subproductos					■					
11	Mantenimiento de compresores						■				
12	3S de herramientas							■			

Meses del año: 1 = Marzo, 2 = Abril, 3 = Mayo, 4 = Junio, 5 = Julio, 6 = Agosto, 7 = Septiembre, 8 = Octubre, 9 = Noviembre, 10 = Diciembre.
 3S = clasificación, limpieza, orden.

4.3.6. Implementación del primer censo, Seiri

Se implementó el primer censo, que es Seiri (clasificación y eliminación), en donde se separó y clasificó los elementos necesarios (herramientas, piezas, documentos, etc.) para el puesto de trabajo, y de tal manera se pudo controlar el flujo de cosas que producen desperdicios, para lo cual se utilizó tarjetas rojas con el formato que se muestra en el Anexo 9, en donde se mantuvo un criterio ordenado de actualización a partir de una lista de chequeo que se muestra en el Anexo 10. A continuación se muestra la forma en la que se implementó el primer censo en la empresa en el área de tapizado y esponjas y en donde fue ubicado cada tarjeta roja, así como la ficha de chequeo con la información obtenida por medio de las fichas rojas que sirvió para eliminar los objetos que no son necesarios en los puestos de trabajo y en el área en general.



Figura 24. Aplicación de las tarjetas rojas.

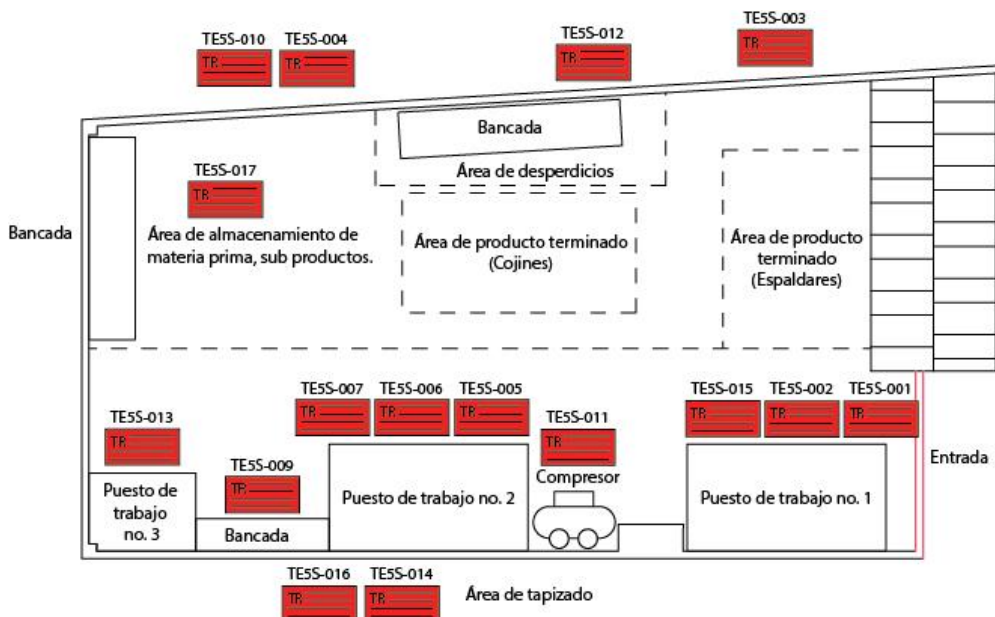


Figura 25. Ubicación de las fichas rojas en el área de tapizado y esponjas.

Tabla 39. Ficha de control de las tarjetas rojas.

No.	Fecha	Descripción	Categoría	Razón	Fecha realización	Acción	Responsable	Ubicación
TE5S-001	22/3/17	El puesto de trabajo 1 se encuentra sucio.	Equipo de oficina	Sucio	23/3/17	Limpiar	Sr. Marcelo Ronquillo	Puesto de trabajo 1
TE5S-002	22/3/17	Cubetas vacías de cemento de contacto en el puesto de trabajo.	Cubetas, recipientes	Contaminante	23/3/17	Eliminar	Sr. Marcelo Ronquillo	Puesto de trabajo 1
TE5S-003	22/3/17	Estructura de muestra fuera de lugar y en malas condiciones.	Refacciones	Sucio	26/3/17	Limpiar	Sr. Marcelo Ronquillo	Otro
TE5S-004	22/3/17	Cortadora de césped en medio del área de trabajo.	Maquinaria	Desordenado	26/3/17	Ordenar	Sr. Mentor Acosta	Otro
TE5S-005	22/3/17	El compresor se encuentra sucio, así como el lugar de su ubicación.	Maquinaria	Sucio	26/3/17	Limpiar	Sr. Mentor Acosta	Puesto de trabajo 2
TE5S-006	22/3/17	Desperdicios, materia prima y herramientas debajo del puesto de trabajo.	Materia prima	Lugar de trabajo desordenado y sucio.	23/3/17	Limpiar	Sr. Mentor Acosta	Puesto de trabajo 2
TE5S-007	22/3/17	Herramientas, pernos y grapas desordenadas.	Accesorios o herramientas	Desordenado	23/3/17	Puesto de trabajo 2	Sr. Mentor Acosta	Puesto de trabajo 2
TE5S-008	22/3/17	Existen cubetas sin usar y fuera de lugar en el área de almacenamiento.	Cubetas, recipientes	Contaminante	26/3/17	Almacenamiento de sub productos	Sr. Freddy Caiza	Almacenamiento de sub productos
TE5S-009	22/3/17	Herramientas de trabajo desordenadas.	Accesorios o herramientas	Desordenado	27/3/17	Puesto de trabajo 2	Sr. Mentor Acosta	Puesto de trabajo 2
TE5S-010	22/3/17	Pisaderas plásticas en el área de almacenamiento de sub productos.	Materia prima	No se necesita	26/3/17	Otro	Sr. Marcelo Ronquillo	Otro
TE5S-011	22/3/17	Falta de señalización de la ubicación del tanque de gas.	Señalización	Falta de información	27/3/17	Otro	Ing. Juan Barrera	Otro
TE5S-012	22/3/17	Asientos terminados para muestra desordenados.	Producto de muestra	Desordenado	26/3/17	Otro	Ing. Juan Barrera	Otro
TE5S-013	29/3/17	La mesa de trabajo se encuentra en pésimas condiciones.	Mesa de trabajo	Defectuoso	12/4/17	Puesto de trabajo 3	Ing. Juan Barrera	Puesto de trabajo 3
TE5S-014	29/4/17	Las cajas de herramientas e insumos están defectuosos y sucios.	Cubetas, recipientes	Defectuoso	0/1/00	Puesto de trabajo 2	Ing. Juan Barrera	Puesto de trabajo 2
TE5S-015	29/3/17	Cajones de las herramientas desordenados.	Accesorios o herramientas	Desordenado	5/4/17	Puesto de trabajo 1	Sr. Marcelo Ronquillo	Puesto de trabajo 1
TE5S-016	3/4/17	Falta de señalización de los estantes y cajones.	Cubetas, recipientes	Desordenado	2/4/17	Puesto de trabajo 2	Ing. Juan Barrera	Puesto de trabajo 2
TE5S-017	3/5/17	No existe una adecuada señalización de los lugares de almacenamiento del material.	Señalización del piso	Señalización	9/4/17	Almacenamiento de sub productos	Ing. Juan Barrera	Almacenamiento de sub productos

4.3.7. Implementación del segundo censo, Seiton

Se implementó el segundo censo denominado Seiton, que es la práctica de ordenar, en donde se determinó un lugar para cada cosa, también se realizó la señalización adecuada para el almacenamiento de herramientas, subproductos y productos en el puesto de trabajo, así como también, se señaló el lugar en el que tienen que encontrarse la maquinaria para que los operadores puedan disminuir el tiempo de búsqueda y mantener ordenado todo en los puestos de trabajo. Para ordenar las cosas se tomó en cuenta los criterios de utilización según la frecuencia de uso, a continuación, se muestra un diagrama de los puestos de trabajo con la señalización adecuada y la ubicación de las áreas de trabajo y almacenamiento para hacer más eficiente y ordenado el departamento.


También se desarrolló una Orden de fin de turno para mantener el orden al final del día, misma ficha que se muestra en el Anexo 11 y que sirve para volver al estándar basado en un control visual del puesto de trabajo y por supuesto una hoja de chequeo de realización de la actividad.

Tabla 40. Orden de limpieza al final de turno.

ÁREA:		Área de tapizado y esponjas		
Objetivo	Control	Normal	Anormal	Acción
5S	Control visual	Situación igual a la foto	Situación diferente a la foto	La persona que utilice el puesto debe volver al estándar inmediatamente.
<i>Ordenar, con la premisa de que debería haber un lugar para todo y todo debería estar en su lugar. Mantener el puesto de trabajo y el departamento ordenado siempre, para disminuir el tiempo de búsqueda de herramientas y otros elementos, así como también evitar movimientos innecesarios.</i>				
Observaciones:	Realizar esta verificación del puesto de trabajo todos los días al finalizar el turno.			
Ubicación de la ficha:	Área de tapizado y esponjas		Responsable de la zona:	Sr. Marcelo Ronquillo Sr. Mentor Acosta
Inspector:	Ing. Juan Carlos Barrera		Fecha:	3 de abril

4.3.8. Implementación del tercer censo, Seiso

Posteriormente se implementó el tercer censo, denominado Seiso que hace referencia a la limpieza, para lo cual se creó una hoja de chequeo de limpieza diaria de los puestos de trabajo al final del turno, a continuación, se muestra la ficha de limpieza del puesto de trabajo número 1, mientras que el resto de las fichas y el formato de la ficha de la limpieza diaria se encuentran en el Anexo 12.



FICHA DE LIMPIEZA DIARIA			
Puesto de trabajo	Responsable	Fecha	Firma
Puesto de trabajo 1 & Área de almacenamiento de sub productos	Sr. Mentor Acosta	19/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		20/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		21/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		22/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		23/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		26/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		27/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		28/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		29/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		30/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		31/03/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		02/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		03/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		04/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		05/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		06/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		07/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		09/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		10/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		11/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		12/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		13/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		14/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		16/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		17/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		18/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		19/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		20/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		21/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		23/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		24/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
		25/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>
26/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>		
27/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>		
28/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>		
30/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>		
01/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>		
02/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>		
03/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>		
04/04/2018	<i>Mentor Acosta S</i>		

Figura 26. Hoja de limpieza diaria del puesto No. 1

4.3.9. Implementación del cuarto censo, Seiketsu

El cuarto censo, denominado *seiketsu* (estandarización) se implementó para consolidar los tres primeros censos y para que sus efectos sean perdurables, para lo cual se utilizó una ficha de auditorías de los puestos de trabajo, misma ficha que se encuentra en el Anexo 13, a continuación, se muestran los resultados de las auditorías con el progreso que ha tenido el área con respecto a los objetivos de las 5S's.

Tabla 41. Estándares de orden y limpieza

<i>ÁREA: Área de tapizado y esponjas</i>						
ESTANDAR DE ORDEN Y LIMPIEZA				NO. DE FICHA		
Zona de limpieza	Elementos de limpieza	Equipo de protección	Respon.	Tiempo	Frecuencia	Doc. de ref.
<i>Puesto de trabajo 1</i>	Escoba	Ninguno	Operador del puesto	5 min.	Cada turno	N/A
<i>Puesto de trabajo 2</i>	Escoba	Ninguno	Operador del puesto	5min.	Cada turno	N/A
<i>Puesto de trabajo 3</i>	Escoba	Ninguno	Operador del puesto	5min.	Cada turno	N/A
<i>Zona de almacenamiento de materia prima</i>	Escoba	Mascarilla	Sr. Freddy Caiza	5min.	Cada turno	N/A
<i>Zona de almacenamiento de productos en proceso</i>	Escoba	Mascarilla	Sr. Mentor Acosta	5min.	Cada turno	N/A
<i>Zona de almacenamiento de producto final</i>	Escoba	Mascarilla	Sr. Marcelo Ronquillo	5min.	Cada turno	N/A
<i>Maquinaria</i>	Estropajo Detergente	Guantes	Sr. Marcelo Ronquillo	10 min.	Semanal	N/A
<i>Herramientas</i>	Estropajo Thinner	Guantes	Sr. Mentor Acosta	5 min.	Semanal	N/A

4.3.10. Implementación del quinto censo, Shitsuke

El último censo que es *shitsuke* o disciplina fue implementada para crear hábitos en los trabajadores y que estos acepten de buen grado la estandarización con una cultura de autocontrol para hacer perdurable el proyecto, lo cual se logró en base a la estabilización de los diferentes mecanismos utilizados en las etapas anteriores, que permitieron el control visual y estadístico del proyecto. Para visualizar los cambios y observar si se ha incrementado la disciplina y se ha mantenido, se realizaron auditorías del proyecto de implementación 5S's de forma semanal y se realizó un diagrama de radar para observar el crecimiento de la disciplina. La ficha de las auditorías se muestra en el Anexo 14.

Tabla 42. Auditorías de la implementación de las 5S's al seleccionar y ordenar.

FORMATO DE EVALUACIÓN		16-mar	23-mar	29-mar	6-abr	13-abr	20-abr	27-abr	4-may
<i>No.</i>	Seleccionar	Calif.	Calif.	Calif.	Calif.	Calif.	Calif.	Calif.	Calif.
1	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso	3	3	3	3	3	4	4	4
2	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso	2	2	2	3	3	3	4	5
3	Existen objetos sin uso en los pasillos	0	1	2	3	4	4	4	5
4	Pasillos libres de obstáculos	0	1	1	2	3	4	4	4
5	Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso	1	1	2	3	3	3	4	5
6	Se cuenta con solo lo necesario para trabajar	1	1	2	2	3	3	3	4
7	Los cajones se encuentran bien ordenados	1	1	1	2	3	4	4	5
8	Se ven partes en lugares diferentes a su lugar asignado	1	1	2	2	4	4	4	5
9	Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente	0	1	1	2	4	4	4	5
10	El área está libre de cajas de papeles u otros objetos	0	0	1	2	3	3	4	4
	Ordenar	Calif.	Calif.	Calif.	Calif.	Calif.	Calif.	Calif.	Calif.
11	Las áreas están debidamente identificadas	1	1	1	3	3	4	4	4
12	No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo	1	1	2	3	4	4	4	5
13	Los botes de basura están en el lugar designado para éstos	0	0	1	2	3	3	3	4
14	Lugares marcados para todo el material de trabajo	0	1	1	1	2	3	3	3
15	Todas las sillas y mesas están en el lugar designado	1	2	2	2	2	3	3	4
16	Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados	1	1	2	3	3	4	4	5
17	Todas las identificaciones de estantes están actualizadas y se respetan	1	1	1	2	2	3	3	3
Guía de calificación: 0 = Inexistente, 1 = Malo, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4 = Muy bueno, 5 = Excelente									

Tabla 43. Auditoría de la implementación de las 5S's, al limpiar y estandarizar.

FORMATO DE EVALUACIÓN		16-mar	23-mar	29-mar	6-abr	13-abr	20-abr	27-abr	4-may
	<i>Limpiar</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>
18	Los escritorios se encuentran limpios	1	1	1	2	3	4	4	4
19	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias	1	1	2	2	3	4	4	4
20	Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas	1	1	1	2	3	3	4	4
21	Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias	1	1	1	2	3	4	4	5
22	Las mesas están libres de polvo, manchas y residuos.	1	2	2	2	2	3	4	4
23	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	0	1	2	3	3	4	4	5
	<i>Estandarizar</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>	<i>Calif.</i>
24	Todos los contenedores cumplen con el requerimiento de la operación	1	1	1	2	3	3	3	4
25	El personal usa la vestimenta adecuada dependiendo de sus labores	0	0	2	2	4	4	4	4
26	Todas las mesas, sillas y carritos son iguales	0	0	0	1	2	3	3	3
27	Todo los instructivos cumplen con el estándar	1	1	1	2	3	3	4	4
28	La capacitación está estandarizada para el personal del área	1	2	2	3	3	4	4	5
Guía de calificación: 0 = Inexistente, 1 = Malo, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4 = Muy bueno, 5 = Excelente									

Después de haber implementado las 5S's las condiciones laborales del lugar de trabajo en el área han mejorado notablemente, de tal manera a continuación se muestran imágenes actuales del área después de la ejecución de las 5S's.

Tabla 44. Área de trabajo despues de la implementación 5S's

No.	ZONA	IMAGEN	No.	ZONA	IMAGEN
1	Zona de almacenamiento de cojines		5	Zona del compresor	
2	Zona de almacenamiento de subproductos		6	Puesto de trabajo No. 2 de fabricación de cojines y espaldares	
3	Zona de forrado de cojines		7	Zona de almacenamiento de los espaldares	
4	Puesto de trabajo No. 1 de fabricación de cojines y espaldares		8	Zona de desechos	

Fecha: 04 de mayo del 2018

V. Resultados

5.1. Resultados del VSM

A partir de la información obtenida en el apartado anterior, por medio de la observación de la implementación de la herramienta de mapeo del flujo de valor (VSM) es posible calcular la eficiencia de cada proceso y la eficiencia general con la siguiente ecuación:

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} \quad (1)$$

Donde:

IEP Incremento de la eficiencia del proceso

TAP Tiempo actual del proceso

TCPIM Tiempo conceptual del proceso al implementar mejoras

5.1.1. Incremento de la eficiencia total del proceso de fabricación

El incremento de la eficiencia del proceso de fabricación de un asiento doble para pasajero de un bus interprovincial es del 14%, de acuerdo con el desarrollo al cálculo mostrado a continuación.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{177 \text{ min } 27 \text{ s} - 152 \text{ min } 37 \text{ s}}{177 \text{ min } 27 \text{ s}} = \frac{24,83}{177,45} = 14,0\% \quad (2)$$

5.1.2. Incremento de la eficiencia de acuerdo con cada proceso

Al igual que el apartado anterior, el cálculo de cada incremento de la eficiencia de cada proceso está basado en la información proporcionada por el VSM actual y el VSM conceptual para cada uno de los procesos y sus tiempos.

Incremento de la eficiencia del proceso la fabricación de la base del asiento.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{25 \text{ min } 41 \text{ S} - 20 \text{ min } 31 \text{ s}}{25 \text{ min } 41 \text{ s}} = \frac{5,17}{25,68} = 20,13\% \quad (3)$$

Incremento de la eficiencia del proceso de la fabricación del soporte del cojín.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{3 \text{ min } 41 \text{ S} - 3 \text{ min } 41 \text{ s}}{3 \text{ min } 41 \text{ s}} = \frac{0}{3,68} = 0\% \quad (4)$$

Incremento de la eficiencia del proceso de la fabricación de la estructura del espaldar.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{8 \text{ min } 44 \text{ S} - 5 \text{ min } 7 \text{ s}}{8 \text{ min } 44 \text{ s}} = \frac{3,62}{8,73} = 41,46\% \quad (5)$$

Incremento de la eficiencia del proceso de la fabricación de la pata del asiento.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{11 \text{ min } 35 \text{ S} - 10 \text{ min } 52 \text{ s}}{11 \text{ min } 35 \text{ s}} = \frac{0,72}{11,58} = 6,21\% \quad (6)$$

Incremento de la eficiencia del proceso de la fabricación de la pisadera.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{5 \text{ min } 22 \text{ S} - 5 \text{ min } 22 \text{ s}}{5 \text{ min } 22 \text{ s}} = \frac{0}{5,37} = 0\% \quad (7)$$

Incremento de la eficiencia del proceso del ensamble de la estructura.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{21 \text{ min } 32 \text{ S} - 21 \text{ min } 32 \text{ s}}{21 \text{ min } 32 \text{ s}} = \frac{0}{21,32} = 0\% \quad (8)$$

Incremento de la eficiencia del proceso de la fabricación del forro del espaldar.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{8 \text{ min } 31 \text{ S} - 6 \text{ min } 13 \text{ s}}{8 \text{ min } 31 \text{ s}} = \frac{2,30}{8,52} = 27,0\% \quad (9)$$

Incremento de la eficiencia del proceso de fabricación de la esponja del espaldar.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{6 \text{ min } 15 \text{ S} - 5 \text{ min } 15 \text{ s}}{6 \text{ min } 15 \text{ s}} = \frac{1,0}{6,25} = 16,00\% \quad (10)$$

Incremento de la eficiencia del proceso de la fabricación del forro del cojín.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{6 \text{ min } 24 \text{ S} - 5 \text{ min } 27 \text{ s}}{6 \text{ min } 24 \text{ s}} = \frac{0,95}{6,40} = 14,84\% \quad (11)$$

Incremento de la eficiencia del proceso de la fabricación de la esponja del cojín.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{10 \text{ min } 40 \text{ S} - 9 \text{ min } 40 \text{ s}}{10 \text{ min } 40 \text{ s}} = \frac{1,0}{10,67} = 9,37\% \quad (12)$$

Incremento de la eficiencia del proceso de pintura de la estructura.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{22 \text{ min } 26 \text{ S} - 13 \text{ min } 58 \text{ s}}{22 \text{ min } 22 \text{ s}} = \frac{8,48}{22,43} = 37,8\% \quad (13)$$

Incremento de la eficiencia del proceso del ensamble final del asiento.

$$IEP = \frac{TAP - TCPIM}{TAP} = \frac{46 \text{ min } 36 \text{ s} - 44 \text{ min } 59 \text{ s}}{46 \text{ min } 36 \text{ s}} = \frac{1,62}{46,60} = 2,11\% \quad (14)$$

A continuación, se muestra una tabla que condensa el incremento de la eficiencia en cada uno de los procesos y el incremento total de la eficiencia en la fabricación de un asiento doble para pasajeros de buses interprovinciales.

Tabla 45. Incremento de la eficiencia en los procesos.

Procesos	Tiempo actual del proceso	Tiempo estimado después de la implementación de las mejoras	Incremento porcentual de eficiencia
<i>Fabricación de la base del asiento</i>	25 min. 41 seg.	20 min. 31 seg.	20,13%
<i>Fabricación del soporte del cojín.</i>	03 min. 41 seg.	03 min. 41 seg.	00,00%
<i>Fabricación de la estructura del espaldar.</i>	08 min. 44 seg.	05 min. 07 seg.	41,46%
<i>Fabricación de la pata del asiento.</i>	11 min. 35 seg.	10 min. 52 seg.	06,21%
<i>Fabricación de la pisadera.</i>	05 min. 22 seg.	05 min. 22 seg.	00,00%
<i>Ensamble de la estructura.</i>	21 min. 32 seg.	21 min. 32 seg.	00,00%
<i>Fabricación del forro del espaldar.</i>	08 min. 31 seg.	06 min. 13 seg.	27,00%
<i>Fabricación de la esponja del espaldar.</i>	06 min. 15 seg.	05 min. 15 seg.	16,00%
<i>Fabricación del forro del cojín.</i>	06 min. 24 seg.	05 min. 27 seg.	14,84%
<i>Fabricación de la esponja del cojín.</i>	10 min. 40 seg.	09 min. 40 seg.	09,37%
<i>Proceso de pintura de la estructura.</i>	22 min. 26 seg.	13 min. 58 seg.	37,80%
<i>Ensamble final del asiento.</i>	46 min. 36 seg.	44 min. 59 seg.	02,11%
<i>Incremento total de la eficiencia en la fabricación del asiento.</i>	177 min. 27 seg.	152 min. 37 seg.	14,00%

En la tabla anterior podemos observar el impacto que tiene los cambios conceptuales en los diferentes procesos, en donde en general el incremento de eficiencia es del 14%, lo cual en términos de rendimiento es un incremento representativo, que por supuesto conlleva la disminución de tiempos de producción y disminuye el costo de fabricación del producto, haciendo a la empresa más competitiva.

5.2. Resultados 5S's

A partir de la información obtenida en el apartado anterior, por medio de la observación de la implementación de la herramienta 5S's se puede establecer que después de haber realizado la ejecución de la herramienta, se ha podido realizar una valoración a nivel visual y a nivel estadístico de las mejoras producidas en el área de implementación.

A continuación, se muestra varias tablas y diagramas con la evolución del área en relación con aspectos relacionados a las 5S's, a través del tiempo de aplicación de la herramienta.

Tabla 46. Resultados de las auditorías sobre índices 5S's.

ITEM	16 MAR	23 MAR	29 MAR	6 ABR	13 ABR	20 ABR	27 ABR	4 MAY
GENERAL	15,71%	21,43%	30,00%	45,00%	60,00%	70,71%	75,00%	85,71%
SELECCIÓN	18,00%	24,00%	34,00%	48,00%	66,00%	72,00%	78,00%	92,00%
ORDEN	14,29%	20,00%	28,57%	45,71%	54,29%	68,57%	68,57%	80,00%
LIMPIEZA	16,67%	23,33%	30,00%	43,33%	56,67%	73,33%	80,00%	86,67%
ESTANDAR	12,00%	16,00%	24,00%	40,00%	60,00%	68,00%	72,00%	80,00%
ESTADO	Mal	Mal	Mal	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Excelente

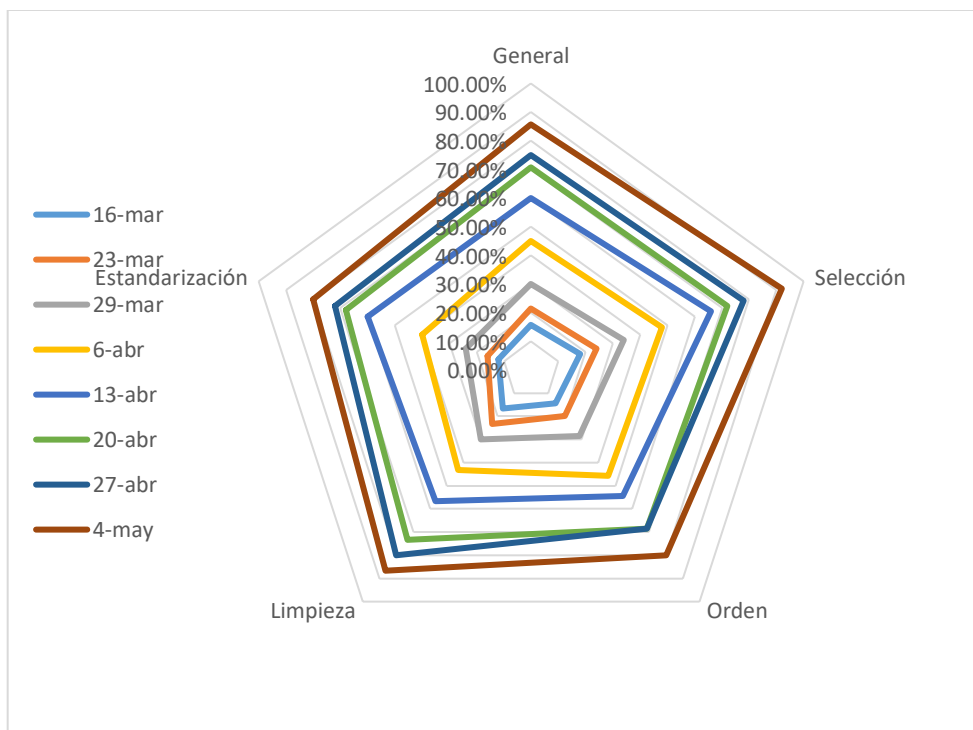


Figura 27. Diagrama de radar de la evolución de aspectos de las 5S's.

El diagrama de radar muestra que la evaluación general de la disciplina en general, ha sido constante a través del tiempo, mientras que en forma individual la mayor evolución se logró en el aspecto de selección y el menor avance se logró con el orden y la estandarización, debido a que son los índices que menor cambio presentan en la implementación, lo cual no quiere decir que no haya existido un cambio en el área, sino más bien que hay un gran avance en relación a las condiciones en las que se encontraba el área antes y como se encuentra ahora.

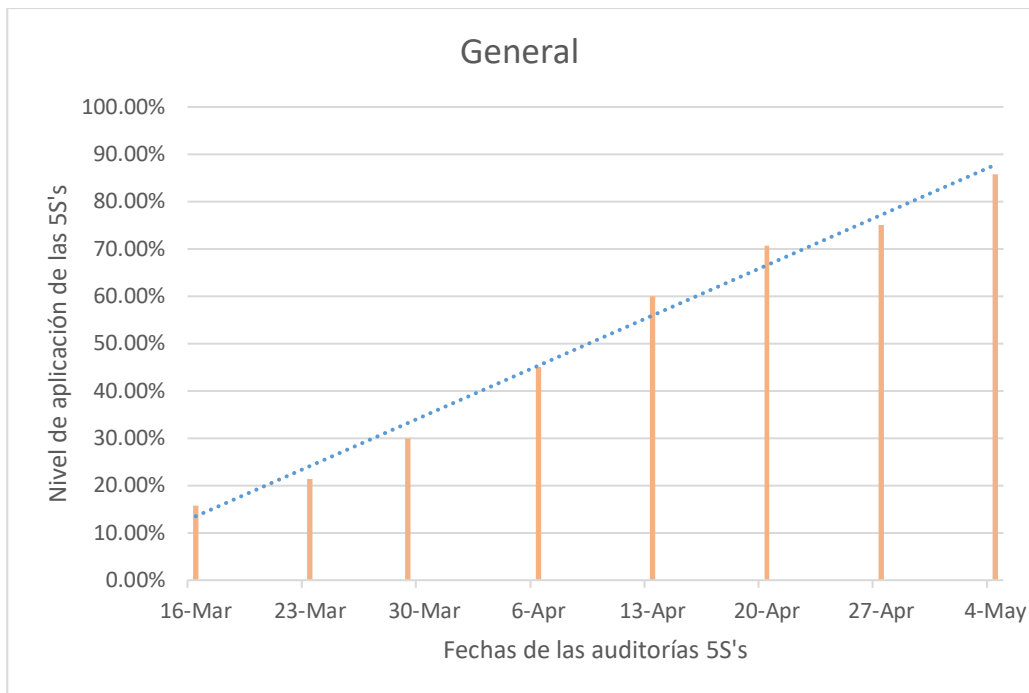


Figura 28. Índices generales del grado de impacto de la herramienta 5S's.

La figura anterior muestra que ha existido un crecimiento gradual de la mejora del área en aspectos como limpieza, orden y estandarización, así como también se ha ido incrementando la disciplina del personal en la implementación de la limpieza, orden y estandarización del área que fue intervenida.

A continuación, se muestra el antes y después de la aplicación de la herramienta 5S's en el área de fabricación de las esponjas, donde se muestran los cambios que ha tenido con respecto a los aspectos de limpieza, orden y estandarización.

Tabla 47. Antes y después de la implementación de las 5S's.

No.	ZONA	IMAGEN ANTES	IMAGEN Después
1	Zona de almacenamiento de cojines		
2	Zona de almacenamiento de subproductos		
3	Zona de forrado de cojines		
4	Puesto de trabajo No. 1 de fabricación de cojines y espaldares		
5	Zona del compresor		
6	Puesto de trabajo No. 2 de fabricación de cojines y espaldares		
7	Zona de almacenamiento de los espaldares		
8	Zona de desechos		

La tabla anterior nos muestra de forma visual el cambio que se produjo en el área intervenida por las 5S's.

VI. Conclusiones

Es posible concluir del presente trabajo que gracias a la aplicación de las herramientas LEAN en la empresa se ha podido observar las ventajas que trae su aplicación y por supuesto se ha demostrado que su implementación a mejorado el proceso productivo de la fabricación de asientos para autobuses.

Se puede concluir que al realizar la investigación e implementación de los conocimientos LEAN, se ha logrado realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa, para establecer mejoras al detectar procesos que no aportan valor al producto, así también se detectó la deficiencia de comunicación entre departamentos, y posteriormente se ha podido proponer mejoras para potenciar los procesos actuales que tengan posibilidad de mejora y eliminar aquellos que no aportan valor.

Se llevó a cabo la implementación de la herramienta VSM, con la cual se determinó el flujo de información y materiales que tiene el proceso de fabricación de un asiento y posteriormente a partir del VSM a futuro se estableció los procesos que no aportan valor al producto y los cuales pueden ser mejorados y potenciados, gracias a esto se desarrolló la propuesta de la implementación de las 5S's, y así se estableció posibles mejoras en los distintos procesos y se pudo obtener eficiencias conceptuales de las posibles mejoras contrastadas con las actuales. Asimismo, se estimó que el incremento de la eficiencia conceptual de la aplicación de mejoras es del 14% con respecto a la eficiencia actual del proceso de fabricación. Además, se redujo el tiempo de fabricación en 24 minutos por asiento, y se optimizaron 9 procesos incrementando su eficiencia:

- Proceso la fabricación de la base del asiento (20,13%), proceso de la fabricación de la estructura del espaldar (41,46%), proceso de la fabricación de la pata del asiento (6,21%), proceso de la fabricación del forro del espaldar (27%), proceso de fabricación de la esponja del espaldar (16%), proceso de la fabricación del forro del cojín (14,84%), proceso de la fabricación de la esponja del cojín (9,37%), proceso de pintura de la estructura 37,8%), proceso del ensamble final del asiento (2,11%).

Se propuso, diseñó e implementó las 5S's en el área de la fabricación de las esponjas para los cojines y los espaldares de los asientos, de forma específica en los 3 puestos de trabajo y las áreas de almacenamiento de productos y subproductos, donde se pudo observar las bondades que tiene esta herramienta mejorando un 70% de forma general en diferentes aspectos enfocados a las 5S's como la limpieza, el orden y la estandarización del área en donde fue aplicado.

Gracias a la aplicación de la herramienta VSM (Mapeamiento de flujo de valor) para analizar la situación actual de la empresa y al haber aplicado exitosamente las 5S's, es posible afirmar que es necesario la aplicación de otras herramientas LEAN como son Heijunka, SMED, TPM y/o Jidoka y a futuro son muy buenas alternativas para mejorar la situación de la empresa, así como su rendimiento y rentabilidad. Es necesario implementar a futuro un estudio de distribución del Layout para disminuir los tiempos de transportación de materia prima, subproductos, y producto terminado en el interior de la planta.

VII. Bibliografía

- [1] M. Espejo Alarcón and J. Moyano Fuentes, "Lean Production: Estado actual y desafíos futuros de la investigación," *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, vol. 13, no. 2, 2007.
- [2] J. Fortuny-Santos, L. Cuatrecasas Arbós, O. Cuatrecasas-Castellsaques, and J. Olivella-Nadal, "Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales," *Universia Business Review*, no. 20, 2008.
- [3] A. Villasenor, *Manual De Lean Manufacturing/ Manual of Lean Manufacturing: Guia Basica*. Editorial Limusa S.A. De C.V., 2007.
- [4] J. C. H. Matías and A. V. Idoipe, *Lean Manufacturing: Concepto, técnicas e implantación*. Fundación EOI, 2013.
- [5] T. Global. (28/11/2017). *Toyota, Taking on automotive business, Item 1. The Great Kanto Earthquake and Rapid Increase in U.S. Vehicle Imports*. Available: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/c_hapter2/section1/item1.html
- [6] T. Global. (28/11/2017). *Toyota, Taking on automotive business, Item 6. Truck Production and the Steel Shortage*. Available: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/c_hapter2/section5/item6.html
- [7] T. Global. (28/11/2017). *Toyota, Taking on automotive business, Section 6. Postwar Arrangements and Labor Disputes, Item 1. Searching for New Business*. Available: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/c_hapter2/section6/item1.html
- [8] J. d. S. Martins, "Abordagem LEAN aplicada aos processos de maquinação na indústria de moldes," 2014.
- [9] J. A. G. Ferreira, "Aplicação dos princípios LEAN MANAGEMENT ao projeto de moldes para injeção," 2016.
- [10] Y. Monden, *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. Springer US, 2012.
- [11] P. Marksberry, *The Modern Theory of the Toyota Production System: A Systems Inquiry of the World's Most Emulated and Profitable Management System*. Taylor & Francis, 2012.
- [12] N. Posinasetti, "Toyota Production System," 2014.
- [13] T. C. Cheng and S. Podolsky, *Just-in-Time Manufacturing: An introduction*. Springer Netherlands, 1996.
- [14] Y. Monden and G. Hillers, *El "Just in time" hoy en Toyota: nuevo estudio de Yasuhiro Monden autor de "El sistema de producción de Toyota"*. Deusto, 1996.
- [15] S. Kalpakjian and S. R. Schmid, *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educación, 2002.

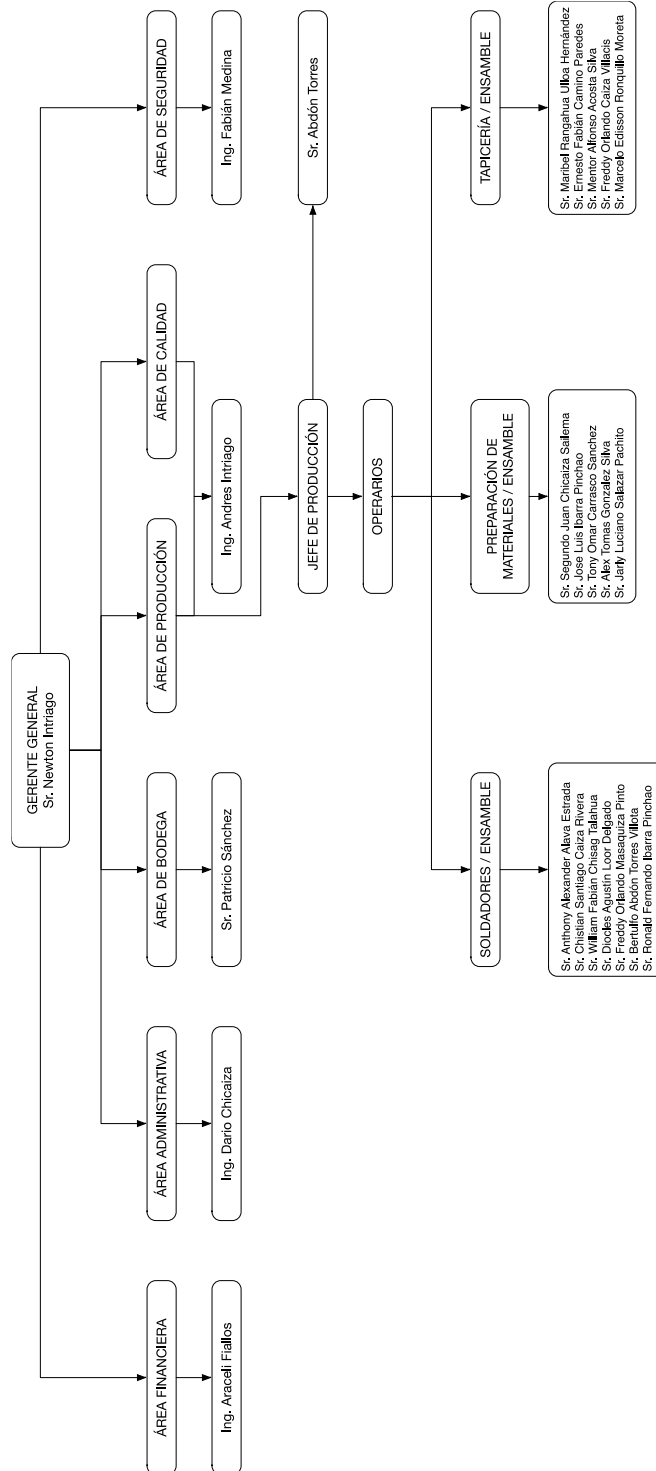
- [16] A. Galgano, *Las tres revoluciones: caza del desperdicio : doblar la productividad con la "lean production"*. Díaz de Santos, 2003.
- [17] D. I. Barón Maldonado and L. Rivera Cadavid, "Cómo una microempresa logró un desarrollo de productos ágil y generador de valor empleando Lean," *Estudios Gerenciales*, vol. 30, no. 130, pp. 40-47, 2014.
- [18] M. Francisco, *Lean manufacturing*. Bubok Publishing, 2013.
- [19] R. C. C. Calva, *Lean Six Sigma TOC. Simplificado.PYMES*. Rafael Carlos Cabrera Calva.
- [20] A. Hüttmeir, S. de Treville, A. van Ackere, L. Monnier, and J. Prenninger, "Trading off between heijunka and just-in-sequence," *International Journal of Production Economics*, vol. 118, no. 2, pp. 501-507, 2009.
- [21] T. Luyster and D. Tapping, *Creating Your Lean Future State: How to Move from Seeing to Doing*. Taylor & Francis, 2006.
- [22] C. A. Ortiz, *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. CRC Press, 2006.
- [23] L. C. Arbós, *Claves de "lean management": un enfoque para la alta competitividad en un mundo globalizado : la gestión innovadora de los procesos industriales*. Gestión 2000, 2006.
- [24] G. A. L. Pedrosa, "Implementação do LEAN no setor FOOD&Beverage na indústria hoteleira," 2015.
- [25] D. T. Jones, J. P. Womack, and E. Atmetlla, *Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. Grupo Planeta, 2012.
- [26] P. R. de Arbuló López, *La gestión de costes en lean manufacturing: cómo evaluar las mejoras en costes en un sistema lean*. Netbiblo, 2007.
- [27] J. P. Womack and D. T. Jones, *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation*. Simon & Schuster UK, 2013.
- [28] M. Eaton, *The Lean Practitioner's Handbook*. Kogan Page, 2013.
- [29] A. Toledano de Diego, N. Mañes Sierra, and S. J. García, "" Las claves del éxito de Toyota". LEAN, más que un conjunto de herramientas y técnicas," *Cuadernos de Gestión*, vol. 9, no. 2, 2009.
- [30] M. F. Gómez, *Lean Manufacturing En Español: Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias*. Andres Reina, 2014.
- [31] D. Locher and E. A. Benavent, *Lean office: Metodología Lean en servicios generales, comerciales y administrativos*. Profit Editorial, 2017.
- [32] M. R. Carreras and J. L. S. García, *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Editorial Díaz de Santos, S.A., 2011.
- [33] A. A. M. MBA, *5s Lean Manufacturing: (Key to Improving Net Profit)*. Lulu.com, 2011.
- [34] C. G. Santos, *Mantenimiento Productivo Total. Una visión global*. Lulu.com.
- [35] H. Hirano, *Poka-yoke (Spanish): Mejorando la Calidad del Producto Evitando los Defectos*. Taylor & Francis, 2017.

- [36] H. Robinson, "Using Poka-Yoke techniques for early defect detection," in *Sixth International Conference on Software Testing Analysis and Review*, 1997, pp. 134-145.
- [37] R. Challice and A. S. Quality, *Improving Healthcare Using Toyota Lean Production Methods: 46 Steps for Improvement*. Taylor & Francis, 2007.
- [38] Á. A. García, *Conceptos de organización industrial*. Marcombo, 1997.
- [39] J. Miltenburg, "One-piece flow manufacturing on U-shaped production lines: a tutorial," *IIE Transactions*, vol. 33, no. 4, pp. 303-321, 2001.
- [40] A. R. Coletta, *The Lean 3P Advantage: A Practitioner's Guide to the Production Preparation Process*. Taylor & Francis, 2012.
- [41] L. J. Krajewski and L. P. Ritzman, *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Pearson Educación, 2000.
- [42] L. C. Arbós, *Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban: Organización de la producción y dirección de operaciones*. Editorial Díaz de Santos, S.A., 2012.
- [43] Á. J. Andrade Terán, "Análisis de la industria metalmecánica Carrocera de Ecuador durante el período 2006-2013," PUCE, 2016.
- [44] F. J. Manjarrés Arias and E. R. Santillán Mariño, "Análisis estructural a cargas de impacto frontal de un bus tipo interprovincial mediante el Método de Elementos Finitos," Quito, 2016., 2016.
- [45] *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010, Vehículos Automotores, Bus Urbano Requisitos*, 2010.
- [46] L. C. Maia, A. C. Alves, and C. P. Leão, "Metodologias para implementar Lean Production: Uma revisão crítica de literatura," in *6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011) "A Engenharia no combate à pobreza, pelo desenvolvimento e competitividade"*, 2011: Edições Inegi.
- [47] *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L., 2009.

Esta página fue intencionalmente anexada en blanco

VIII. Anexos

ANEXO I. Esquema de trabajo de la empresa IMEISA



ANEXO II. Tabla de trabajadores de la empresa IMEISA según el área de trabajo.

N.	NOMBRES	ÁREA	CARGO
1	Intriago Intriago Newton Gonzalo	Gerencia	Administración
2	Intriago Sánchez Andrés Gonzalo		Administración
3	Chicaiza Moreta Darío Javier		Administración
4	Sánchez Lalaleo Giovanni Patricio	Bodega	Bodeguero
5	Ulloa Hernández Maribel Rangahua	Tapicería	Costurera
6	Camino Paredes Ernesto Fabián		Patronista
7	Acosta Silva Mentor Alfonso		Tapicero
8	Caiza Villacis Freddy Orlando		Tapicero
9	Ronquillo Moreta Marcelo Edisson		Tapicero
10	González Silva Alex Tomas	Taller	Doblador
11	Salazar Pachito Jarly Luciano		Doblador
12	Chicaiza Sailema Segundo Juan		Preparador de material
13	Ibarra Pinchao Jose Luis		Preparador de material
14	Carrasco Sanchez Tony Omar		Preparador de material
15	Alava Estrada Anthony Alexander		Soldador
16	Caiza Rivera Chistian Santiago		Soldador
17	Chisag Talahua William Fabián		Soldador
18	Loor Delgado Diocles Agustín		Soldador
19	Masaquiza Pinto Freddy Orlando		Soldador
20	Torres Villota Bertulfo Abdón		Soldador
21	Ibarra Pinchao Ronald Fernando	Soldador	

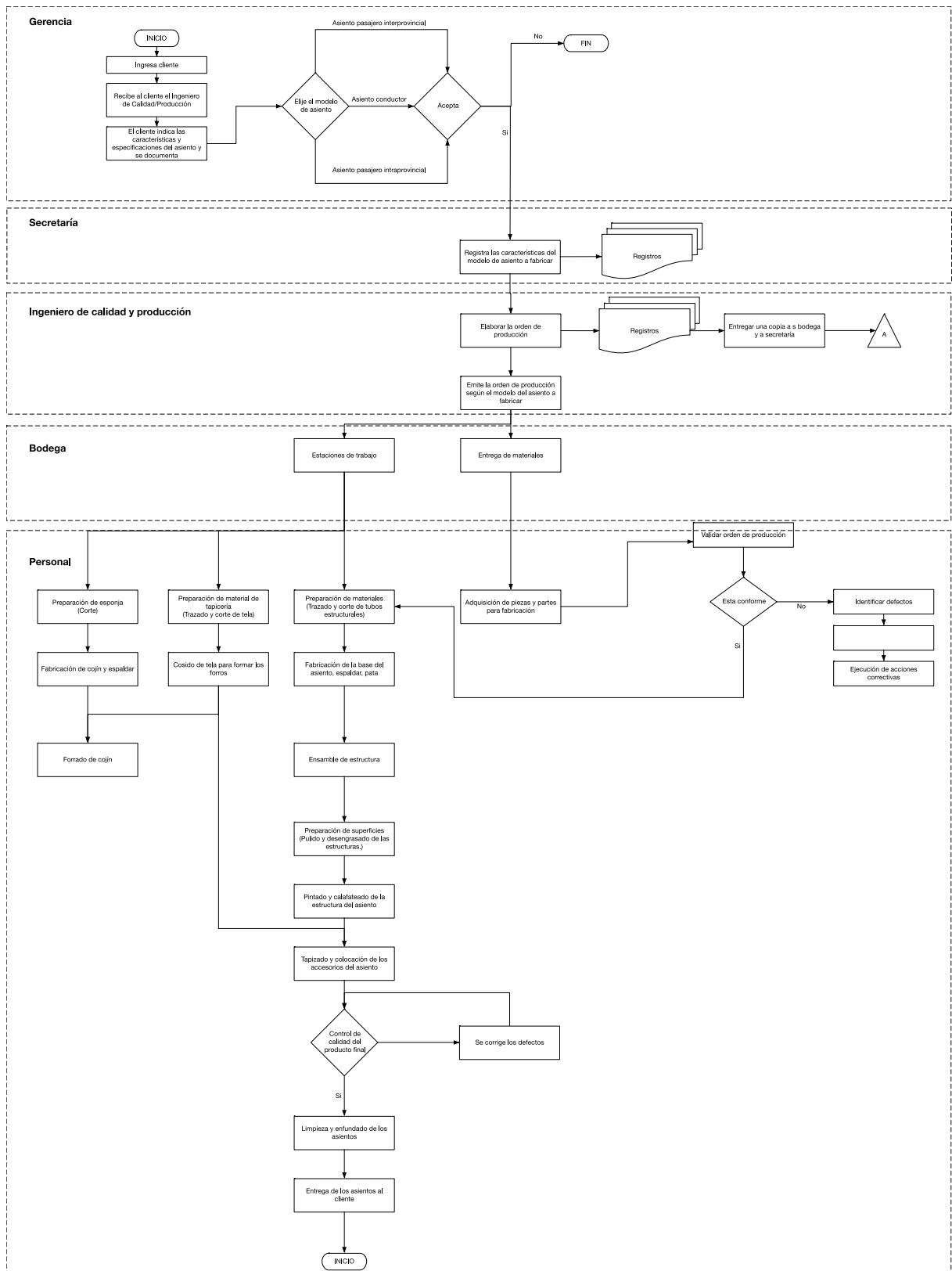
ANEXO III. Listado de maquinaria de la empresa IMEISA.

LISTADO DE MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMEISA

Cantidad / Código Maquinaria Características	Fotografía	Cantidad / Código Maquinaria Características	Fotografía
<p align="center">1 Compresor Marca TRUPER Modelo 3HP Cabeza de dos pistones lubricado</p>		<p align="center">1 Compresor industrial BB350 Modelo CB-350 B Capacidad 31 67 Color azul</p>	
<p align="center">1 Dobladora manual grande color verde</p>		<p align="center">1 Soldadora MIG Marca MILLER MM 261 Color celeste</p>	
<p align="center">1 Taladro de pedestal Marca Rong Long Modelo RLD-H25F Serie 646405 Color azul</p>		<p align="center">1 Soldadora eléctrica Marca Lincoln Electronic Modelo AC 225 Color rojo Serie 9422607</p>	
<p align="center">1 Soldadora eléctrica Marca Lincoln Electronic Modelo AC 225 Color rojo Serie 9422607</p>		<p align="center">1 Esmeril Color celeste</p>	
<p align="center">1 Soldadora eléctrica Marca Lincoln Electronic Modelo AC 225 Color rojo Serie 9422607</p>		<p align="center">1 Esmeril Color verde 250V20A 480V10A</p>	

<p>1 Soldadora MIG Marca Arcwell Modelo mig 250 Color Rojo</p>		<p>1 Dobladora de tubos Color verde</p>	
<p>1 Taladro de pedestal Marca Rong Long Modelo RLD-25FC Serie 512102 Color azul</p>		<p>1 Dobladora de tubos Color verde</p>	
<p>1 Tronzadora (Cortadora) Modelo 3500 MPR Color rojo</p>		<p>1 Cortadora de madera BOSCH Modelo 3500 MPR Color rojo.</p>	
<p>1 Soldadora MIG Marca MILLER MM 261 Color celeste</p>		<p>7 Taladro Manual Marce DeWall Color amarillo</p>	
<p>1 Soldadora MIG Marca INDUWAR Modelo MIG STAR 250 Color azul</p>		<p>1 Máquina de coser JUKI Modelo VMW 154</p>	
<p>1 Cortadora de plasma Marca CEBORA Modelo PLASMA PROF 55M Color rojo</p>		<p>1 Máquina de coser JUKI Modelo VMW 154</p>	

ANEXO IV. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de la empresa IMESIA.



ANEXO V. Layout de la empresa IMEISA.



ANEXO VI. Guía de suplementos para el estudio de tiempos.

TABLA DE VALORACIÓN DE SUPLEMENTOS		
1. Suplementos constantes		
	H	M
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplementos por fatiga	4	4
2. Suplementos variables		
	H	M
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4
B. Suplemento por postura anormal		
Cómoda	0	0
Ligeramente incómoda	0	1
Incómoda (inclinado)	2	3
Muy incómodo (acostado, estrado)	7	7
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)		
Peso levantado por kilogramo		
0 kg.	0	0
2.5 kg.	0	1
5 kg.	1	2
7.5 kg.	2	3
10 kg.	3	4
12.5 kg.	4	6
15 kg.	5	8
17.5 kg.	7	10
20 kg.	9	13
22.5 kg.	11	16
25 kg.	13	20
30 kg.	17	25
33,5 kg.	22	35
D. Mala Iluminación		
Normal	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5

E. Condiciones atmosféricas, índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de suplemento Kata (mili calorías/cm2/segundo)		
16	0	
14	0	
12	0	
10	3	
8	10	
6	21	
5	31	
4	45	
3	64	
2	100	
F. Concentración intensa		
Trabajos de cierta precisión	H	M
	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
G. Ruido		
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y fuerte		
H. Tensión mental		
Proceso normal	0	0
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Muy complejo	8	8
I. Monotonía		
Trabajo algo monótono	0	
Trabajo bastante monótono	1	
Trabajo muy monótono	4	
J. Tedio		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

ANEXO VII. Estudio de tiempos de todos los procesos.

Espaldar

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Espaldar	
Materiales:	Esponja inyectada, esponja normal, goma	
Operación:	Fabricación de espaldares en esponja	
Máquinas:	No aplica	
Herramientas:	Cuchillo, brocha	
Asign.	Detalle	
1	Cortar la esponja para las caras laterales del espaldar	
2	Engomar las caras laterales de la esponja inyectada	
3	Cortar la esponja para la cara frontal del espaldar	
4	Engomar la esponja para la cara frontal del espaldar	
5	Engomar la esponja inyectada	
6	Adherir al espaldar las esponjas en las caras laterales	
7	Adherir al cojín la esponja en la cara frontal	
8	Doblar la esponja frontal para ocultar las aristas	

Cronometrado de cada elemento de la operación.

<i>IMEISA</i>		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS						
Departamento:	Taller mecánico- Esponjas	Estudio núm.:		1.0				
		Hoja núm.:		1 de 1				
Operación:	Fabricación del espaldar	Comenzó:		10:00				
Máquinas:	No aplica	Terminó:		10:53				
Herramientas:	Cuchillo, brocha	Tiempo trans.:		53 minutos				
		Operador:		Sr. Mentor Acosta				
Producto:	Espaldar	Observado por:		Ing. Juan Carlos Barrera				
Materiales	Esponja inyectada, esponja normal, goma	Fecha:		17/01/2018				
		Comprobado:		Ing. Christian Mariño				
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
1	00,35	00,44	00,36	00,50	00,45	00,43	00,43	00,42
2	00,50	00,50	00,55	00,53	00,56	00,50	00,50	00,51
3	00,36	00,39	00,45	00,42	00,35	00,38	00,36	00,33
4	00,12	00,25	00,36	00,27	00,31	00,32	00,28	00,33
5	00,58	01,04	01,10	01,00	01,03	01,08	01,12	01,14
6	00,28	00,23	00,36	00,24	00,27	00,30	00,28	00,29
7	00,40	00,39	00,41	00,38	01,02	00,41	00,38	00,39
8	01,14	01,30	01,22	01,16	01,28	01,22	01,20	01,27

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar.

<i>IMEISA</i>		HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR		
Departamento:	Taller mecánico-Esponjas	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Espaldar	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Esponja inyectada, esponja normal, goma.	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
		Fecha:	17/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	05,38	00,42	100,00%	00,42
2	06,55	00,52	100,00%	00,52
3	05,04	00,38	100,00%	00,38
4	03,44	00,28	100,00%	00,28
5	08,49	01,06	100,00%	01,06
6	03,45	00,28	100,00%	00,28
7	05,38	00,42	100,00%	00,42
8	10,59	01,22	95,00%	01,18
Tiempo básico del ciclo				06,15
Suplementos				16,00%
Tiempo Estándar				07,15
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales		5
Básico por fatiga	H	4
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	2.5 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	Intermitente y fuerte	2
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo bastante monótono	1
Tedio	Trabajo aburrido	2
Suplementos totales		16

Estructura del espaldar

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Estructura del espaldar	
Materiales:	Tubos, platinas, varilla de acero	
Operación:	Fabricación de estructura del espaldar	
Máquinas:	Soldadora eléctrica de arco, Soldadora MIG	
Herramientas:	Martillo, entenalla	
Asign.	Detalle	
1	Cortar tubo para estructura	
2	Cortar platinas para el refuerzo del espaldar	
3	Limar las platinas del espaldar	
4	Cortar varilla de refuerzo del espaldar	
5	Señalar el tubo para posterior doblado de tubos por las marcas	
6	Doblar el tubo para formar el contorno del espaldar	
7	Cuadrar y acodalar el tubo	
8	Doblar el tubo para formar el ángulo de inclinación de la cabecera del espaldar	
9	Cortar y acodalar	
10	Doblar el tubo para formar el ángulo de inclinación de la base del espaldar	
11	Cortar y acodalar	
12	Medición de la distancia de las patas del espaldar	
13	Igualar la distancia de las patas del espaldar	
14	Remachar el tubo del espaldar en sus terminales	
15	Cortar tubo del espaldar para darle forma a la base a 45 grados	
16	Señalar los puntos para taladrar en la base de los tubos	
17	Taladrar los agujeros en la estructura del espaldar	
18	Limar el acabado del taladro	
19	Apuntalado de platinas y varilla de refuerzo al tubo del espaldar	
20	Refuerzo de las juntas de las platinas y la varilla al espaldar	

Cronometrado de cada elemento de la operación.

IMEISA										
HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS										
Departamento:	Taller mecánico				Estudio núm.:	1.0				
					Hoja núm.:	1 de 1				
Operación:	Fabricación de la estructura del espaldar				Comenzó:	13:15				
Máquinas:	Soldadora eléctrica de arco, soldadora MIG				Terminó:	14:39				
Herramientas:	Martillo entenalla				Tiempo trans.:	84 minutos				
					Operador:	Sr. Santiago Caiza				
Producto:	Estructura del espaldar				Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera				
Materiales	Tubos, platinas, varilla de acero				Fecha:	17/01/2018				
					Comprobado:	Ing. Christian Mariño				
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
1	00,09	00,09	00,12	00,07	00,10	00,09	00,14	00,09	00,09	00,10
2	00,13	00,12	00,12	00,10	00,10	00,14	00,11	00,12	00,12	00,13
3	00,29	00,31	00,35	00,30	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00
4	00,12	00,11	00,11	00,14	00,11	00,10	00,12	00,11	00,11	00,11
5	00,20	00,23	00,18	00,19	00,18	00,18	00,20	00,17	00,20	00,18
6	00,55	01,01	00,59	00,58	00,59	01,01	01,00	00,57	00,58	00,56
7	00,34	01,16	00,53	00,55	00,49	00,39	00,44	00,52	00,51	00,34
8	00,17	00,18	00,17	00,21	00,17	00,21	00,19	00,17	00,18	00,17
9	00,44	00,58	00,52	00,49	01,00	00,55	00,55	00,54	01,05	01,03
10	00,19	00,21	00,22	00,21	00,19	00,17	00,17	00,18	00,17	00,23
11	00,41	01,07	00,52	00,56	00,38	00,45	00,49	00,40	00,55	00,49
12	00,12	00,11	00,10	00,11	00,14	00,14	00,10	00,11	00,16	00,13
13	01,15	01,08	00,53	01,04	01,00	01,02	01,05	00,59	01,07	01,04
14	00,25	00,29	00,32	00,30	00,32	00,29	00,00	00,00	00,00	00,00
15	01,00	00,58	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00
16	00,09	00,10	00,08	00,11	00,10	00,11	00,12	00,14	00,09	00,09
17	00,27	00,29	00,24	00,27	00,22	00,22	00,29	00,28	00,26	00,28
18	00,13	00,17	00,16	00,17	00,20	00,21	00,17	00,14	00,17	00,17
19	00,29	00,32	00,32	00,37	00,31	00,36	00,37	00,29	00,34	00,33
20	00,18	00,16	00,19	00,18	00,17	00,18	00,20	00,18	00,16	00,18

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar

<i>IMEISA</i>		HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR		
Departamento:	Taller mecánico-Esponjas	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Cojín	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Esponja inyectada, esponja normal, forro, goma	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
		Fecha:	17/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	01,38	00,10	100,00%	00,10
2	01,59	00,12	100,00%	00,12
3	02,05	00,13	100,00%	00,13
4	01,54	00,11	100,00%	00,11
5	03,11	00,19	100,00%	00,19
6	09,44	00,58	100,00%	00,58
7	08,07	00,49	100,00%	00,49
8	03,02	00,18	100,00%	00,18
9	09,15	00,56	100,00%	00,56
10	03,14	00,19	100,00%	00,19
11	08,12	00,49	100,00%	00,49
12	02,02	00,12	100,00%	00,12
13	10,37	01,04	100,00%	01,04
14	02,57	00,18	100,00%	00,18
15	01,58	00,12	100,00%	00,12
16	01,43	00,10	100,00%	00,10
17	04,22	00,26	100,00%	00,26
18	02,49	00,17	100,00%	00,17
19	05,30	00,33	100,00%	00,33
20	02,58	00,18	100,00%	00,18
Tiempo básico del ciclo				08,44
Suplementos				15,00%
Tiempo Estándar				10,02
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales	H	5
Básico por fatiga		4
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Incómoda (inclinado)	2
Uso de fuerza (Kg.)	0 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de precisión o fatigosos	2
Ruido	Continuo	0
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo algo monótono	0
Tedio	Trabajo algo aburrido	0
Suplementos totales		15

Pisadera

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Pisadera	
Materiales:	Tubos, platina, remaches	
Operación:	Fabricación de la estructura de la pisadera	
Máquinas:	Soldadora eléctrica, Soldadora MIG	
Herramientas:	No aplica	
Asign.	Detalle	
1	Cortar tubo	
2	Cortar platina para el anclaje de apoya pies	
3	Doblar platina para formar los soportes laterales del apoya pies	
4	Cortar el exceso de las platinas	
5	Señalizar puntos para taladrar agujero en la platina de anclaje de apoya pies	
6	Taladrar agujero en la platina de anclaje del apoya pies	
7	Medir y cortar el exceso de material de la platina	
8	Pulir las puntas	
9	Cortar platina para sujeción al asiento	
10	Pulir las puntas	
11	Señalizar puntos para taladrar agujero en la platina de sujeción al asiento	
12	Taladrar agujero en la platina de sujeción al asiento	
13	Remachar la platina de soporte con la platina de anclaje del apoya pies	
14	Apuntalar el sub-ensamble de los soportes y el tubo central	
15	Reforzar las juntas entre el sub-ensamble de los soportes y el tubo central	
16	Limar las imperfecciones de la suelda de la pisadera	
17	Acodalado de las pisaderas	

Cronometrado de cada elemento de la operación.

IMEISA		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS								
Departamento:	Taller mecánico- Esponjas	Estudio núm.:								1.0
		Hoja núm.:	1 de 1							
Operación:	Fabricación de la pisadera	Comenzó:	15:00							
Máquinas:	Soldadora eléctrica, Soldadora MIG	Terminó:	16:37							
Herramientas:	No aplica	Tiempo trans.:	97 minutos							
		Operador:	Sr. José Luis Ibarra							
Producto:	Pisadera	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera							
Materiales	Tubos, platina, remaches	Fecha:	17/01/2018							
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño							
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
1	00,07	00,06	00,06	00,05	00,06	00,04	00,06	00,05	00,07	00,06
2	00,05	00,04	00,04	00,05	00,04	00,06	00,05	00,05	00,06	00,04
3	00,26	00,21	00,22	00,21	00,24	00,29	00,23	00,27	00,24	00,26
4	00,30	00,31	00,32	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00
5	00,07	00,08	00,08	00,09	00,09	00,10	00,08	00,08	00,09	00,09
6	00,20	00,21	00,19	00,19	00,22	00,25	00,22	00,23	00,21	00,20
7	00,12	00,13	00,12	00,12	00,13	00,14	00,18	00,15	00,16	00,14
8	00,09	00,10	00,10	00,10	00,11	00,16	00,08	00,09	00,10	00,11
9	00,10	00,13	00,13	00,13	00,12	00,11	00,12	00,13	00,12	00,12
10	00,08	00,09	00,11	00,10	00,10	00,09	00,09	00,08	00,09	00,08
11	00,08	00,08	00,09	00,09	00,09	00,10	00,08	00,09	00,09	00,10
12	00,46	00,48	00,42	00,42	00,43	00,45	00,42	00,46	00,45	00,45
13	00,22	00,22	00,28	00,30	00,27	00,26	00,25	00,27	00,26	00,23
14	00,26	00,26	00,22	00,28	00,23	00,28	00,28	00,26	00,27	00,26
15	00,28	00,34	00,35	00,29	00,30	00,31	00,29	00,34	00,33	00,30
16	00,35	00,37	00,43	00,37	00,35	00,41	00,38	00,39	00,37	00,37
17	00,27	00,30	00,28	00,23	00,21	00,42	00,27	00,28	00,25	00,33

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar.

<i>IMEISA</i>		HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR		
Departamento:	Taller mecánico-Esponjas	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Cojín	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Esponja inyectada, esponja normal, forro, goma	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
		Fecha:	17/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	00,58	00,06	100,00%	00,06
2	00,48	00,05	100,00%	00,05
3	04,03	00,24	100,00%	00,24
4	01,33	00,09	100,00%	00,09
5	01,25	00,08	100,00%	00,08
6	03,32	00,21	100,00%	00,21
7	02,19	00,14	100,00%	00,14
8	01,44	00,10	100,00%	00,10
9	02,01	00,12	100,00%	00,12
10	01,31	00,09	100,00%	00,09
11	01,29	00,09	100,00%	00,09
12	07,24	00,44	100,00%	00,44
13	04,16	00,26	100,00%	00,26
14	04,20	00,26	100,00%	00,26
15	05,13	00,31	100,00%	00,31
16	06,19	00,38	100,00%	00,38
17	04,44	00,28	100,00%	00,28
Tiempo básico del ciclo				05,22
Suplementos				16,00%
Tiempo Estándar				06,13
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales		5
Básico por fatiga	H	4
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	2.5 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	Intermitente y fuerte	2
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo bastante monótono	1
Tedio	Trabajo aburrido	2
Suplementos totales		16

Pata del asiento

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Pata del asiento	
Materiales:	Plancha de tol, Platina	
Operación:	Fabricación de la estructura de la pata del asiento	
Máquinas:	Cortadora Oxicorte, Soldadora MIG	
Herramientas:	Martillo	
Asign.	Detalle	
1	Cortar la platina para el anclaje del asiento	
2	Señalar puntos de taladrado en el anclaje del asiento al piso	
3	Taladrar agujeros en la platina del anclaje del asiento al piso	
4	Chaflanar el anclaje del asiento	
5	Corte de la plancha para pata del asiento	
6	Cepillar el perfil de tol	
7	Señalar los puntos de doblado para crear el perfil de la pata del asiento	
8	Doblar la plancha para formar el perfil de la pata del asiento	
9	Corte de la ventana del perfil de la pata del asiento	
10	Apuntalado de la platina de soporte y el perfil de la pata	
11	Reforzar las juntas entre la platina de soporte y el perfil de la pata	
12	Limpiar la pieza completa	
13	Encuadrar la pieza completa	

Cronometrado de cada elemento de la operación.

<i>IMEISA</i> HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS									
Departamento:	Taller mecánico				Estudio núm.:	1.0			
					Hoja núm.:	1 de 1			
Operación:	Fabricación de la pata del asiento				Comenzó:	08:20			
Máquinas:	Cortadora Oxicorte, Soldadora MIG				Terminó:	10:17			
Herramientas:	Martillo				Tiempo trans.:	117 minutos			
					Ficha número:	Tony Carrasco			
Producto:	Espaldar				Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera			
Materiales	Plancha de tol, Platina				Fecha:	18/01/2018			
					Comprobado:	Ing. Christian Mariño			
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	
1	00,17	00,18	00,21	00,20	00,19	00,20	00,21	00,22	
2	00,08	00,08	00,09	00,09	00,09	00,10	00,08	00,09	
3	00,10	00,09	00,09	00,09	00,11	00,10	00,13	00,09	
4	00,48	00,43	00,44	00,47	00,48	00,43	00,46	00,51	
5	00,48	00,45	00,48	00,48	00,46	00,51	00,42	00,45	
6	00,58	00,38	00,36	00,41	00,41	00,42	00,35	00,55	
7	00,38	00,33	00,40	00,40	00,45	00,42	00,38	00,40	
8	02,50	02,51	02,59	03,09	03,04	03,11	03,04	02,53	
9	00,23	00,23	00,28	00,24	00,25	00,26	00,23	00,22	
10	00,44	01,09	00,46	00,48	00,44	00,59	00,58	00,44	
11	00,44	00,43	00,47	00,44	00,44	00,40	00,50	00,47	
12	01,59	03,25	01,53	03,03	03,42	02,25	03,17	03,40	
13	00,09	00,09	00,09	00,10	00,05	00,05	00,10	00,08	

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar.

<i>IMEISA</i>		HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR		
Departamento:	Taller mecánico	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Pata del asiento	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Plancha de tol, Platina	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
Elemento		Fecha:	18/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	02,38	00,20	100,00%	00,20
2	01,10	00,09	100,00%	00,09
3	01,20	00,10	100,00%	00,10
4	06,10	00,46	100,00%	00,46
5	06,13	00,47	100,00%	00,47
6	05,46	00,43	100,00%	00,43
7	05,16	00,40	100,00%	00,40
8	24,01	03,00	100,00%	03,00
9	03,14	00,24	100,00%	00,24
10	06,52	00,51	90,00%	00,46
11	05,59	00,45	100,00%	00,45
12	23,24	02,55	100,00%	02,55
13	01,05	00,08	100,00%	00,08
Tiempo básico del ciclo				11,13
Suplementos				15,00%
Tiempo Estándar				13,17
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales		5
Básico por fatiga	H	4
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	5 kg.	1
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de precisión o fatigosos	2
Ruido	Continuo	0
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo bastante monótono	1
Tedio	Trabajo algo aburrido	0
Suplementos totales		15

Soporte del cojín

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Estructura de soporte del cojín	
Materiales:	Perfiles, tubos	
Operación:	Fabricación de la estructura de soporte del cojín	
Máquinas:	Cortadora, Soldadora eléctrica, soldadora MIG, taladro de pedestal	
Herramientas:	No aplica	
Asign.	Detalle	
1	Cortar tol para crear los soportes laterales de la base del cojín	
2	Doblar las planchas de tol para formar un perfil C para la base del cojín	
3	Corte de tubo cuadrado para la base del cojín frontal	
4	Corte de tubo cuadrado para la base de cojín central	
5	Corte del perfil de la base del cojín posterior	
6	Señalizar los puntos para taladrar agujero de la base del cojín	
7	Taladrar agujeros de la base del cojín	
8	Preparar perfiles y tubos cuadrados para apuntalar la base del cojín	
9	Apuntalar la base del cojín	
10	Reforzar las juntas de la base del cojín	

Cronometrado de cada elemento de la operación.

IMEISA										
HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS										
Departamento:	Taller mecánico				Estudio núm.:				1.0	
					Hoja núm.:			1 de 1		
Operación:	Fabricación de la base del cojín				Comenzó:			10:30		
Máquinas:	Cortadora, Soldadora eléctrica, soldadora MIG, taladro de pedestal				Terminó:			11:22		
Herramientas:	No aplica				Tiempo trans.:			52 minutos		
					Operario:			William Chizag		
Producto:	Base del cojín				Observado por:			Ing. Juan Carlos Barrera		
Materiales	Perfiles, tubos				Fecha:			18/01/2018		
					Comprobado:			Ing. Christian Mariño		
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
1	00,08	00,09	00,07	00,08	00,08	00,08	00,09	00,10	00,08	00,08
2	00,21	00,19	00,23	00,24	00,22	00,23	00,22	00,21	00,23	00,24
3	00,08	00,06	00,06	00,07	00,06	00,06	00,04	00,06	00,07	00,05
4	00,06	00,08	00,05	00,07	00,07	00,09	00,06	00,07	00,08	00,09
5	00,07	00,07	00,08	00,06	00,07	00,07	00,06	00,08	00,08	00,06
6	00,07	00,08	00,08	00,09	00,09	00,10	00,08	00,08	00,09	00,09
7	00,16	00,17	00,16	00,17	00,18	00,21	00,15	00,16	00,17	00,17
8	00,12	00,11	00,13	00,11	00,13	00,12	00,12	00,12	00,14	00,12
9	01,32	01,30	01,30	01,29	01,33	01,34	01,33	01,33	01,33	01,30
10	00,40	00,42	00,41	00,38	00,44	00,40	00,40	00,37	00,41	00,40

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar.

<i>IMEISA</i> HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR				
Departamento:	Taller mecánico-Esponjas	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Cojín	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Esponja inyectada, esponja normal, forro, goma	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
		Fecha:	18/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	01,23	00,08	100,00%	00,08
2	03,42	00,22	100,00%	00,22
3	01,01	00,06	100,00%	00,06
4	01,12	00,07	100,00%	00,07
5	01,10	00,07	100,00%	00,07
6	01,25	00,08	100,00%	00,08
7	02,50	00,17	100,00%	00,17
8	02,02	00,12	100,00%	00,12
9	15,17	01,32	100,00%	01,32
10	06,43	00,40	100,00%	00,40
Tiempo básico del ciclo				03,41
Suplementos				16,00%
Tiempo Estándar				04,16
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales		5
Básico por fatiga	H	4
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	2.5 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	Intermitente y fuerte	2
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo bastante monótono	1
Tedio	Trabajo aburrido	2
Suplementos totales		16

Forro del cojín

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
Ficha número:		1 de 1	
Producto:		Forro del cojín	
Materiales:		Tela, riatas	
Operación:		Fabricación del forro del cojín	
Máquinas:		Máquina de coser	
Herramientas:		Tijeras, moldes, regla, estilete, cinta métrica	
Asign.		Detalle	
1		Cortar la plancha de tela para la parte superior del cojín	
2		Cortar el contorno o falsete del cojín	
3		Cortar los rabos del cojín	
4		Medir y cortar las riatas	
5		Quemar las puntas de las riatas	
6		Coser las riatas de la primera hilera	
7		Coser las riatas de la segunda hilera	
8		Coser la pieza posterior del cojín	
9		Coser el falsete del cojín al conjunto	

Cronometrado de cada elemento de la operación.

IMEISA										
HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS										
Departamento:	Taller de tapicería				Estudio núm.:	1.0				
					Hoja núm.:	1 de 1				
Operación:	Fabricación del forro del cojín				Comenzó:	13:35				
Máquinas:	Máquina de coser				Terminó:	15:00				
Herramientas:	Tijera				Tiempo trans.:	85 minutos				
					Ficha número:	Sr. Ernesto Camino				
Producto:	Tijeras, moldes, regla, estilete, cinta métrica				Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera				
Materiales	Tela, riatas				Fecha:	18/01/2018				
					Comprobado:	Ing. Christian Mariño				
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
1	02,02	02,03	02,10	02,16	01,51	01,59	02,22	02,07	02,20	02,09
2	01,20	01,18	01,26	01,29	01,20	01,28	01,22	01,28	01,21	01,23
3	00,19	00,22	00,17	00,21	00,20	00,17	00,18	00,17	00,19	00,17
4	00,05	00,07	00,08	00,04	00,05	00,05	00,06	00,04	00,07	00,05
5	00,02	00,02	00,03	00,02	00,03	00,03	00,04	00,03	00,03	00,01
6	00,32	00,29	00,31	00,36	00,33	00,30	00,29	00,34	00,32	00,29
7	00,36	00,34	00,40	00,41	00,40	00,37	00,44	00,35	00,36	00,36
8	00,16	00,15	00,18	00,16	00,17	00,16	00,17	00,18	00,18	00,16
9	00,50	01,00	01,06	01,00	01,06	01,04	01,17	00,59	01,05	01,08

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar.

<i>IMEISA</i> HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR				
Departamento:	Taller de tapicería	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Forro del cojín	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Esponja inyectada, Tela, riatas	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
		Fecha:	18/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	21,19	02,08	100,00%	02,08
2	13,55	01,24	95,00%	01,19
3	03,07	00,19	100,00%	00,19
4	00,56	00,06	100,00%	00,06
5	00,26	00,03	100,00%	00,03
6	05,15	00,32	100,00%	00,32
7	06,19	00,38	100,00%	00,38
8	02,47	00,17	100,00%	00,17
9	10,35	01,04	100,00%	01,04
Tiempo básico del ciclo				06,24
Suplementos				16,00%
Tiempo Estándar				07,25
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales		
Básico por fatiga	H	5
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	2.5 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	Intermitente y fuerte	2
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo bastante monótono	1
Tedio	Trabajo aburrido	2
Suplementos totales		16

Forro del espaldar

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Forro del espaldar	
Materiales:	Tela, riatas	
Operación:	Fabricación del forro del espaldar	
Máquinas:	Máquina de coser	
Herramientas:	Tijeras, moldes, regla	
Asign.	Detalle	
1	Corte de la pieza frontal del espaldar	
2	Cortar las piezas laterales del espaldar (falsetes)	
3	Cortar la pieza de la parte superior trasera del espaldar	
4	Cortar la pieza de la parte inferior posterior del espaldar (moqueta/tapizón)	
5	Medir y Cortar las riatas	
6	Quemar las puntas de las riatas	
7	Señalar el lugar de las riatas en la pieza frontal del forro	
8	Colocar la pieza de tela para soporte del alambre	
9	Coser las riatas en la primera hilera	
10	Coser las riatas de la segunda hilera	
11	Alzar la basta de la pieza frontal del espaldar	
12	Coser los falsetes entre sí	
13	Coser la pieza de la parte superior con la pieza de la parte inferior posterior del espaldar	
14	Alzar la basta del conjunto de la parte posterior del espaldar	

Cronometrado de cada elemento de la operación.

<i>IMEISA</i> HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS								
Departamento:	Taller de tapicería				Estudio núm.:		1.0	
					Hoja núm.:		1 de 1	
Operación:	Fabricación del foro del espaldar				Comenzó:		15: 30	
Máquinas:	Máquina de coser				Terminó:		16:54	
Herramientas:	Tijeras, moldes, regla				Tiempo trans.:		84 minutos	
					Ficha número:		Sra. Maribel Ulloa	
Producto:	Forro del espaldar				Observado por:		Ing. Juan Carlos Barrera	
Materiales	Tela, riatas				Fecha:		18/01/2018	
					Comprobado:		Ing. Christian Mariño	
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
1	01,49	01,56	01,51	01,54	02,02	02,05	01,49	01,49
2	00,47	00,50	00,55	00,52	00,47	00,48	00,49	00,52
3	00,41	00,41	00,45	00,43	00,41	00,42	00,41	00,43
4	00,57	00,56	00,59	00,56	00,47	00,59	00,58	00,59
5	00,05	00,07	00,08	00,04	00,05	00,05	00,06	00,04
6	00,02	00,02	00,03	00,02	00,03	00,03	00,04	00,03
7	00,26	00,21	00,25	00,23	00,24	00,28	00,25	00,28
8	00,37	00,40	00,35	00,36	00,41	00,37	00,37	00,40
9	00,37	00,31	00,32	00,37	00,35	00,36	00,40	00,37
10	00,52	00,46	00,56	00,58	00,56	00,56	00,50	00,51
11	00,13	00,13	00,13	00,14	00,14	00,12	00,13	00,12
12	00,23	00,24	00,23	00,30	00,25	00,26	00,26	00,25
13	00,31	00,40	00,34	00,37	00,39	00,40	00,36	00,37
14	00,13	00,13	00,13	00,12	00,12	00,13	00,13	00,12

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar.

<i>IMEISA</i>		HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR		
Departamento:	Taller de tapicería	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Forro del espaldar	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Tela, riatas	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
		Fecha:	18/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	15,15	01,54	100,00%	01,54
2	06,40	00,50	100,00%	00,50
3	05,37	00,42	100,00%	00,42
4	07,31	00,56	100,00%	00,56
5	00,44	00,05	100,00%	00,05
6	00,22	00,03	100,00%	00,03
7	03,20	00,25	100,00%	00,25
8	05,03	00,38	100,00%	00,38
9	04,45	00,36	100,00%	00,36
10	07,05	00,53	100,00%	00,53
11	01,44	00,13	100,00%	00,13
12	03,22	00,25	100,00%	00,25
13	04,54	00,37	100,00%	00,37
14	01,41	00,13	100,00%	00,13
Tiempo básico del ciclo				08,30
Suplementos				13,00%
Tiempo Estándar				09,37
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales		7
Básico por fatiga	M	4
Suplemento por trabajar de pie	No	0
Suplemento por postura anormal	Cómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	0 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	Continuo	0
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo bastante monótono	1
Tedio	Trabajo aburrido	1
Suplementos totales		13

Pintura

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Estructura pintada	
Materiales:	Pintura, Calafato	
Operación:	Pintar la estructura	
Máquinas:	Compresor, pistola de pintura	
Herramientas:	Caballete, cincel	
Asign.	Detalle	
1	Limpiar la estructura	
2	Colocar funda en la palanca del mecanismo	
3	Pintar la estructura	
4	Calafatear la estructura	

Cronometrado de cada elemento de la operación.

<i>IMEISA</i>		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS						
Departamento:	Taller de pintura				Estudio núm.:	1.0		
					Hoja núm.:	1 de 1		
Operación:	Pintar la estructura				Comenzó:	16:00		
Máquinas:	Compresor, pistola de pintura				Terminó:	16:54		
Herramientas:	Caballete, cincel				Tiempo trans.:	54 minutos		
					Operador:	Sr. Diocles Loor		
Producto:	Estructura pintada				Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera		
Materiales	Pintura, calefato				Fecha:	19/01/2018		
					Comprobado:	Ing. Christian Mariño		
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
1	13,45	14,00	13,50	13,55	14,03			
2	00,14	00,20	00,17	00,21	00,16			
3	07,32	07,40	07,20	07,33	07,43			
4	00,36	00,40	00,38	00,40	00,41			

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar.

<i>IMEISA</i> HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR				
Departamento:	Taller de tapicería	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Forro del espaldar	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Tela, riatas	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
		Fecha:	19/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	09,33	13,55	100,00%	13,55
2	01,28	00,18	100,00%	00,18
3	37,48	07,34	100,00%	07,34
4	03,15	00,28	100,00%	00,28
Tiempo básico del ciclo				22,14
Suplementos				13,00%
Tiempo Estándar				25,07
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales		5
Básico por fatiga	H	4
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	0 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de precisión o fatigosos	2
Ruido	Continuo	0
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo algo monótono	0
Tedio	Trabajo algo aburrido	0
Suplementos totales		13

Ensamble final del asiento

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Asiento ensamblado	
Materiales:	Estructura ensamblada, tapicería, accesorios	
Operación:	Ensamblar asiento	
Máquinas:	Taladro, Esmeril	
Herramientas:	Alicate, martillo, gancho, remachadora	
Asign.	Detalle	
1	Destornillar la guardia lateral	
2	Cortar la guardia para montarlo en la estructura	
3	Engrasar el mecanismo	
4	Colocar resortes en la estructura	
5	Sujetar de los resortes	
6	Atornillar la codera plástica a la estructura	
7	Colocar la tapa de la codera	
8	Colocar goma en la parte superior de la esponja para la tela superior	
9	Colocar tela superior de soporte en la esponja del espaldar	
10	Poner la goma en la parte superior lateral de la esponja del espaldar	
11	Colocar tela lateral de soporte en la esponja del espaldar	
12	Poner goma en la parte superior de la esponja del espaldar para la esponja de refuerzo	
13	Colocar esponja de refuerzo en el espaldar	
14	Colocar goma en la esponja de refuerzo	
15	Colocar funda en la parte de refuerzo	
16	Preparar los resortes de serpentina	
17	Colocar los resortes en serpentina	
18	Ajustar los resortes	
19	Preparar los revisteros	
20	Cortar alambre para utilizarlos como grapas al forrar el espaldar	
21	Colocar el forro a medio espaldar	
22	Poner la varilla de refuerzo frontal del forro	
23	Bajar el forro y pasar reatas	
24	Colocar los revisteros	
25	Colocar la palanca en el chupete	

26	Limpiar la palanca
27	Colocar la guardia lateral
28	Poner las tapas en las guardias
29	Atornillar la tapa de la guardia lateral
30	Enfundar el espaldar
31	Pegar con cinta adhesiva la funda
32	Cortar la guardia posterior para que se ajuste a la estructura
33	Armar guardias posteriores
34	Colocar las guardias posteriores del asiento
35	Colocar los cinturones de seguridad
36	Colocar los cojines

Cronometrado de cada elemento de la operación

IMEISA									HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS								
Departamento:	Taller mecánico						Estudio núm.:	1.0									
							Hoja núm.:	1 de 1									
Operación:	Ensamble final						Comenzó:	08:15									
Máquinas:	Taladro, esmeril						Terminó:	13:40									
Herramientas:	Alicate, martillo, gancho, remachadora						Tiempo trans.:	280 minutos									
							Operador:	Sr. Anthony Alava									
Producto:	Asiento completo						Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera									
Materiales	Estructura ensamblada, tapicería, accesorios						Fecha:	22/01/2018									
							Comprobado:	Ing. Christian Mariño									
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8									
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.									
1	00,13	00,12	00,14	00,18	00,16	00,13											
2	00,18	00,22	00,19	00,19	00,21	00,20											
3	00,40	00,41	00,40	00,40	00,39	00,43											
4	00,30	00,23	00,27	00,28	00,28	00,31											
5	00,36	01,00	00,53	01,06	00,58	01,04											
6	00,20	00,24	00,18	00,22	00,21	00,23											
7	00,34	00,34	00,33	00,34	00,37	00,32											
8	01,30	01,18	01,15	01,20	01,17	01,22											
9	00,04	00,05	00,04	00,06	00,05	00,05											
10	00,05	00,06	00,04	00,07	00,05	00,07											
11	00,05	00,06	00,05	00,06	00,05	00,04											
12	00,07	00,04	00,05	00,05	00,05	00,05											
13	00,20	00,18	00,16	00,17	00,16	00,14											
14	00,17	00,18	00,16	00,19	00,15	00,15											
15	00,11	00,06	00,06	00,06	00,07	00,07											
16	00,50	00,48	00,49	00,52	00,52	00,49											
17	00,08	00,11	00,17	00,13	00,12	00,17											
18	01,26	01,29	01,28	01,30	01,25	01,24											
19	03,00	02,55	02,58	03,05	03,03	03,02											
20	00,23	00,32	00,18	00,22	00,17	00,18											
21	00,17	00,17	00,13	00,15	00,16	00,16											
22	03,56	05,36	04,30	04,46	03,38	03,40											

23	02,00	02,21	02,32	02,45	02,10	02,15
24	11,32	14,18	08,55	09,32	11,30	09,58
25	00,50	00,58	00,54	00,55	00,53	00,59
26	01,15	00,57	01,01	01,08	01,10	01,00
27	00,16	00,48	00,33	00,23	00,35	00,37
28	00,09	00,08	00,09	00,10	00,09	00,08
29	01,15	01,25	01,28	01,20	01,33	01,27
30	00,14	00,16	00,17	00,15	00,13	00,27
31	00,54	00,46	00,48	00,42	00,50	00,49
32	00,32	00,32	00,31	00,38	00,33	00,38
33	02,24	02,24	02,20	02,25	02,23	02,30
34	02,30	02,00	02,18	02,24	02,12	02,17
35	02,35	02,40	02,44	02,45	02,49	02,50
36	01,33	01,27	01,34	01,21	01,40	01,35

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar

<i>IMEISA</i> HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR				
Departamento:	Taller mecánico	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Asiento completo	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Estructura ensamblada, tapicería, accesorios	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
		Fecha:	22/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	01,26	00,14	100,00%	00,14
2	01,59	00,20	100,00%	00,20
3	04,03	00,41	100,00%	00,41
4	02,47	00,28	100,00%	00,28
5	05,37	00,56	100,00%	00,56
6	02,08	00,21	100,00%	00,21
7	03,24	00,34	100,00%	00,34
8	08,02	01,20	100,00%	01,20
9	00,29	00,05	100,00%	00,05
10	00,34	00,06	100,00%	00,06
11	00,31	00,05	100,00%	00,05
12	00,31	00,05	100,00%	00,05
13	01,41	00,17	100,00%	00,17
14	01,40	00,17	100,00%	00,17
15	00,43	00,07	100,00%	00,07
16	05,00	00,50	100,00%	00,50
17	01,18	00,13	100,00%	00,13
18	08,42	01,27	100,00%	01,27
19	18,03	03,01	100,00%	03,01
20	02,10	00,22	100,00%	00,22
21	01,34	00,16	100,00%	00,16
22	26,06	04,21	100,00%	04,21
23	14,03	02,21	100,00%	02,21
24	05,45	10,58	100,00%	10,58

25	05,29	00,55	100,00%	00,55
26	06,31	01,05	100,00%	01,05
27	03,12	00,32	100,00%	00,32
28	00,53	00,09	100,00%	00,09
29	08,28	01,25	100,00%	01,25
30	01,42	00,17	100,00%	00,17
31	04,49	00,48	100,00%	00,48
32	03,24	00,34	100,00%	00,34
33	14,26	02,24	100,00%	02,24
34	13,41	02,17	100,00%	02,17
35	16,23	02,44	100,00%	02,44
36	09,10	01,32	100,00%	01,32
Tiempo básico del ciclo				46,36
Suplementos				16,00%
Tiempo Estándar				54,03
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales		
Básico por fatiga	H	5
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	2.5 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	Intermitente y fuerte	2
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo bastante monótono	1
Tedio	Trabajo aburrido	2
Suplementos totales		16

Ensamble de la estructura

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Estructura ensamblada	
Materiales:	Coderas, sub ensambles	
Operación:	Ensamblar la estructura	
Máquinas:	Soldadora eléctrica, Soldadora MIG, taladro, cortadora de plasma	
Herramientas:	Martillo, playos de presión, guía de palanca	
Asign.	Detalle	
1	Cortar soporte lateral a la pared	
2	Limar soporte lateral a la pared	
3	Cortar la pieza de soporte de la codera central	
4	Limar el soporte de la codera	
5	Señalar donde hacer el agujero	
6	Taladrar los soportes de las coderas	
7	Cortar la codera lateral para soldar	
8	Ensamblar la base del asiento al espaldar	
9	Reforzar la base del asiento al espaldar	
10	Apuntalar la base del asiento a la base del cojín	
11	Reforzar la base del asiento al cojín	
12	Ensamblar la codera y los soportes de las coderas	
13	Ensamblar la palanca del mecanismo	
14	Apuntalar la pisadera, la pata y el perfil de soporte	
15	Reforzar la pisadera, la pata y el perfil de soporte	
16	Taladrar los agujeros en la estructura del espaldar para los revisteros	

Cronometrado de cada elemento de la operación

<i>IMEISA</i> HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS								
Departamento:	Taller mecánico				Estudio núm.:	1.0		
					Hoja núm.:	1 de 1		
Operación:	Ensamble de la estructura				Comenzó:	09:00		
Máquinas:	Soldadora eléctrica, soldadora MIG, taladro, cortadora de plasma				Terminó:	11:11		
Herramientas:	Martillo, playos de presión, guía de palanca				Tiempo trans.:	131 minutos		
					Operador:	Sr. Anthony Alava		
Producto:	Estructura ensamblada				Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera		
Materiales	Coderas, sub ensambles				Fecha:	23/01/2018		
					Comprobado:	Ing. Christian Mariño		
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
1	00,23	00,21	00,20	00,22	00,22			
2	00,20	00,26	00,22	00,23	00,25			
3	00,56	00,53	01,11	00,57	01,03			
4	01,05	00,58	01,10	01,00	00,59			
5	00,17	00,14	00,16	00,23	00,17			
6	00,05	00,09	00,07	00,06	00,11			
7	01,00	00,50	00,53	00,58	00,50			
8	01,34	01,27	01,28	01,30	01,33			
9	01,40	02,00	01,45	01,57	01,50			
10	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00			
11	07,50	08,00	07,40	07,53	07,57			
12	02,34	02,36	02,33	02,41	02,43			
13	01,09	01,11	01,07	01,12	01,08			
14	02,12	02,06	02,40	02,37	02,33			
15	02,53	03,17	03,07	02,53	03,27			
16	01,35	01,37	01,32	01,31	01,35			

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar.

<i>IMEISA</i>		HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR		
Departamento:	Taller de tapicería	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Forro del espaldar	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Tela, riatas	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
		Fecha:	23/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	01,48	00,22	100,00%	00,22
2	01,56	00,23	100,00%	00,23
3	05,00	01,00	100,00%	01,00
4	05,12	01,02	100,00%	01,02
5	01,27	00,17	100,00%	00,17
6	00,38	00,08	100,00%	00,08
7	04,31	00,54	100,00%	00,54
8	07,32	01,30	100,00%	01,30
9	09,12	01,50	100,00%	01,50
10	00,00	00,00	100,00%	00,00
11	39,20	07,52	100,00%	07,52
12	13,07	02,37	100,00%	02,37
13	05,47	01,09	100,00%	01,09
14	12,08	02,26	100,00%	02,26
15	15,37	03,07	100,00%	03,07
16	07,50	01,34	100,00%	01,34
Tiempo básico del ciclo				22,32
Suplementos				16,00%
Tiempo Estándar				24,58
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales		
Básico por fatiga	H	5
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	2.5 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	Intermitente y fuerte	2
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo bastante monótono	1
Tedio	Trabajo aburrido	2
Suplementos totales		16

Estructura del asiento

Descomposición de las operaciones en elementos

IMEISA		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
Ficha número:	1 de 1	
Producto:	Estructura del asiento	
Materiales:	Tubos, perfiles, varilla	
Operación:	Fabricación de la base del asiento	
Máquinas:	Soldadora eléctrica, Soldadora MIG	
Herramientas:	Martillo, playo de presión	
Asign.	Detalle	
1	Cortar la platina para el chupete	
2	Señalar donde taladrar el chupete	
3	Taladrar el chupete	
4	Redondear una de las aristas del chupete para darle forma	
5	Limar las esquinas de las cremalleras del mecanismo	
6	Cortar los ejes de transmisión del mecanismo	
7	Hacer los chaflanes de los ejes de transmisión	
8	Doblar los ejes de transmisión	
9	Señalar donde cortar y taladrar los perfiles T	
10	Taladrar los perfiles T para hacer los agujeros	
11	Cortar los perfiles T	
12	Cortar tubos para la base de soporte lateral y central del asiento	
13	Doblar los tubos para la base del soporte lateral y central del asiento	
14	Cortar los tubos cuadrados para la base frontal y posterior del asiento	
15	Cortar tubo de soporte superior	
16	Cortar tubo para los bocines	
17	Hacer la ceja en los bocines	
18	Cortar el tubo de soporte de la codera al pasillo	
19	Doblar el tubo de soporte de la codera que va al pasillo	
20	Cortar el soporte del anclaje del cinturón de seguridad derecho	
21	Limar el soporte del anclaje del cinturón de seguridad derecho	
22	Señalar donde taladrar el soporte del anclaje del cinturón derecho	
23	Taladrar el agujero del soporte del anclaje del cinturón derecho	
24	Cortar el anclaje del cinturón izquierdo	

25	Señalar donde doblar el anclaje del cinturón izquierdo
26	Taladrar los agujeros del cinturón izquierdo
27	Apuntalar la estructura
28	Reforzar la estructura
29	Ajustar el mecanismo de reclinación
30	Reforzar las juntas de la estructura el mecanismo de reclinación

Cronometrado de cada elemento de la operación

<i>IMEISA</i>		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS						
Departamento:	Taller mecánico				Estudio núm.:	1.0		
					Hoja núm.:	1 de 1		
Operación:	Fabricación de la estructura del asiento				Comenzó:	8:30		
Máquinas:	Soldadora eléctrica, Soldadora MIG				Terminó:	11:55		
Herramientas:	Martillo, playo de presión				Tiempo trans.:	205 minutos		
					Operario:	Sr. Abdón Torres		
Producto:	Estructura del asiento				Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera		
Materiales	Estructura ensamblada, Tubos, perfiles, varillas, cremallera				Fecha:	24/01/2018		
					Comprobado:	Ing. Christian Mariño		
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
1	00,08	00,07	00,07	00,08	00,08			
2	00,03	00,04	00,04	00,04	00,03			
3	00,10	00,11	00,12	00,09	00,09			
4	00,36	00,39	00,38	00,37	00,40			
5	00,18	00,21	00,18	00,19	00,20			
6	00,13	00,16	00,16	00,14	00,12			
7	00,18	00,23	00,21	00,22	00,23			
8	00,42	00,47	00,44	00,47	00,47			
9	00,14	00,11	00,14	00,14	00,12			
10	00,07	00,04	00,04	00,03	00,03			
11	00,07	00,06	00,06	00,05	00,05			
12	00,10	00,11	00,10	00,10	00,09			
13	00,30	00,28	00,29	00,26	00,31			
14	00,07	00,07	00,07	00,06	00,06			
15	00,13	00,13	00,12	00,14	00,13			
16	00,05	00,04	00,04	00,04	00,05			
17	03,36	03,44	03,38	03,45	03,49			
18	00,11	00,11	00,12	00,11	00,11			
19	00,28	00,26	00,27	00,30	00,25			

20	01,10	01,06	01,02	01,18	01,01
21	00,21	00,18	00,19	00,20	00,20
22	00,09	00,09	00,08	00,09	00,09
23	00,10	00,11	00,10	00,09	00,10
24	00,08	00,07	00,08	00,09	00,07
25	00,03	00,04	00,04	00,03	00,03
26	00,12	00,11	00,11	00,12	00,10
27	03,33	03,25	03,26	03,27	03,30
28	04,43	04,35	04,41	04,45	05,09
29	03,50	03,49	03,51	03,55	03,57
30	02,54	02,50	02,52	03,00	02,57

Valoración del ritmo de trabajo, determinación del tiempo básico, determinación del tiempo estándar

<i>IMEISA</i> HOJA DEL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO Y TIEMPO ESTÁNDAR				
Departamento:	Taller mecánico	Estudio núm:	1.0	
Producto:	Asiento completo	Hoja núm.:	1 de 1	
Materiales	Estructura ensamblada, tapicería, accesorios	Observado por:	Ing. Juan Carlos Barrera	
		Fecha:	24/01/2018	
		Comprobado:	Ing. Christian Mariño	
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	Sumatoria de T	T	V	TB
1	00,38	00,05	100,00%	00,05
2	00,18	00,02	100,00%	00,02
3	00,51	00,06	100,00%	00,06
4	03,10	00,24	100,00%	00,24
5	01,36	00,12	100,00%	00,12
6	01,11	00,09	100,00%	00,09
7	01,47	00,13	100,00%	00,13
8	03,47	00,28	100,00%	00,28
9	01,05	00,08	100,00%	00,08
10	00,21	00,03	100,00%	00,03
11	00,29	00,04	100,00%	00,04
12	00,50	00,06	100,00%	00,06
13	02,24	00,18	100,00%	00,18
14	00,33	00,04	100,00%	00,04
15	01,05	00,08	100,00%	00,08
16	00,22	00,03	100,00%	00,03
17	18,32	02,19	100,00%	02,19
18	00,56	00,07	100,00%	00,07
19	02,16	00,17	100,00%	00,17
20	05,37	00,42	100,00%	00,42
21	01,38	00,12	100,00%	00,12
22	00,44	00,06	100,00%	00,06
23	00,50	00,06	100,00%	00,06
24	00,39	00,05	100,00%	00,05

25	00,17	00,02	100,00%	00,02
26	00,56	00,07	100,00%	00,07
27	17,21	02,10	100,00%	02,10
28	23,53	02,59	100,00%	02,59
29	19,22	02,25	100,00%	02,25
30	14,33	01,49	100,00%	01,49
Tiempo básico del ciclo				16,00
Suplementos				16,00%
Tiempo Estándar				18,34
<i>Nota: V = Valoración; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; TE = Tiempo Estándar</i>				

Determinar los suplementos

HOJA DE SUPLEMENTOS

Necesidades personales	H	5
Básico por fatiga		4
Suplemento por trabajar de pie	Si	2
Suplemento por postura anormal	Ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza (Kg.)	2.5 kg.	0
Iluminación	Normal	0
Condiciones atmosféricas (mili calorías / cm² / segundo)	14	0
Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	Intermitente y fuerte	2
Tensión mental	Proceso normal	0
Monotonía	Trabajo bastante monótono	1
Tedio	Trabajo aburrido	2
Suplementos totales		16

ANEXO VIII. Encuesta para diagnosticar la empresa según las 5S.

Encuesta IMEISA

La presente encuesta sirve para llevar a cabo mejoras que ayuden a optimizar el ambiente laboral, productividad, y confort de los trabajadores de la empresa, esta encuesta es anónima así que siéntase seguro de responder con sinceridad.

Subraye:

B. No

Usted cree que la empresa tiene un aspecto visual con respecto a las máquinas, instalaciones y herramientas:

Si responde no, indique cuál hace falta

- A. Limpio
- B. Podría mejorar

¿Cree que existen averías frecuentes en las máquinas de la empresa?

- A. Si
- B. No

Usted cree que la empresa es:

- A. Ordenada
- B. Podría mejorar

¿Cree que existe desinterés por parte de los empleados en su área de trabajo?

¿Usted cree que hay herramientas o máquinas con elementos rotos que deberían ser reemplazados?

- A. Si
- B. No

- A. Si
- B. No

¿Cree que existe movimientos innecesarios de personas, máquinas, herramientas o material?

¿Usted cree que hacen falta instrucciones y señales comprensibles para todos?

- A. Si
- B. No

- A. Si
- B. No

¿Cree que hace falta espacio para realizar adecuadamente su trabajo?

¿Usted cree que tiene todos los implementos personales adecuados para realizar su trabajo?

- A. Si

- A. Si
- B. No

Su aporte como trabajador es importante para la empresa, de tal manera nos gustaría saber si usted tiene una sugerencia, recomendación o idea que aporte para que todos tengamos un mejor ambiente laboral, aumentar la productividad, o simplemente hacer más fácil su trabajo.

¡Muchas gracias!

ANEXO IX. Tarjeta roja.





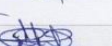

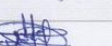






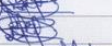












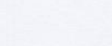










TARJETA ROJA

No. De ficha:	
Área:	
Fecha de colocación:	
Descripción del problema:	
Responsable:	
Fecha de realización:	
Acción:	
CATEGORÍA	
Accesorios o herramientas	
Cubetas, recipientes	
Equipo de oficina	
Instrumentos de medición	
Maquinaria	
Materia prima	
Material de empaque	
Producto terminado	
Producto en proceso	
Refacciones	
Otro (especifique)	
RAZÓN	
Contaminante	
Defectuoso	
Descompuesto	
Desperdicio	
No se necesita	
No se necesita pronto	
Uso desconocido	
Otro (especifique)	

ANEXO XI. Ficha de orden al final del turno.

































ÁREA:	ORDEN AL FINAL DEL TURNO			NÚMERO DE FICHA
Objetivo	Control	Normal	Anormal	Acción
5S	Control visual	Situación igual a la foto	Situación diferente a la foto	La persona que utilice el puesto debe volver al estándar inmediatamente.
<i>Ordenar, con la premisa de que debería haber un lugar para todo y todo debería estar en su lugar. Mantener el puesto de trabajo y el departamento ordenado siempre, para disminuir el tiempo de búsqueda de herramientas y otros elementos, así como también evitar movimientos innecesarios.</i>				
<i>Observaciones:</i>				
<i>Ubicación de la ficha:</i>			<i>Responsable de la zona:</i>	
<i>Inspector:</i>			<i>Fecha:</i>	

FICHA DE LIMPIEZA DIARIA

Puesto de trabajo	Responsable	Fecha de limpieza	Firma
Puesto de trabajo 2 & Área de almacenamiento de producto terminado	Sr. Marcelo Ronquillo	19/03/2018	
		20/03/2018	
		21/03/2018	
		22/03/2018	
		23/03/2018	
		26/03/2018	
		27/03/2018	
		28/03/2018	
		29/03/2018	
		30/03/2018	
		31/03/2018	
		02/04/2018	
		03/04/2018	
		04/04/2018	
		05/04/2018	
		06/04/2018	
		07/04/2018	
		09/04/2018	
		10/04/2018	
		11/04/2018	
		12/04/2018	
		13/04/2018	
		14/04/2018	
		16/04/2018	
		17/04/2018	
		18/04/2018	
		19/04/2018	
		20/04/2018	
		21/04/2018	
		23/04/2018	
		24/04/2018	
		25/04/2018	
26/04/2018			
27/04/2018			
28/04/2018			
30/04/2018			
01/04/2018			
02/04/2018			
03/04/2018			
04/04/2018			

IMEISA

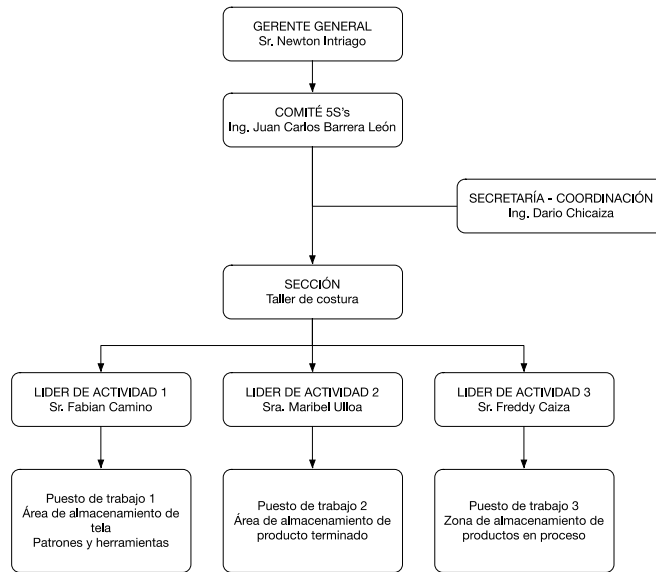
FICHA DE LIMPIEZA DIARIA

Puesto de trabajo	Responsable	Fecha de limpieza	Firma
Puesto de trabajo 3 & Área de almacenamiento de materia prima	Sr. Freddy Chicaiza	19/03/2018	
		20/03/2018	
		21/03/2018	
		22/03/2018	
		23/03/2018	
		26/03/2018	
		27/03/2018	
		28/03/2018	
		29/03/2018	
		30/03/2018	
		31/03/2018	
		02/04/2018	
		03/04/2018	
		04/04/2018	
		05/04/2018	
		06/04/2018	
		07/04/2018	
		09/04/2018	
		10/04/2018	
		11/04/2018	
		12/04/2018	
		13/04/2018	
		14/04/2018	
		16/04/2018	
		17/04/2018	
		18/04/2018	
		19/04/2018	
		20/04/2018	
		21/04/2018	
		23/04/2018	
		24/04/2018	
		25/04/2018	
26/04/2018			
27/04/2018			
28/04/2018			
30/04/2018			
01/04/2018			
02/04/2018			
03/04/2018			
04/04/2018			

ANEXO XIV. Formato de la auditoría de las 5S's.

FORMATO DE AUDITORÍA		Fecha
No.	Seleccionar	Calif.
1	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso	
2	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso	
3	Existen objetos sin uso en los pasillos	
4	Pasillos libres de obstáculos	
5	Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso	
6	Se cuenta con solo lo necesario para trabajar	
7	Los cajones se encuentran bien ordenados	
8	Se ven partes en lugares diferentes a su lugar asignado	
9	Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente	
10	El área de está libre de cajas de papeles u otros objetos	
	Ordenar	Calif.
11	Las áreas están debidamente identificadas	
12	No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo	
13	Los botes de basura están en el lugar designado para éstos	
14	Lugares marcados para todo el material de trabajo	
15	Todas las sillas y mesas están en el lugar designado	
16	Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados	
17	Todas las identificaciones de estantes están actualizadas y se respetan	
	Limpiar	Calif.
18	Los escritorios se encuentran limpios	
19	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias	
20	Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas	
21	Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias	
22	Las mesas están libres de polvo, manchas y residuos.	
23	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	
	Estandarizar	Calif.
24	Todos los contenedores cumplen con el requerimiento de la operación	
25	El personal usa la vestimenta adecuada dependiendo de sus labores	
26	Todas las mesas, sillas y carritos son iguales	
27	Todo los instructivos cumplen con el estándar	
28	La capacitación está estandarizada para el personal del área	

ANEXO XV. Planificación de la implementación de las 5S's en el área de costura.



Organización del comité de la implementación 5S



Layout del área de Tapizado.

Condiciones previas del área a intervenir con la metodología 5S.

No.	ZONA	IMAGEN	No.	ZONA	IMAGEN
1	Puesto de trabajo no. 1		4	Puesto de trabajo no. 2	
2	Zona de almacenamiento de tela y patrones		5	Zona de almacenamiento de producto terminado	
3	Área de almacenamiento de sub productos		6	Puesto de trabajo no. 3	

Fecha: 4 de abril del 2018

Cronograma de implementación de las 5S's.

Planificación															
Actividades de las 5S		Proyecto (Desde MAYO hasta JULIO de 2018)										Fecha: 30 de marzo del 2018			
<i>Nombre del Proyecto:</i>		Objetivo (razón de elección):										Nombre del Grupo:			
Mejoramiento del proceso de fabricación de forros para asientos		Existe un alto índice de desorganización Puede mejorar la organización del área										Costura			
<i>Sección</i>	Área de tapizado y costura	Existe un bajo índice de limpieza en el área										Miembros: (Líder) Ing. Juan Carlos Barrera Sr. Fabián Camino, Sra. Maribel Ulloa, Sr. Freddy Caiza			
<i>No. registro:</i>	No aplica											Comentario de Ejecución			
Proceso	Actividades	Mes	MAYO					JUNIO						JULIO	Tiempo
		Semana	1-	7-	14-	21-	28-	4-	11-	18-	25-	2-	9-	Gastos	
<i>SEIRI Clasificación</i>	Analizar el área de implementación y hacer un diagnóstico.	Plan	█									Hora:	40	El área de almacenamiento no esta establecido adecuadamente. La socialización con el personal es realizada en una etapa. Costo de alquiler del proyector por presentación: 7,50 dólares	
	Socialización del proyecto con el personal.	Ejecución	█									\$:	7,5		
		Plan	█												
Crear las fichas y realizar la clasificación de cosas.	Ejecución	█													
	Plan	█													
<i>SEITON Ordenar</i>	Excluir procesos innecesarios, o mejorarlos.	Plan	█									Hora:	25		Es necesario adquirir implementos de movilización de productos terminados. Es necesario establecer lugares adecuados para el almacenamiento de tela y sub productos.
		Ejecución	█									\$:	5		
Establecer el lugar para cada cosa y organizar las áreas.	Plan	█													
	Ejecución	█													
<i>SEISO Limpiar</i>	Establecer las reglas para realizar la limpieza del área e implementar la limpieza.	Plan	█									Hora:	16	Hacer observaciones periódicas para determinar si se aplican las reglas en la limpieza.	
		Ejecución	█									\$:	50		
<i>SEIKETSU Estandarizar</i>	Realizar fichas de estandarización y aplicarlas.	Plan	█									Hora:	24	Ninguno	
		Ejecución	█									\$:	1,5		
<i>SHITSUKE Disciplina</i>	Realizar auditorías de las 3S.	Plan	█									Hora:	32	Las auditorias son semanales.	
		Ejecución	█									\$:	10		
<i>Las 5S</i>	Problema y Siguiete Plan: No existe una planificación posterior a la implementación.	Comentario de jefe: Se sugiere hacer supervisiones posteriores a la implementación.										Total		Comentario de Comité: Ningún comentario.	
													Hora:		137
													\$:		74

Cronograma de implementación SEIRI & SEITON.

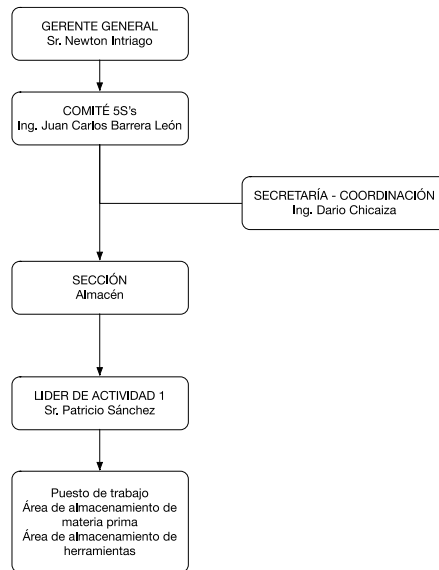
PLAN DE SEIRI y SEITON			Sección: Área de tapizado y costura										Líder: Ing. Juan C. Barrera		30/03/2018
	PUNTO DE OBJETO	Responsable	Mes	Mayo			Junio			Julio			Comentario		
			Semana	12-	19-	26-	2-	9-	16-	23-	30-	1-		7-	
1	Puesto de trabajo no. 1	Sr. Fabián Camino	Plan											Ninguno	
			Ejecutado												
2	Puesto de trabajo no. 2	Sra. Maribel Ulloa	Plan											Ninguno	
			Ejecutado												
3	Puesto de trabajo no. 3	Sr. Freddy Caiza	Plan											Ninguno	
			Ejecutado												
4	Área de almacenamiento de materia prima y patrones	Sr. Fabián Camino	Plan											Ninguno	
			Ejecutado												
5	Área de almacenamiento de productos en proceso	Sr. Freddy Caiza	Plan											Ninguno	
			Ejecutado												
6	Área de productos terminados	Sra. Maribel Ulloa	Plan											Ninguno	
			Ejecutado												

Calendario de revisión anual de las 5S's.

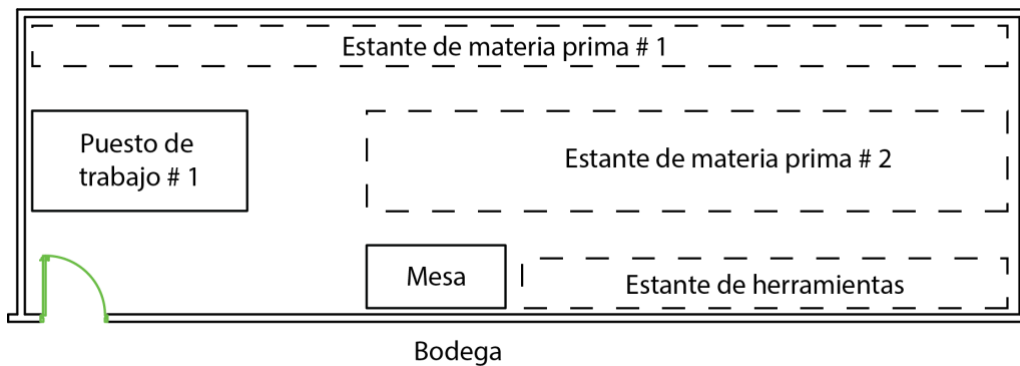
5S CALENDARIO DE AÑO (2018-2019)												
Sección:	Área de tapizado y costura	Lugar:	Taller de costura	Responsable:	Ing. Juan Carlos Barrera							
No.	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Revisar (o pintar) de piso y las líneas del piso											
3	Revisar (o pintar) paredes											
6	Revisar las condiciones de la iluminación											
7	3S del puesto de trabajo # 1											
8	3S del puesto de trabajo # 2											
9	3S del puesto de trabajo # 3											
10	3S del área de almacenamiento											
11	Mantenimiento de máquinas de coser											
12	3S de herramientas											

Meses del año: 1 = Mayo, 2 = Junio, 3 = Julio, 4 = Agosto, 5 = Septiembre, 6 = Octubre, 7 = Noviembre, 8 = Diciembre, 9 = Enero, 10 = Febrero.

ANEXO XVI. Planificación de la implementación de las 5S's en el almacén.







Organización del comité de la implementación 5S



Layout del área de Tapizado.

Condiciones previas del área a intervenir con la metodología 5S.

No.	ZONA	IMAGEN	No.	ZONA	IMAGEN
1	Puesto de trabajo no. 1		5	Estanterías de almacenamiento de materia prima	
2	Zona de almacenamiento de herramientas		6	Estantería de almacenamiento de accesorios	

Fecha: 12 de marzo del 2018

Cronograma de implementación de las 5S's.

Planificación														
Actividades de las 5S		Proyecto (Desde MARZO hasta MAYO de 2018-2019)											Fecha: 12 de marzo del 2018	
<i>Nombre del Proyecto:</i>		Objetivo (razón de elección):											Nombre del Grupo:	
Mejoramiento del proceso almacenamiento		Existe un alto índice de desorganización Falta de estandarización de la materia prima											Esponjas	
<i>Sección</i>	Almacén												Miembros: (Líder) Ing. Juan Carlos Barrera Sr. Patricio Sánchez	
<i>No. registro:</i>	No aplica												Comentario de Ejecución	
Proceso	Actividades	Mes	JULIO				AGOSTO					SEPT.		
		Semana	2-	9-	16-	23-	1-	6-	13-	20-	27-	3-	10-	Gastos
<i>SEIRI Clasificación</i>	Analizar el área de implementación y hacer un diagnóstico.	Plan												Hora: 25
		Ejecución												\$: 0
	Socialización del proyecto con el personal.	Plan												
		Ejecución												
<i>SEITON Ordenar</i>	Crear las fichas y realizar la clasificación de cosas.	Plan												
		Ejecución												
	Excluir procesos innecesarios, o mejorarlos.	Plan												Hora: 18
		Ejecución												\$: 3
<i>SEISO Limpiar</i>	Establecer el lugar para cada cosa y organizar las áreas.	Plan												Hora: 10
		Ejecución												\$: 15
	Establecer las reglas para realizar la limpieza del área e implementar la limpieza.	Plan												Hora: 10
		Ejecución												\$: 15
<i>SEIKETSU Estandarizar</i>	Realizar fichas de estandarización y aplicarlas.	Plan												Hora: 12
		Ejecución												\$: 1,5
<i>SHITSUKE Disciplina</i>	Realizar auditorías de las 3S.	Plan												Hora: 16
		Ejecución												\$: 10
<i>Las 5S</i>	Problema y Siguiete Plan: No existe una planificación posterior a la implementación.	Comentario de jefe: Se sugiere hacer supervisiones posteriores a la implementación.										Total	Comentario de Comité:	
													Hora: 81	Ningún comentario.
													\$: 29,5	

Cronograma de implementación SEIRI & SEITON.

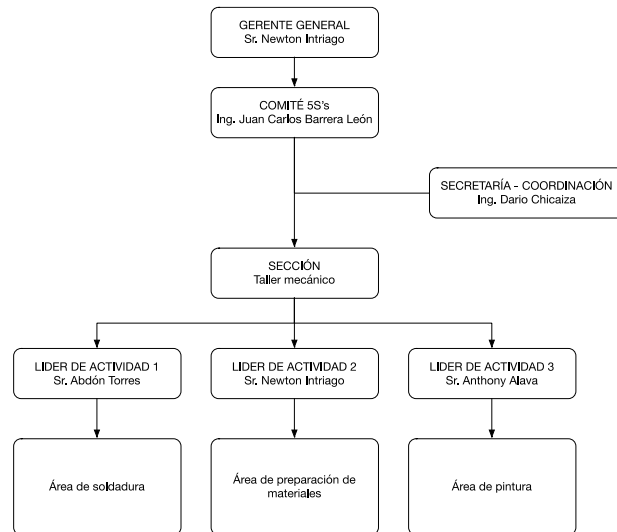
PLAN DE SEIRI y SEITON			Sección: Área de tapizado y esponjas				Líder: Ing. Juan C. Barrera				30/03/2018		
1	PUNTO DE OBJETO	Responsable	Mes	Julio			Agos.			Sept.		Comentario	
			Semana	2-	9-	16-	23-	1-	6-	13-	20-		1-
2	Puesto de trabajo no. 1	Sr. Patricio Sánchez	Plan										Ninguno
			Ejecutado										
5	Área de almacenamiento de accesorios	Sr. Patricio Sánchez	Plan										Ninguno
			Ejecutado										
6	Área de almacenamiento de materia prima	Sr. Patricio Sánchez	Plan										Ninguno
			Ejecutado										
8	Almacenamiento de herramientas	Sr. Patricio Sánchez	Plan										Ninguno
			Ejecutado										

Calendario de revisión anual de las 5S's.

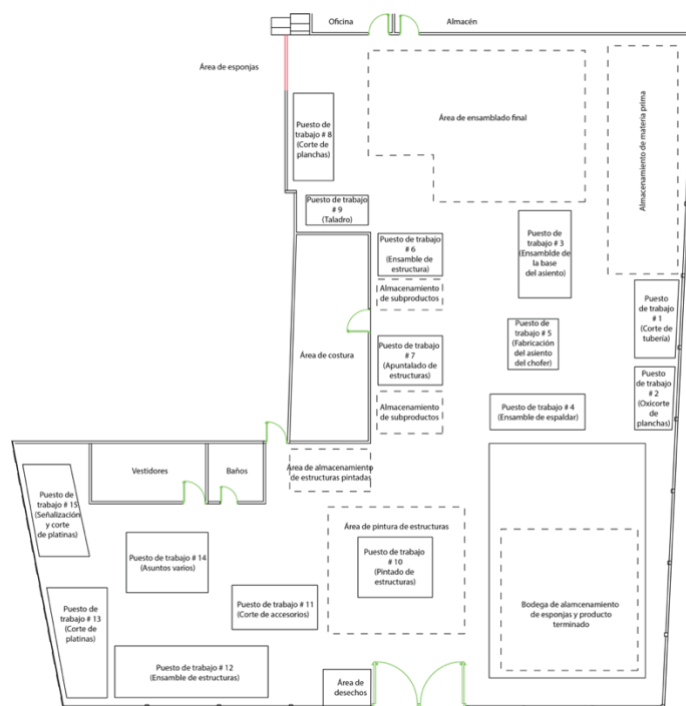
5S CALENDARIO DE AÑO (2018 - 2019)											
Sección:	Área de tapizado y esponjas	Lugar:		Taller			Responsable:		Ing. Juan Carlos Barrera		
No.	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Revisar (o pintar) de piso y las líneas del piso										
2	Revisar (o pintar) paredes										
3	Revisar las condiciones de la iluminación										
4	3S del puesto de trabajo #1										
5	3S del área de almacenamiento de material prima										
6	3S del área de almacenamiento de accesorios										
7	3S área de almacenamiento de herramientas										

Meses del año: 1 = Julio, 2 = Agosto, 3 = Septiembre, 4 = Octubre, 5 = Noviembre, 6 = Diciembre, 7 = Enero, 8 = Febrero, 9 = Marzo, 10 = Abril.

ANEXO XVII. Planificación de la implementación de las 5S's en el área del taller mecánico.



Organización del comité de la implementación 5S



Layout del taller mecánico

Condiciones previas del área a intervenir con la metodología 5S.

No.	ZONA	IMAGEN	No.	ZONA	IMAGEN
1	Puesto de trabajo no. 1		10	Puesto de trabajo no. 10	
2	Puesto de trabajo no. 2		11	Puesto de trabajo no. 11	
3	Puesto de trabajo no. 3		12	Puesto de trabajo no. 12	
4	Puesto de trabajo no. 4		13	Puesto de trabajo no. 13	
5	Puesto de trabajo no. 5		14	Puesto de trabajo no. 14	
6	Puesto de trabajo no. 6		15	Puesto de trabajo no. 15	
7	Puesto de trabajo no. 7		16	Área de almacenamiento de perfiles y tubería	
8	Puesto de trabajo no. 8		17	Área de ensamblado final	
9	Puesto de trabajo no. 9		18	Área de almacenamiento de esponjas	

Fecha: 4 de abril del 2018

Cronograma de implementación de las 5S's.

Planificación													
Actividades de las 5S		Proyecto (Desde SEPTIEMBRE hasta NOVIEMBRE de 2018)										Fecha: 30 de marzo del 2018	
Nombre del Proyecto:		Objetivo (razón de elección):										Nombre del Grupo:	
Mejoramiento del proceso de fabricación de la estructura del asiento		Existe un alto índice de desorganización Existen movimientos innecesarios										Esponjas	
Sección		Área de taller mecánico										Miembros: (Líder) Ing. Juan Carlos Barrera	
No. registro:		No aplica										Sr. Abdón Torres, Sr. Newton Intriago, Sr. Anthony Alava.	
Proceso	Actividades	Mes Semana	SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		Tiempo Gastos	Comentario de Ejecución	
			3-	17-	1-	15-	5	19-	3-	17-			
SEIRI Clasificación	Analizar el área de implementación y hacer un diagnóstico.	Plan									Hora: 60	Realizar una adecuada clasificación de las herramientas y puestos de trabajo. Estudiar los puestos de trabajo. Hacer un estudio del layout del taller para mejorar la movilidad.	
	Socialización del proyecto con el personal.	Ejecución									\$: 15		
		Plan											
Crear las fichas y realizar la clasificación de cosas.	Ejecución												
	Plan												
SEITON Ordenar	Excluir procesos innecesarios, o mejorarlos.	Plan									Hora: 35		Establecer procesos innecesarios y eliminarlos. Mejorar los procesos de ser posible.
		Ejecución									\$: 35		
Establecer el lugar para cada cosa y organizar las áreas.	Plan												
	Ejecución												
SEISO Limpiar	Establecer las reglas para realizar la limpieza del área e implementar la limpieza.	Plan									Hora: 28	Realizar fichas específicas sobre la limpieza de los puestos y quien esta encargado de los mismos.	
		Ejecución									\$: 300		
SEIKETSU Estandarizar	Realizar fichas de estandarización y aplicarlas.	Plan									Hora: 36	Realizar fichas de estandarización del orden y la limpieza y colocarlos en lugares visibles del taller	
		Ejecución									\$: 75		
SHITSUKE Disciplina	Realizar auditorías de las 3S.	Plan									Hora: 48	Las auditorias son mensuales	
		Ejecución									\$: 20		
Las 5S	Problema y Siguiete Plan: No existe una planificación posterior a la implementación.	Comentario de jefe: Se sugiere hacer supervisiones posteriores a la implementación.									Total	Comentario de Comité:	
											Hora: 174	Ningún comentario.	
											\$: 445		

Cronograma de implementación SEIRI & SEITON del taller mecánico Parte 1.

PLAN DE SEIRI y SEITON			Sección: Taller mecánico										Líder: Ing. Juan C. Barrera	30/03/2018		
	PUNTO DE OBJETO	Responsable	Mes	Sept.					Oct.					Nov.	Comentario	
			Semana	3-	10-	17-	24-	1-	8-	15-	22-	29-	5-			
1	Puesto de trabajo no. 1	Sr. Newton Intriago	Plan	█	█											Ninguno
			Ejecutado		█	█	█									
2	Puesto de trabajo no. 2	Sr. Tony Carrasco	Plan	█	█											Ninguno
			Ejecutado		█	█	█									
3	Puesto de trabajo no. 3	Sr. Abdón Torres	Plan	█	█											Ninguno
			Ejecutado		█	█	█									
4	Puesto de trabajo no. 4	Sr. Jarly Salazar	Plan	█	█											Ninguno
			Ejecutado		█	█	█									
5	Puesto de trabajo no. 5	Sr. Anthony Alava	Plan		█	█										Ninguno
			Ejecutado		█	█	█	█								
6	Puesto de trabajo no. 6	Sr. Freddy Masaquiza	Plan		█	█										Ninguno
			Ejecutado		█	█	█	█								
7	Puesto de trabajo no. 7	Sr. Santiago Caiza	Plan		█	█										Ninguno
			Ejecutado		█	█	█	█								
8	Puesto de trabajo no. 8	Sr. Tony Carrasco	Plan		█	█										Ninguno
			Ejecutado		█	█	█	█								
9	Puesto de trabajo no. 9	Sr. Diocles Loor	Plan			█	█									Ninguno
			Ejecutado			█	█	█	█							
10	Puesto de trabajo no. 10	Sr. Ronald Ibarra	Plan			█	█									Ninguno
			Ejecutado			█	█	█	█							
11	Puesto de trabajo no. 11	Sr. William Chizag	Plan			█	█									Ninguno
			Ejecutado			█	█	█	█							
12	Puesto de trabajo no. 12	Sr. José Ibarra	Plan			█	█									Ninguno
			Ejecutado			█	█	█	█							
13	Puesto de trabajo no. 13	Sr. William Chizag	Plan				█	█								Ninguno
			Ejecutado				█	█	█	█						
14	Puesto de trabajo no. 14	Sr. Alex Gonzales	Plan				█	█								Ninguno
			Ejecutado				█	█	█	█						
15	Puesto de trabajo no. 15	Sr. Freddy Masaquiza	Plan				█	█								Ninguno
			Ejecutado				█	█	█	█						
16	Área de ensamble final	Sr. Segundo Chicaiza	Plan				█	█								Ninguno
			Ejecutado				█	█	█	█						

Calendario de revisión anual de las 5S's.

5S CALENDARIO DE AÑO (2018 - 2019)													
Sección:	Taller mecánico	Lugar:	Taller	Responsable:					Ing. Juan Carlos Barrera				
No.	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Revisar (o pintar) de piso y las líneas del piso	■											
2	Revisar (o pintar) paredes		■										
3	Revisar las condiciones de la iluminación			■									
4	3S del puesto de trabajo #1				■								
5	3S del puesto de trabajo #2				■								
6	3S del puesto de trabajo #3				■								
7	3S del puesto de trabajo #4				■								
8	3S del puesto de trabajo #5					■							
9	3S del puesto de trabajo #6					■							
10	3S del puesto de trabajo #7					■							
11	3S del puesto de trabajo #8					■							
12	3S del puesto de trabajo #9						■						
13	3S del puesto de trabajo #10						■						
14	3S del puesto de trabajo #11							■					
15	3S del puesto de trabajo #12							■					
16	3S del puesto de trabajo #13								■				
17	3S del puesto de trabajo #14								■				
18	3S del puesto de trabajo #15									■			
19	Área de almacenamiento de perfilería y tubería									■			
20	Área de almacenamiento de subproductos 1									■			
21	Área de almacenamiento de subproductos 2									■			
22	Área de almacenamiento de estructuras pintadas									■			
23	Área de pintura										■		
24	Máquinas										■		
25	Herramientas										■		
26	Área de desechos										■		

Meses del año: 1 = Septiembre, 2 = Octubre, 3 = Noviembre, 4 = Diciembre, 5 = Enero, 6 = Febrero, 7 = Marzo, 8 = Abril, 9 = Mayo, 10 = Junio.