

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE CIENCIAS

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA (LEAN MANUFACTURING) PARA LA EMPRESA ESMETAL S.A.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EMPRESARIAL

**ANDREA PAULINA GUALOTUÑA SEGARRA
LENIN FERNANDO MENESES VITERI**

DIRECTOR: ING. VÍCTOR PUMISACHO, M.Sc.

Quito, octubre de 2006

DECLARACIÓN

Nosotros, Andrea Paulina Gualotuña Segarra, Lenin Fernando Meneses Viteri, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Andrea Paulina Gualotuña Segarra

Lenin Fernando Meneses Viteri

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Andrea Paulina Gualotuña Segarra y Lenin Fernando Meneses Viteri, bajo mi supervisión.

Ing. Víctor Pumisacho, M.Sc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios por acompañarnos a lo largo de nuestras vidas.

A todos y cada uno de los miembros de ESMETAL S.A., por haber colaborado en la elaboración del presente proyecto

A la Sra. María Tipán por su aprecio y palabras de aliento y de manera muy especial al Ing. César Frixone por abrirnos desinteresadamente las puertas de su empresa y brindarnos su apoyo incondicional.

Al Ing. Víctor Pumisacho porque con sus conocimientos y experiencia ha aportado para que este proyecto salga adelante.

A todos nuestros amigos y personas que directa e indirectamente nos apoyaron.

Andrea Paulina Gualotuña

Lenin Fernando Meneses

DEDICATORIA

A mi papi y a mi mami,
que siempre han buscado lo mejor para mí,
me han brindado su amor, confianza y apoyo incondicional,
porque con su ejemplo me motivan a superarme constantemente
y ser mejor persona cada día.

A mi hermanita,
por ser más que una amiga, mi confidente,
por estar junto a mí cuando más la necesito y descubrir juntas
que nada ni nadie podrá frustrar nuestros sueños

A toda mi familia por tenerme siempre presente.

Andrea Paulina

A mis padres,
por inculcarme buenas enseñanzas,
porque nunca perdieron las esperanzas en mí,
y siempre supieron darme su apoyo necesario e incondicional.

A mis hermanos,
por ser parte fundamental de mi vida
y por inspirarme siempre a alcanzar mis metas y sueños.

A mi familia por permanecer siempre pendiente
de mi vida en otra ciudad

Lenin Fernando

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-----------|
| RESUMEN..... | xii |
| PRESENTACIÓN..... | xiv |
| | |
| CAPITULO 1: GENERALIDADES..... | 1 |
| 1.1. Industria ESMETAL S.A..... | 1 |
| 1.1.1. Antecedentes de ESMETAL S.A..... | 2 |
| 1.1.2. Estructura organizacional..... | 4 |
| 1.1.3. Lay Out de la empresa ESMETAL S.A..... | 5 |
| 1.1.4. Entorno empresarial de ESMETAL S.A..... | 7 |
| 1.1.4.1. Productos que ofrece ESMETAL S.A..... | 7 |
| 1.1.4.2. Proveedores..... | 8 |
| 1.1.4.3. Clientes..... | 8 |
| 1.1.4.4. Competidores..... | 8 |
| 1.1.4.5. Análisis FODA..... | 10 |
| 1.2. Análisis del problema..... | 11 |
| 1.2.1. Formulación y planteamiento del problema..... | 11 |
| 1.3. Objetivos..... | 12 |
| 1.3.1. Objetivo General..... | 12 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos..... | 13 |
| 1.4. Hipótesis..... | 13 |
| 1.5. Estructura del Proyecto..... | 14 |
| | |
| CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO..... | 16 |
| 2.1. La producción Esbelta (Lean Manufacturing)..... | 16 |
| 2.1.1. Origen y Filosofía del Sistema de Producción Esbelta..... | 16 |
| 2.1.1.1. Evolución del Lean..... | 17 |
| 2.1.1.2. Definición de Producción Esbelta (Lean Manufacturing)..... | 18 |
| 2.1.1.3. Objetivos de la Producción Esbelta..... | 19 |
| 2.1.1.4. Principios de la Producción Esbelta..... | 20 |
| 2.1.2. Elementos Técnicos Administrativos que propone el Sistema de Producción Esbelta (Lean Manufacturing)..... | 21 |
| 2.1.2.1. Análisis del Valor Agregado..... | 22 |
| 2.1.2.2. Método de las "5S"..... | 22 |
| 2.1.2.3. Sistema de Halar..... | 23 |
| 2.1.2.4. Mantenimiento Total Productivo (TPM)..... | 24 |
| 2.1.2.5. Cambios de modelo en minutos de un solo dígito (SMED)..... | 25 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.3. Experiencias en otras empresas | 26 |
| 2.2. Marco de referencia de las herramientas de Gestión de la Calidad | 27 |
| 2.2.1. Herramientas básicas de la Gestión de la Calidad | 28 |
| 2.2.1.1. Diagrama Causa y Efecto | 29 |
| 2.2.1.2. Diagrama de Flujo | 29 |
| 2.2.1.3. Histogramas | 30 |
| 2.2.1.4. Diagrama de Pareto | 31 |
| 2.2.2. Técnicas de Planeación y Evaluación | 32 |
| 2.2.2.1. Diagrama de afinidad | 32 |
| 2.2.2.2. Diagrama de árbol | 33 |
| 2.2.2.3. Siete nuevas herramientas de gestión de la calidad | 33 |
| 2.2.3. Clima Organizacional | 34 |
| | |
| CAPITULO 3: EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN ESMETAL | 35 |
| 3.1. Planeación de la Producción | 35 |
| 3.1.1. Análisis de la Oferta | 35 |
| 3.1.2. Análisis de la Demanda | 36 |
| 3.2. Recursos de Producción de ESMETAL S.A. | 39 |
| 3.2.1. El Recurso Humano en la Producción | 39 |
| 3.2.2. Maquinaria y Equipos | 41 |
| 3.3. Proceso de Fabricación | 42 |
| 3.4. Diagnóstico de la situación inicial de ESMETAL S.A. | 48 |
| 3.4.1. Recolección de datos del Sistema de Producción | 48 |
| 3.4.1.1. Análisis del valor agregado en la familia de productos | 52 |
| 3.4.1.1.1. Familia 1 “Furgones” | 53 |
| 3.4.1.1.2. Familia 2 “Casetas” | 61 |
| 3.4.1.1.3. Familia 4 “Carrocerías Especiales” | 66 |
| 3.4.1.2. Observaciones generales del proceso productivo | 75 |
| 3.4.2. Mapeo del estado inicial del flujo de valor | 77 |
| 3.4.3. Análisis de la información recolectada | 80 |
| 3.4.3.1. Análisis de Causas y Efectos | 82 |
| | |
| CAPITULO 4: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN ESMETAL S.A. | 87 |
| 4.1. Diseño del sistema de Producción Esbelta para ESMETAL S.A. | 87 |
| 4.1.1. Concientización a directivos y personal del área de producción | 88 |
| 4.1.2. Estructura Básica para la implementación de la Filosofía de Producción Esbelta en ESMETAL S.A. | 90 |
| 4.2. Implementación del Sistema de Producción Esbelta en ESMETAL | 92 |
| 4.2.1. Capacitación del recurso humano sobre la Producción Esbelta | 93 |
| 4.2.2. Aplicación de las “5S” en ESMETAL S.A. | 98 |
| 4.2.3. Sistema de Halado en ESMETAL S.A. | 101 |
| 4.2.3.1. Flujo de Kanbanes en ESMETAL S.A. | 104 |
| 4.2.3.1.1. Reglas para el uso de Kanbanes | 105 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.3.2. Señalización de las áreas de trabajo | 106 |
| 4.2.3.2.1. Señalización de la materia prima | 107 |
| 4.2.3.2.2. Señalización de las piezas para ensamblaje | 107 |
| 4.2.4. Aplicación de cambios rápidos de líneas de producción | 108 |
| 4.2.4.1. Análisis de las etapas de los cambios rápidos de líneas | 109 |
| 4.2.5. Programa de mantenimiento Total Productivo | 112 |
| 4.2.5.1. Pilares del Mantenimiento Total Productivo | 112 |
| 4.2.5.2. Reglas del Mantenimiento Total Productivo | 114 |
| 4.3. Resultados de la Implementación | 115 |
| 4.3.1. Recolección de datos luego de la implementación | 116 |
| 4.3.2. Mapeo de Flujo luego de la implementación | 118 |
| 4.3.3. Indicadores Lean | 121 |
| | |
| CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 123 |
| 5.1. Conclusiones | 123 |
| 5.2. Recomendaciones | 126 |
| | |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 128 |
| | |
| GLOSARIO | 130 |
| | |
| ANEXOS | 133 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|------|
| ANEXO N° 1. - Formato de Toma de Tiempos..... | 134 |
| ANEXO N° 2. - Taller de Capacitación al personal..... | 136 |
| ANEXO N° 3. - Carteles “5S”..... | 143 |
| ANEXO N° 4. - Tarjetas Kanban..... | 146 |
| ANEXO N° 5. - Toma de Tiempos de Cambio de Línea..... | 150 |
| ANEXO N° 6.- Hojas de Control para el programa de mantenimiento Total Productivo..... | 152 |
| ANEXO N° 7.- Toma de tiempos del proceso productivo Furgón (F4500)..... | 158 |
| ANEXO N° 8.- Toma de tiempos proceso de Inyección de poliuretano (F4500-IP)..... | 179 |
| ANEXO N° 9.- Toma de tiempos del proceso productivo de caseta (CST2340)..... | 183 |
| ANEXO N° 10.- Toma de tiempos del Proceso Productivo de la Carrocería Especial (CE- EEQ)..... | 197 |
| ANEXO N° 11.- Toma de tiempos de validación del Proceso Productivo del Furgón (F4500-V)..... | 225 |
| ANEXO N° 12.- Toma de tiempos del Proceso Productivo del furgón luego de la implementación de Lean Manufacturing (F4500-L)..... | 247 |

LISTA DE CUADROS

| | Pág. |
|---|------|
| CUADRO 1.1: Información General de la Empresa ESMETAL S.A..... | 3 |
| CUADRO 1.2: Resumen de la Competencia de la Empresa ESMETAL S.A..... | 9 |
| CUADRO 1.3: Análisis FODA de la Empresa ESMETAL S.A..... | 10 |
| CUADRO 3.1: Ventas Anuales de Carrocerías en General por unidad..... | 37 |
| CUADRO 3.2: Personal en el área de Producción..... | 40 |
| CUADRO 3.3: Maquinaria y Equipos de ESMETAL S.A..... | 42 |
| CUADRO 3.4: Familia de Productos en ESMETAL S.A..... | 49 |
| CUADRO 3.5: Resumen de las horas trabajadas por día en furgón..... | 58 |
| CUADRO 3.6: Actividades para la elaboración de F4500 (Producto 1)..... | 59 |
| CUADRO 3.7: Actividades para la inyección de poliuretano..... | 61 |
| CUADRO 3.8: Resumen de las horas trabajadas por día en caseta..... | 64 |
| CUADRO 3.9: Actividades para la elaboración de CST2340..... | 65 |
| CUADRO 3.10: Resumen de las horas trabajadas por día en Carrocerías Especiales..... | 72 |
| CUADRO 3.11: Actividades para la elaboración de CE-EEQ..... | 73 |
| CUADRO 3.12: Validación de Datos..... | 74 |
| CUADRO 3.13: Tiempo empleado en cada sección por tipo de producto..... | 80 |
| CUADRO 3.14: Resumen de las actividades que no agregan valor por producto..... | 81 |
| CUADRO 3.15: Datos para el Diagrama de Pareto..... | 86 |
| CUADRO 4.1: Equipo de trabajo para la implementación del Sistema de Producción Esbelta..... | 92 |
| CUADRO 4.2: Análisis del taller de capacitación del Recurso Humano sobre Filosofía Lean..... | 97 |
| CUADRO 4.3: Aplicación de las "5S" en ESMETAL S.A..... | 100 |
| CUADRO 4.4: Cambio de línea de plegadoras en ESMETAL S.A..... | 111 |
| CUADRO 4.5: Programa de Mantenimiento Total Productivo en ESMETAL..... | 113 |
| CUADRO 4.6: Tiempo de ciclo de producción para carrocerías en ESMETAL..... | 115 |
| CUADRO 4.7: Resumen de Horas trabajadas por día en F4500-L..... | 117 |
| CUADRO 4.8: Actividades para la elaboración de F4500-L..... | 118 |
| CUADRO 4.9: Horas de valor agregado..... | 119 |
| CUADRO 4.10: Horas trabajadas..... | 119 |
| CUADRO 4.11: Días de Trabajo..... | 119 |
| CUADRO 4.12: Indicadores Lean en ESMETAL S.A..... | 121 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| FIGURA 1.1: Organigrama de la Empresa ESMETAL S.A..... | 4 |
| FIGURA 1.2: Lay Out de la empresa ESMETAL S.A..... | 6 |
| FIGURA 2.1: Modelo de Tarjeta Kanban..... | 24 |
| FIGURA 2.2: Modelo de Diagrama Causa-Efecto..... | 29 |
| FIGURA 2.3: Modelo de Diagrama de Flujo..... | 30 |
| FIGURA 2.4: Modelo de Diagrama de Pareto..... | 31 |
| FIGURA 2.5: Modelo de Diagrama de Afinidad..... | 32 |
| FIGURA 2.6: Modelo de Diagrama de Árbol..... | 33 |
| FIGURA 3.1: Ventas Anuales de Carrocerías en Genera por Unidades..... | 37 |
| FIGURA 3.2: Ventas Anuales en Dólares..... | 38 |
| FIGURA 3.3: Esquema gráfico del proceso productivo de ESMETAL S.A..... | 43 |
| FIGURA 3.4: Simbología ANSI..... | 45 |
| FIGURA 3.5: Diagrama de Flujo del Proceso Productivo (Hoja 1)..... | 46 |
| FIGURA 3.6: Diagrama de Flujo del Proceso Productivo (Hoja 2)..... | 47 |
| FIGURA 3.7: Mapa en función de tiempo para la fabricación de furgón..... | 53 |
| FIGURA 3.8: Resumen de Horas trabajadas por día en furgón (Producto 1)..... | 59 |
| FIGURA 3.9: Actividades para la elaboración de F4500 (Producto 1)..... | 59 |
| FIGURA 3.10: Actividades para la inyección de poliuretano..... | 61 |
| FIGURA 3.11: Resumen de las horas trabajadas por día en caseta..... | 65 |
| FIGURA 3.12: Actividades para la elaboración de CST2340..... | 65 |
| FIGURA 3.13: Resumen de las horas trabajadas por día en Carrocerías Especiales..... | 73 |
| FIGURA 3.14: Actividades para la elaboración de CE-EEQ..... | 73 |
| FIGURA 3.15: Simbología para el mapeo de flujo de valor..... | 78 |
| FIGURA 3.16: Mapeo de Flujo de Valor Inicial para un Furgón Estándar..... | 79 |
| FIGURA 3.17: Tiempo empleado en cada sección por tipo de producto..... | 80 |
| FIGURA 3.18: Actividades que no agregan valor por producto..... | 82 |
| FIGURA 3.19: Diagrama Espina de Pescado (Causa y efecto)..... | 85 |
| FIGURA 3.20: Diagrama de Pareto..... | 86 |
| FIGURA 4.1: Diagrama de Afinidad..... | 89 |
| FIGURA 4.2: Diagrama de Árbol..... | 91 |
| FIGURA 4.3: Taller de capacitación sobre Producción Esbelta en ESMETAL S.A..... | 94 |
| FIGURA 4.4: Tablero de Kanbanes en ESMESTAL S.A..... | 102 |
| FIGURA 4.5: Tarjeta Kanban Tipo 1..... | 103 |
| FIGURA 4.6: Tarjeta Kanban Tipo 2..... | 103 |
| FIGURA 4.7: Tarjeta Kanban de Identificación para Lavado y Fondeo..... | 107 |
| FIGURA 4.8: Resumen de Horas trabajadas por día en F4500-L..... | 117 |
| FIGURA 4.9: Actividades para la elaboración de F4500-L..... | 118 |
| FIGURA 4.10: Mapeo de Flujo de Valor final para un Furgón Estándar luego de la implementación..... | 120 |

RESUMEN

Como parte de las estrategias de manufactura que están tomando las empresas en el mundo para mejorar su posición competitiva, se encuentra la adopción del Sistema de Producción Esbelta, que es una filosofía de fabricación enfocada a la reducción de las actividades que no agregan valor dentro del proceso productivo.

Durante el desarrollo de este proyecto se presenta la aplicación de algunos elementos técnicos administrativos propuestos por esta filosofía en la pequeña industria ESMETAL S.A.

El diseño y aplicación del Sistema de Producción Esbelta (Lean Manufacturing) en la empresa ESMETAL S.A. consta de los siguientes capítulos:

El Capítulo 1 a más de ser un compendio introductorio, describe los antecedentes y el entorno interno y externo empresarial en el que se desenvuelve la pequeña industria ESMETAL S.A., lo que refleja la gestión de sus administradores, y permite formular y plantear su problemática actual.

El Capítulo 2 contiene el sustento teórico de las herramientas administrativas propias de la Filosofía de Producción Esbelta (Lean Manufacturing) y de la Gestión de la Calidad que son utilizadas, así como los aspectos más relevantes de la metodología que se emplean en el desarrollo de este proyecto.

En el Capítulo 3 se analizan los recursos de producción y se realiza un diagnóstico de la situación inicial del proceso productivo de ESMETAL; y en base a varias herramientas de Gestión de la calidad se determinan las principales causas que originan las actividades que no agregan valor al proceso productivo.

En el Capítulo 4 se diseña la propuesta de mejoramiento y se aplica paso a paso los elementos técnicos administrativas del Sistema de Producción Esbelta, tales

como: “5S”, “Sistema de Halado”, “Mantenimiento Total Productivo” y “SMED (Single Minute, Exchange of Dies)” de acuerdo a los problemas detectados y a la realidad de la empresa; además dentro de este capítulo se presentan los resultados obtenidos luego de la implementación de esta filosofía de producción.

En el capítulo 5 se presentan las conclusiones y recomendaciones de la aplicación del Sistema de Producción Esbelta en la empresa ESMETAL S.A., con un enfoque hacia la pequeña industria dentro del entorno competitivo ecuatoriano.

PRESENTACIÓN

El Sistema de Producción Esbelta (Lean Manufacturing) es una filosofía de excelencia de fabricación, basada en la eliminación planeada de actividades que no agrega valor mediante la participación conjunta de directivos y trabajadores; que se enfoca a mejorar la satisfacción del cliente interno y externo.

ESMETAL S.A., una pequeña industria metalmecánica, fabricante de carrocerías metálicas, asume el reto de adoptar esta filosofía de producción como respuesta a reducir tiempos de ciclo para la elaboración de un producto y cumplir con los requerimientos cambiantes del mercado de hoy.

A lo largo del presente proyecto se puede observar el papel que desempeñan varias herramientas de Gestión de Calidad en el diagnóstico del proceso productivo para conocer las principales causas que generan retraso de la entrega del producto al cliente.

En base al análisis de las actividades que agregan y no agregan valor dentro del proceso productivo de ESMETAL S.A., se ha diseñado y aplicado de acuerdo a la realidad de esta empresa algunos de los elementos técnicos administrativos que propone la Producción Esbelta.

Es importante resaltar que para reducir el tiempo de entrega del producto al cliente no es necesario recurrir a la adquisición de tecnología, dispositivos costosos, o incrementar el número de empleados, pues esto contraviene la regla básica de la filosofía Lean que es: “ningún costo”. La meta es organizar y sincronizar actividades, arreglar e inventar soluciones.

Crear un clima organizacional adecuado mediante la capacitación y motivación al recurso humano de ESMETAL S.A. jugó un papel trascendental dentro del proceso de implementación, pues mediante este se está desarrollando en las

personas: liderazgo, espíritu de trabajo en equipo y el deseo de mejorar continuamente.

La aplicación de los elementos técnicos administrativos de esta filosofía permitió organizar adecuadamente el área asignada para el trabajo; mantener un flujo continuo del producto dentro del proceso productivo; elaborar un programa de mantenimiento continuo de las maquinarias y equipos para evitar el deterioro prematuro de estas; y estandarizar el proceso de cambio de línea, herramientas que junto a una mejor administración de la producción redujeron días de espera y eliminaron la mayoría de actividades que no agregan valor.

Actualmente el Sistema de Producción Esbelta se aplica en algunas compañías del Ecuador y muchas del mundo entero como un arma estratégica, la misma que ha promovido grandes cambios en los procesos de fabricación, en los trabajadores y directivos de la empresa generando una cultura de calidad.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

A lo largo de este capítulo se describe a la Empresa ESMETAL S.A. fabricante de carrocerías metálicas para carga, además se realiza un análisis del problema y se plantean objetivos para mejorar su sistema de fabricación recurriendo a la filosofía de Producción Esbelta (Lean Manufacturing) que ayuda a eliminar las actividades que no añaden valor.

Los principales aspectos asociados a este Sistema se pueden agrupar en dos categorías. Primero, hay aspectos técnicos: mantenimiento de equipos, agilizar el aislamiento de las máquinas, sistemas visuales de señalización, etc.

En segundo lugar, hay muchos aspectos administrativos, siendo el mayor de ellos el promover en la empresa un clima propicio para el desarrollo de una nueva

ideología, que logre un cambio considerable en la manera de dirigir la empresa hacia la gestión de la calidad.

1.6. INDUSTRIA ESMETAL S.A.

“El sector metalmecánico de la pequeña industria, puede ser definido como el conjunto de actividades económicas de tipo industrial o fabril, que comprende la elaboración de productos o bienes de capital, intermedios y de consumo, fabricados a base de materias primas que provienen especialmente del sector de industrial metálicas básicas; materiales que son transformados mediante procesos de: conformación, remoción, corte, termotratamiento, unión y fijación, ensamblado y montaje final”¹; considerando esta definición, ESMETAL S.A. ha sido clasificada como tal y hoy en día es un miembro activo del Sector Metalmecánico de la Cámara de la Pequeña Industria de Pichincha (CAPEIPI).

Según acuerdo interministerial N° 121 del 23 de enero de 1973, del Ministerio de Industrias, esta empresa esta clasificada en la Categoría “B” de la Ley de Fomento Industrial.

Además, conforme a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIU, ESMETAL S.A., está considerada dentro del código 38439, al ser fabricante de carrocerías de carga para automotores.

1.6.1. ANTECEDENTES DE ESMETAL S.A.

ESMETAL S.A. se estableció en la ciudad de Quito, ubicada en la Panamericana Sur Km. 10, comienza a operar en el mes de Junio de 1973, como una empresa dedicada a satisfacer la demanda del sector metalmecánico.

Su línea de producción es la carpintería metálica orientada a la industria de la construcción de equipos de transporte. Entre la variedad de productos que genera esta empresa se tiene: furgones, casetas, campers, remolques, plataformas,

¹ INSOTEC (Instituto de Investigaciones Socio Económicas y Tecnológicas); La pequeña industria metalmecánica en el Ecuador; Ed. Fraga; 1983; Pág. 26.

cabinas sanitarias, contenedores de basura, furgones isotérmicos, el diseño y ejecución de carrocerías especiales, etc., y prestación de servicios en su área; por esta gama de configuraciones que varían con lo requerido por el cliente, es considerado como un “*producto bajo pedido*”.

Actualmente un pedido del cliente (dependiendo el tipo de producto) lleva en promedio 21 días calendario en recorrer los procesos de Corte, Plegado, Perforado, Pullman, Lavado, Enjuague, Fondeo, Ensamblaje de Estructura, Colocación de Forros, Montaje, Pintura y Acabados. Este largo período de tiempo comprendido entre el pedido y el despacho del producto y la acumulación de órdenes de producción, hace que en ocasiones se retrase su entrega y a la vez aumente los costos por actividades innecesarias y reprocesos.

Por otra parte, durante el ejercicio de sus actividades productivas, ESMETAL ha asumido la responsabilidad medioambiental como una política de trabajo, por lo que ha elaborado un estudio de “Producción Más Limpia” (P+L), como un enfoque a la Gestión Ambiental, el mismo que está siendo aplicado y ha traído grandes beneficios en cuanto al manejo de residuos y el tratamiento de aguas de desecho.

El siguiente cuadro presenta un resumen de la información de la empresa:

| INFORMACION GENERAL DE LA EMPRESA | |
|--|---|
| NOMBRE | ESMETAL S.A. |
| GERENTE | Ing. César Frixone Franco |
| R.U.C. | 179004686900-1 |
| PATRIMONIO | 180.000,00 dólares |
| DIRECCIÓN | Panamericana Sur Km.10 y Av. Huayanay Ñan |
| CIUDAD | Quito – Ecuador |
| TELEFONOS | 269 1745 / 269 1747 |
| PERSONAL ADMINISTRATIVO | 3 |
| PESONAL DE PLANTA | 15 |
| CÓDIGO CAPEIPI | 1010 |
| CÓDIGO CIU | 38439 |
| E-MAIL | esmetal@uio.telconet.net |

| | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| CONSTRUCCIÓN DE PLANTA | 3.000 m ² |
| OFICINAS Y SERVICIOS | 500 m ² |
| ÁREA LIBRE Y PARQUEO | 6.500 m ² |
| ACTIVIDAD | Fabricación de Carrocerías Metálicas |

CUADRO 1.1: Información General de la Empresa ESMETAL S.A.

Como parte de su gestión administrativa y estratégica ESMETAL S.A. se ha propuesto como misión: “Construir y comercializar las carrocerías metálicas de carga con una gran variedad de diseños, cumpliendo con la mejor calidad, el menor tiempo de entrega y garantía, buscando la satisfacción de clientes, trabajadores y accionistas, manteniendo responsabilidad con la sociedad”².

En respuesta a una política de desarrollo para este sector, se requiere como marco de referencia las decisiones que se adopten respecto a un modelo de desarrollo industrial por lo que se establece como visión empresarial el “Cubrir las necesidades de los usuarios de productos metalmecánicos con nuestros productos a nivel nacional, manteniendo el reconocimiento social alcanzado, apoyados en el control y mejoramiento continuo de nuestros procesos y nuestra gente”³.

1.6.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional de ESMETAL S.A. está reflejada en su organigrama, (*Figura 1.1*) en la que se observa el comportamiento típico de este tipo de empresas, con un número reducido de empleados, con pocos niveles jerárquicos para el control de las actividades de producción y administración.

² DIRECTORIO DE LA EMPRESA ESMETAL S.A.; “Plan Estratégico-2003”.

³ DIRECTORIO DE LA EMPRESA ESMETAL S.A., “Plan Estratégico-2003 ”

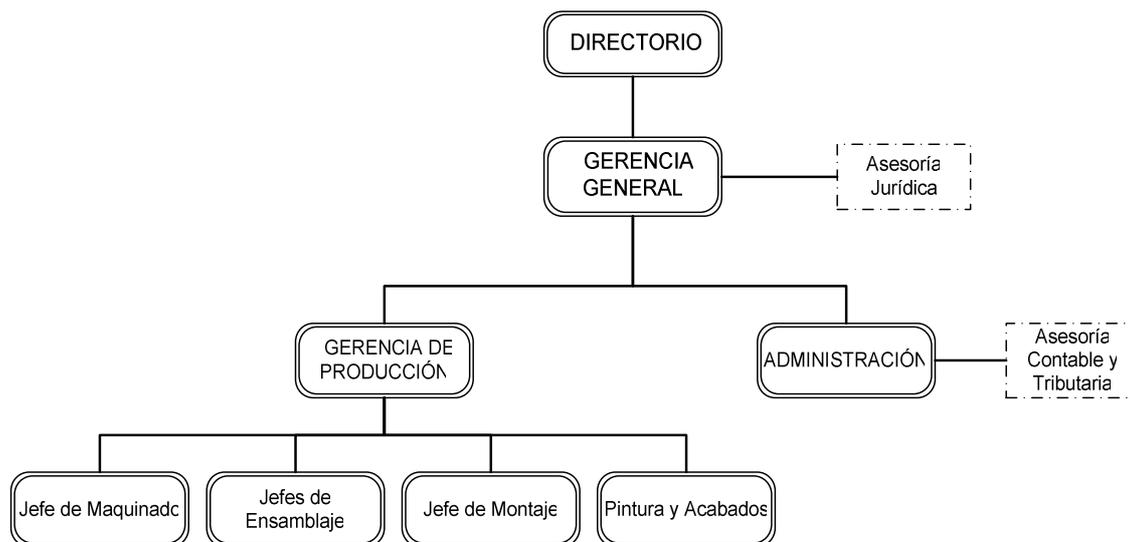


FIGURA 1.1 Organigrama de la Empresa ESMETAL S.A.

A continuación se describen a breves rasgos las atribuciones principales de cada uno de los niveles jerárquicos.

DIRECTORIO: conformado por accionistas de la empresa, los cuales planifican y controlan las estrategias para el desarrollo de la empresa.

ASESORÍA JURIDICA: compuesto por abogados, constituye personal externo a la organización, encargados de gestionar los trámites judiciales.

GERENCIA GENERAL: encargado de cumplir las estrategias propuestas por el directorio para lo cual determina políticas organizacionales, diseña proyectos, controla las inversiones y realiza alianzas con proveedores y clientes.

GERENCIA DE PRODUCCIÓN: verifica el cumplimiento de las normas de fabricación de las carrocerías, diseña nuevos productos, promociona las ventas, controla el inventario de materiales, realizar el manejo del personal, etc.

ADMINISTRACIÓN: se encarga del pago de remuneraciones al personal, trámites externos de la empresa, manejo de la contabilidad y las obligaciones tributarias, y las compras de materiales.

CONTADOR: persona externa a la organización, encargada de asesorar en aspectos contables a la empresa.

JEFE DE MAQUINADO: bosqueja y elabora las piezas que serán utilizadas en el armado con la ayuda de las máquinas cortadora y plegadora.

JEFES DE ENSAMBLAJE: conformado por dos personas las cuales son responsables del armado de las piezas para la fabricación de la carrocería.

JEFE DE MONTAJE: se encarga del armado de casetas, realiza el montaje de la carrocería en el chasis del vehículo, además desempeña la función de bodeguero.

PINTURA Y ACABADOS: ejecuta actividades correspondientes a la pintura de carrocerías, fondeo de piezas, realiza las instalaciones eléctricas y coloca los detalles finales con lo que deja listo para la entrega al cliente.

1.6.3. LAY OUT DE LA EMPRESA ESMETAL S.A.

ESMETAL S.A. cuenta con un espacio de 10.000 m² distribuidos de la siguiente manera: 3.000 m² de construcción corresponden al área de producción, 500m² asignados a zonas de servicios y oficinas, con lo que se dispone un espacio de 6.500m² destinados para áreas libres y de parqueo. A continuación se muestra la distribución del espacio proporcionado a cada área.

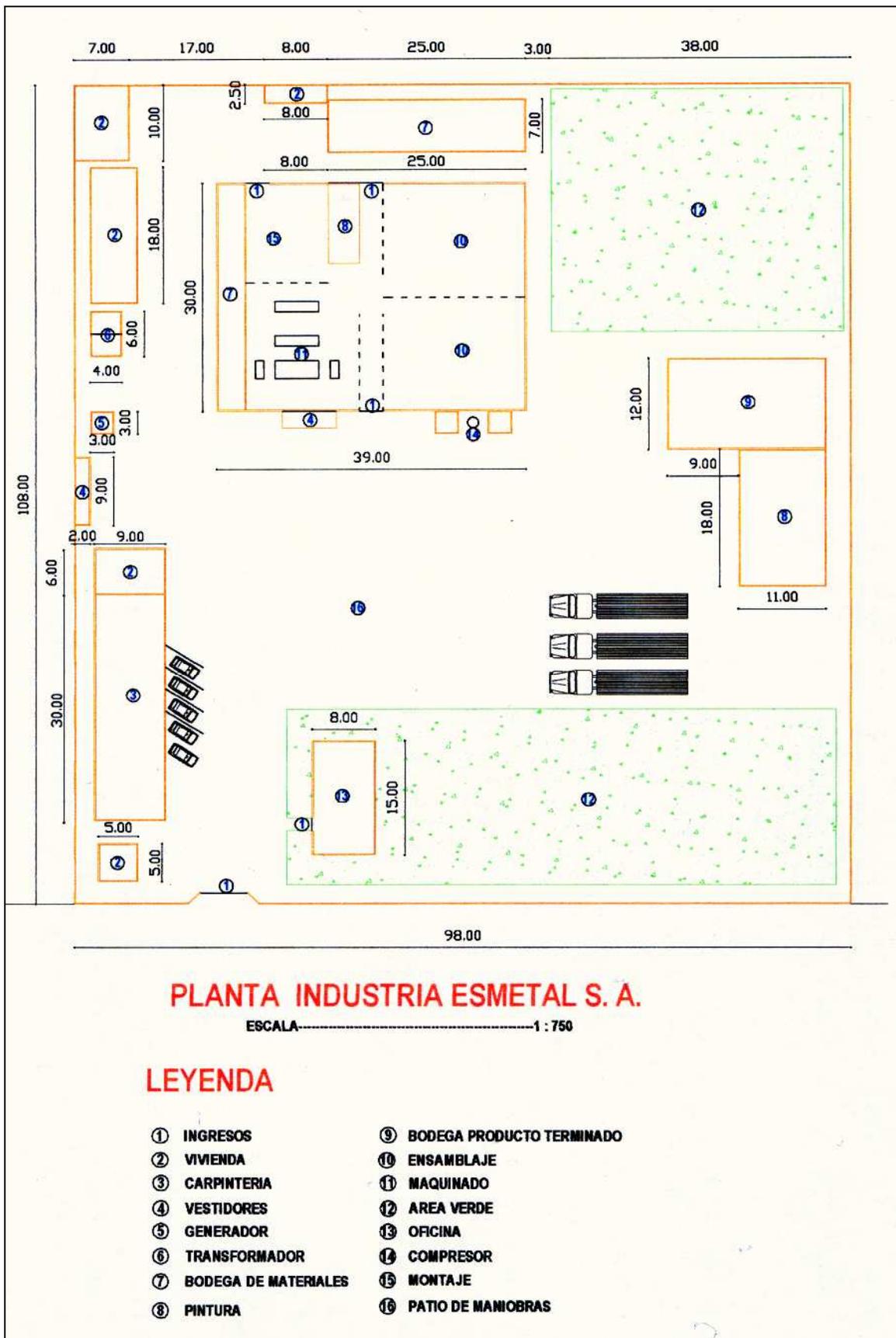


FIGURA 1.2: Lay Out de la empresa ESMETAL S.A.

1.6.4. ENTORNO EMPRESARIAL DE ESMETAL S.A.

Al igual que todas las empresas ecuatorianas ESMETAL S.A. ha tenido que adaptarse a las diferentes políticas económicas, sociales y legales establecidas por los gobiernos locales y nacionales de turno, situación por la cual, en condición de pequeña industria, en ocasiones se ha visto obligada a desarrollar acciones tan solo para subsistir.

El control de las actividades carece de un proceso sistemático, ya que no se considera el uso permanente de diversas herramientas administrativas, en consecuencia, las responsabilidades están centralizadas.

La empresa opera en la actualidad con 15 empleados en producción y 3 personas en el área administrativa, bajo su responsabilidad están múltiples actividades no específicas a su cargo, pues no existe personal propio para estas; cuando la demanda de producción se incrementa opta por contratar obreros temporales.

1.6.4.1. Productos que ofrece ESMETAL S.A.

Por la maquinaria que posee ESMETAL S.A., tiene la capacidad de ofrecer servicios adicionales y complementarios, además de fabricar una diversa gama de productos entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Furgones normales e isotérmicos con inyección de poliuretano, furgones taller, ferreteros, furgones remolques.
- Casetas simples y caseta para todo tipo de carga.
- Plataformas para transportar material de construcción, plataformas 4x4, plataformas porta grúas.
- Carrocerías de transmisiones, carros de mantenimiento y lubricación, cajones tipo caravana.
- Carros especiales de arrastre, remolques, y bajo especificaciones técnicas de ciertas empresas para uso industrial.
- Campers para perforaciones petroleras, casetas de operaciones, campers tipo dormitorio, oficinas y dispensarios médicos.

- Cabinas Sanitarias, contenedores de basura bajo especificación de EMASEO y “Quito Limpio”, puertas especiales, etc.

1.6.4.2. Proveedores

Para la elaboración de los diferentes tipos de productos, ESMETAL S.A. utiliza como materia prima directa: planchas de acero de diferentes espesores y especificaciones, bisagras, remaches de golpe y de aluminio, tubos, caucho, madera, pintura, accesorios para las instalaciones eléctricas, etc.

Para el desarrollo del producto, se hace necesario la utilización de materiales indirectos como: solventes para desengrasado de piezas, electrodos, lijas, lubricantes para la maquinaria, etc. y en ocasiones específicas el poliuretano.

ESMETAL S.A. posee un grupo de proveedores fijos, tales como: Pinturas Cóndor, IDMACERO, AGA, Pintulac, TOPESA, KYWI, entre otros; los mismos que constan en la base de datos del Sistema Integrado de Administración y Control (SITAC), considerando las necesidades de producción, los cuales han sido escogidos de acuerdo a calidad y precio del producto que ofrece.

1.6.4.3. Clientes

ESMETAL S.A. posee gran variedad de clientes a nivel local y nacional, entre los que se destacan propietarios de camiones y camionetas: que van desde personas naturales hasta empresas que necesitan transportar adecuadamente carga pesada y productos perecibles, además cubre las especificaciones técnicas de pedidos orientados a carrocerías especiales y carpintería metálica.

1.6.4.4. Competidores

Dentro del sector metalmecánico, ESMETAL S.A. se encuentra posicionada a nivel local, claro está que comparte su mercado con varias empresas y pequeños talleres dedicadas a la

construcción de carrocerías para transporte de carga, es importante considerar varias empresas a nivel nacional ubicadas especialmente en la ciudad de Ambato.

El siguiente cuadro resume las empresas de la competencia más importantes:

| RESUMEN DE LA COMPETENCIA DE ESMETAL S.A. | | | |
|--|---------------|---------------------|-----------------|
| NOMBRE | CIUDAD | DIRECCIÓN | TELÉFONO |
| Carrocería ARANDI | Quito | Pana. Norte Km. 12 | 022 832 508 |
| Carrocería CEPEDA Cía. Ltda. | Ambato | La Magdalena | 032 846 451 |
| ECUABUSS | Ambato | La Península | 032 854 041 |
| Carrocerías El Sol Ecuador | Quito | Av. Amazonas 4545 | 022 271 980 |
| Carrocerías I.M.E.G. | Quito | Psj. Rumiñahui | 022 693 319 |
| Carrocerías Metálicas CALVA | Quito | Pana. Sur Km. 16 | 022 690 534 |
| Carrocerías Metálicas UNION | Quito | Pana. Sur Km. 11 | 022 690 420 |
| Carrocerías MIRAL | Ambato | Pana. Norte Km. 5 | 032 854 571 |
| CAVIMAR | Ambato | Vía Baños Km. 1 | 032 850 669 |
| CEPSAN | Ambato | Pichincha 07-08 | 032 847 593 |
| DIMEN | Quito | Calderón | 022 821 040 |
| ECUACERO | Quito | Psj. Francisco Ruiz | 022 824 970 |
| I.M. ESCO | Ambato | Vía Guaranda Km. 1 | 032 841 114 |
| Industrias Cedeño | Quito | Pana. Sur Km. 4 | 022 671 128 |
| PICOSA | Ambato | La Magdalena | 032 844 809 |
| SEMACAR | Quito | Pana Norte Km. 3 | 022 475 568 |
| Talleres los ANDES | Quito | Carcelén | 022 483 963 |
| Stahl Met S.A. | Quito | Av. Amazonas 179 | 022 450 704 |

CUADRO 1.2: Resumen de la Competencia de la Empresa ESMETAL S.A.⁴

1.6.4.5. Análisis FODA

⁴ ARCHIVOS DE LA EMPRESA ESMETAL S.A.;“Base de Datos de la competencia”;2004.

Como parte del proyecto se elaboró un breve análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) conjuntamente con los directivos de ESMETAL, para reconocer los principales factores internos y externos a los que está sujeta esta empresa.

| ANÁLISIS FODA DE LA EMPRESA ESMETAL S.A. | |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los directivos tiene apertura al cambio. - No existen muchos niveles jerárquicos. - Único con maquinaria especializada para la inyección de poliuretano. - Gran variedad de productos. - Prestación de servicios adicionales. - Gran espacio de instalaciones con tecnología simple y adaptable. - Posicionamiento en el mercado por los años de reconocida trayectoria. - Crecimiento con capital propio. - Precios más bajos con relación a la competencia sin dejar de lado la calidad. - Responsabilidad medio ambiental (P+L). - Elaboración de productos de acuerdo a los requerimientos de los clientes - Uno de los únicos fabricantes de campers. | <p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amparo Gremial Sector metalmecánico (CAPEIPI). - Materia prima de fácil acceso en el mercado nacional. - Convenios con proveedores de materiales. - Convenios interinstitucionales con empresas que usan transporte pesado y carrocerías especiales. - Crecimiento a nivel nacional. - Alianzas estratégicas con la competencia. |
| <p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Políticas económicas y sociales de gobiernos locales y nacionales. - Inestabilidad del país. - Pequeños talleres de carrocerías metálicas. - Incremento de precios de materiales - Decremento de compra de vehículos de transporte de carga. - No es un producto de consumo masivo | <p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - No cuenta con herramientas administrativas específicas para el control de sus actividades de producción. - Centralización de responsabilidades dentro de la empresa. - No tiene una política de ventas establecida. - Retrazo en la entrega de productos. - Carecen de un manual de procesos y procedimientos - Tipo de acabado de pintura manual |

CUADRO 1.3: Análisis FODA de la Empresa ESMETAL S.A.

1.7. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

El mundo industrializado de hoy, cada vez más globalizado, está experimentando cambios importantes en los métodos de producción. En el Ecuador, a lo largo de estos últimos años, muchas pequeñas industrias han cerrado sus puertas debido a la falta de competitividad en sus productos y procesos, ya que en algunos casos los sistemas de fabricación son deficientes, se siguen los métodos tradicionales de producción en masa, se ignora al recurso humano como eje del desarrollo empresarial, se descuida el mantenimiento de la maquinaria y equipos, se conservan grandes cantidades de inventario y existe poca innovación y creatividad.

La meta principal del mejoramiento de un sistema de producción es lograr una nueva forma de organización del trabajo, tener la flexibilidad suficiente para adaptarse a la demanda cambiante y diversa de productos con alta calidad y a bajo costo de producción.

A lo largo del desarrollo de este proyecto se adaptará la Filosofía de Producción Esbelta orientada hacia una pequeña industria, en la que es imprescindible mantener todos los principios básicos de este tipo de empresas.

ESMETAL S.A. cuenta en la dirección con administradores empeñados en satisfacer a sus clientes internos y externos, además mantener buenas relaciones con sus proveedores y el entorno, buscando cumplir sus objetivos en base a los lineamientos establecidos. Sus líderes están dispuestos a asumir el reto de adoptar la Gestión de la Calidad como una filosofía de trabajo.

1.7.1. FORMULACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo como base los modelos de fabricación japonesa y la esencia de la Gestión de la Calidad, se ha visto necesario desarrollar en ESMETAL, métodos y acciones para satisfacer al cliente por medio de mejoras continuas con el fin de diseñar un sistema de Producción Esbelta (Lean Manufacturing) ajustada a la realidad de esta empresa, que elimine las actividades que *“engordan a la organización”*.

Con la aplicación de varias de las herramientas de Gestión de la Calidad se podrá dar un juicio de la situación actual del proceso productivo y conocer las causas reales que son fuente de problemas e implementar de una manera integrada y sistemática algunos de los elementos técnicos administrativos que sugiere la Producción Esbelta, enfocadas al Recurso Humano y el uso que éste da a maquinarias y equipos, tales como: “5S”, “SISTEMA DE HALADO”, “MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO” y “SMED (SINGLE MINUTE, EXCHANGE OF DIES)”; las mismas que ayudan a la empresa a mantenerse en un mercado competitivo, el cual exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida.

La Gestión de la Calidad está orientada principalmente a la satisfacción del cliente y eso es lo que hace posible el funcionamiento del sistema de Producción Esbelta; el mismo que implementado en ESMETAL S.A., disminuirá sus defectos, aumentará su confiabilidad, etc. Todo esto para reaccionar con la mayor agilidad a los requerimientos del cliente y lograr su satisfacción de la manera más eficiente; y lo más importante, sus miembros estarán habituados de una cultura de “Mejora Continua”.

1.8. OBJETIVOS

1.8.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar en ESMETAL S.A. el conjunto de elementos técnicos administrativos que propone el Sistema de Producción Esbelta, basado en las herramientas de la Gestión de la Calidad.

1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el proceso productivo de ESMETAL S.A. en base a varias herramientas de Gestión de la Calidad, para determinar las actividades que crean tiempos de retraso en la entrega del producto al cliente y que son fuente de mala calidad.

- Aplicar una secuencia lógica de actividades de la Filosofía de Producción Esbelta, las cuales estarán ajustadas a la realidad de ESMETAL S.A., dentro del contexto de esta pequeña industria metalmecánica ecuatoriana.
- Eliminar actividades que no agregan valor dentro del proceso productivo, para mejorar la satisfacción del cliente, tendiendo a un sistema de Gestión de Calidad.

1.9. HIPÓTESIS

- El Sistema de Producción Esbelta agiliza y facilita la implantación de la Gestión de la Calidad, siendo este aplicable a cualquier organización sin importar tamaño o proceso productivo, adaptando los principios de esta filosofía a la realidad que refleje el diagnóstico de la empresa en el entorno que opera.
- Con la implementación de la “Producción Esbelta”, ESMETAL S.A. logra mejorar la satisfacción en sus clientes, disminuye sus defectos, aumenta su confiabilidad, desarrolla nuevos productos, reduce tiempos de entrega, reacciona con la mayor agilidad y de la manera más eficiente.
- Un sistema planificado e integral de capacitación sobre la Filosofía de Producción Esbelta y un efectivo proceso de comunicación proactiva entre todos los miembros de la empresa, crea un ambiente de confianza, desarrolla la creatividad, fortalece el espíritu de trabajo en equipo y genera liderazgo dentro del personal, gestionando así la calidad dentro del recurso humano.
- 5S, Sistema de Halado, Mantenimiento Total Productivo y SMED (Single Minute, Exchange of Dies), son entre otras, las herramientas clave que al ser utilizadas permiten optimizar el proceso productivo, ayudan a conservar el equipo en condiciones óptimas, acortar los tiempos de la preparación de máquinas y mantener un orden y limpieza permanente en el área de producción de ESMETAL S.A.

1.10. ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El Diseño e Implementación del Sistema de Producción Esbelta (Lean Manufacturing) en la empresa ESMETAL S.A. se fundamenta en la Filosofía del Justo a Tiempo, lo que implica manejar sus conceptos y herramientas administrativas; trasmitirlas al gerente, personal administrativo y trabajadores para aplicarlas en la empresa.

Para el desarrollo de este trabajo, se utilizará la observación, entrevistas y análisis del flujo de valor, se aplicará una metodología científica que confronte el estudio teórico del sistema de Producción Esbelta como una forma de Gestionar la Calidad, con el Diseño e Implementación de este sistema en ESMETAL S.A.

Esta investigación se basará en visitas diarias a la mencionada empresa, en donde se analizará el proceso productivo, el comportamiento del recurso humano y el aporte que brinde éste y el Gerente de Producción con sus años de experiencia; lo que permitirá identificar las actividades que crean retraso, con el fin de eliminarlas y así mejorar el proceso para reducir el tiempo de entrega al cliente

El desarrollo del proyecto está estructurado de la siguiente manera:

Fase 1: familiarización con el proceso productivo de la Empresa ESMETAL S.A., elaboración preliminar de formularios para la toma de tiempos, ejecución de pruebas piloto y la preparación de formularios definitivos.

Fase 2: comprende la toma de tiempos del proceso de fabricación de los productos, la elaboración del mapeo de flujo actual, además se analizan los recursos de producción y se realiza un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de la empresa ESMETAL S.A.

Fase 3: en base a las Herramientas de Gestión de la Calidad se determinan las causas que originan las actividades que no agregan valor y se analizan la forma de reducir las más significativas.

Fase 4: se realiza la capacitación al recurso humano sobre los conceptos y principios y fundamentales de filosofía de Producción Esbelta mediante un taller práctico y teórico.

Fase 5: se introduce paso a paso la aplicación práctica de los elementos técnicos administrativas del Sistema de Producción Esbelta a la empresa ESMETAL S.A. de acuerdo a los problemas detectados.

Fase 6: se evalúa los resultados obtenidos con la implementación de esta Filosofía de Producción en la empresa ESMETAL S.A. con un enfoque hacia la pequeña industria dentro del entorno competitivo ecuatoriano.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

Este capítulo comprende conceptos relacionados con algunas de las herramientas y métodos desarrollados en cuanto a calidad y producción sobre la última mitad del siglo por especialistas japoneses y americanos; este adelanto es atribuible a la práctica de dirección a través de los años, que buscaban satisfacer las necesidades y deseo de los clientes, las cuales han traído a la actual era de la calidad.

Las empresas que aplican esta forma de gestionar la calidad y la producción han pasado a ser catalogadas como “Fabricantes de Clase Mundial” o “Fábricas de Alto Rendimiento”.

2.1 PRODUCCIÓN ESBELTA (LEAN MANUFACTURING)

“El *“Lean”* no es simplemente otra palabra que está de moda o que representa una solución temporal e inadecuada. Definitivamente, la Filosofía Lean demuestra que es una nueva forma de pensar y una nueva forma de administrar las compañías que beneficia a todos, desde el obrero de la línea de producción hasta el director general”⁵.

2.1.1 ORIGEN Y FILOSOFÍA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA

El fundamento de la Producción Esbelta (Lean Manufacturing) tuvo su inicio en el plano teórico-práctico con el sistema “Justo a Tiempo” (Just in Time) implementado en la empresa automotriz Toyota del Japón.

Dicho sistema fue el producto de los trabajos realizados por Taiichi Ohno, Ishikawa, Shigeo Shingo, Karatsu, Mizuno y Taguchi entre otros, actuando todos ellos bajo la guía de pensadores americanos como Juran y Deming, considerados los padres de la calidad.

Según Ohno la eliminación absoluta de los mudás (desperdicio en japonés) es la razón de ser del Sistema Justo a Tiempo (conocido también como Sistema de Producción Toyota). Y agrega: “los clientes de una firma son los jueces que determinan el real valor de los productos”. Generar mayor valor para los clientes implica eliminar actividades generadoras de despilfarros y desperdicios.

El JAT junto con otros componentes consideradas *Disciplinas Japonesas* han contribuido a conformar lo que hoy es la Filosofía de Producción Esbelta (Lean Manufacturing) la cual conlleva a la calidad dentro de una organización que adopta esta forma de fabricación.

2.1.1.1 Evolución del Lean

⁵ WOMACK J, JONES D; “Lean Thinking – banish waste and create wealth in your corporation”; Ed. Simon and Schuter; Boston; 1996; Pág. 92

“A raíz de la segunda crisis mundial del petróleo en 1976, los japoneses empezaron a ver que su curva de crecimiento económico e industrial, que venía en ascenso hace 25 años, comenzaba a resquebrajarse: además, que en el futuro, se iban a presentar altibajos en la industria manufacturera, tal como sucedió en las naciones occidentales. Los dirigentes del mundo de los negocios, comenzaron a buscar maneras de mejorar la flexibilidad de los procesos fabriles y así descubrieron el sistema de la empresa Toyota”⁶ o Justo a Tiempo.

Las ideas sobre la Producción Esbelta (Lean Manufacturing), se desarrollaron tomando como parte a este sistema y a otras *Disciplinas Japonesas*, como una visión integral y enfocada a la reducción de tiempos de respuesta sin afectar la calidad.

Este modelo se caracteriza, entre otras cosas, por pensar al revés de los modelos tradicionales de producción en masa, la concentración del conocimiento, la organización jerárquica, la supervisión directa, la división extrema y rígida del proceso de trabajo; para producir con flexibilidad y calidad grandes o pequeñas cantidades de productos con varios diseños según lo demande el mercado; trabajar en equipo; producir con mano de obra calificada y promover la participación de los trabajadores en el mejoramiento de la productividad y la calidad de los productos. En la actualidad esta filosofía también es conocida como Lean Manufacturing o Producción Esbelta.

El término Lean fue acuñado por un grupo de estudio de Massachussets Institute of Technology (MIT), adaptándolo al entorno americano, para analizar en el nivel mundial los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz.

“El grupo destacó las ventajas de manufactura del mejor fabricante en su clase (la empresa automotriz japonesa Toyota) y se denominó como Lean Manufacturing al grupo de métodos que habían utilizado desde la década de los sesenta y que posteriormente se afinó en la década de los setenta con la participación de Taiichi Onho y Shigeo Shingo, con el objeto de minimizar el uso de recursos a través de la empresa para lograr la satisfacción del

⁶ HAY Edward; “Justo a tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva”; Ed. Norma; Bogotá; 2003; Pág. 2

cliente, reflejado en entregas oportunas de la variedad de productos solicitada y con tendencia a cero defecto”⁷.

Posteriormente estas teorías fueron enriquecidas con los aportes de Eliyahu Goldratt sobre la producción y eliminación de cuellos de botella, también fueron corroboradas por el Centro de Investigaciones de la Empresa Esbelta en la Escuela de Negocios de Cardiff (USA) y el Instituto Lean Enterprise, con sede en varios países.

2.1.1.2 Definición de Producción Esbelta (Lean Manufacturing)

Se puede manifestar que el *Lean* es una filosofía de producción que las compañías acogen para mejorar su productividad.

“Es un enfoque que orienta a las empresas para que hagan uso inteligente de sus recursos (su tecnología, su equipo y, por encima de todo, de los conocimientos y habilidades de su personal) generando beneficios tales como: reducción dramática de los plazos para diseñar y fabricar productos, mejoramiento de la calidad y eficiencia del trabajo, mayor flexibilidad para responder al mercado y reducción de inventarios”⁸.

Así pues, la Producción Esbelta “es una metodología que de manera sistemática persigue la eliminación continua de desperdicios, concentrando las energías y recursos en aumentar las actividades con valor agregado, logrando una mayor flexibilidad en los procesos, y en última instancia generando un mayor valor agregado para los clientes”⁹.

Es una filosofía de manufactura que “reduce el tiempo de entrega entre la colocación del pedido y la entrega del producto, a través de la eliminación del desperdicio, lo que permite el flujo continuo del producto hacia el cliente”¹⁰.

2.1.1.3 Objetivos de la Producción Esbelta

⁷ WOMACK, JONES, ROSS; “The machine that changed the world”; Ed. Macmillan; New York; 1990; Pág.3

⁸ <http://www.cnp.org.co/lean/lean.php>

⁹ ONHO Taiichi; “Toyota Production System: Beyond large scale production”; Ed, Productivity Press; Oregon; 1998; Pág. 39

¹⁰ QUALIPLUS; “Lean Production Taller para manejo de Flujo de Valor”; Ed. Qualiplus; Quito; 2005; Pág. 2

Entre los principales objetivos que persigue el sistema de Producción Esbelta, están el implementar una filosofía de Mejora Continua que permita a las empresas: mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para reaccionar con la mayor agilidad a los requerimientos de los clientes y en la manera más eficiente.

Además, “mantener el margen de utilidad, optimizar el espacio en área de producción, crear sistemas de producción más robustos, aumentar la flexibilidad e identificar las actividades que impiden que el producto fluya más rápido y con calidad para que el cliente lo reciba cuando lo necesite”¹¹.

2.1.1.4 Principios de la Producción Esbelta

La parte imprescindible en el desarrollo de un Sistema de Producción Esbelta, es la que concierne al recurso humano, ya que implica cambios substanciales en la forma de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Por lo que debe manejarse más que como una técnica, como un buen régimen de relaciones humanas que implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo.

Los cinco principios del pensamiento Lean son:

- Defina el valor desde el punto de vista del cliente: la mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
- Identifique el flujo de valor: eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
- Haga el flujo de valor fluir: que el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.
- Deje que el cliente hale el valor: una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
- Busque la perfección: una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

¹¹ <http://www.primexpr.org>

El uso de estos principios ayuda a identificar y eliminar las actividades que no agregan valor, consideradas como los “siete desperdicios mortales:

1. Producción en exceso
2. Espera
3. Transporte
4. Super – procesamiento
5. Inventario
6. Manejo
7. Defectos”¹²

2.1.2 ELEMENTOS TÉCNICOS ADMINISTRATIVOS QUE PROPONE EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA

El sistema de Producción Esbelta está conformado por una colección de viejas y nuevas técnicas que han sido aplicadas en forma combinada a fin de alcanzar el equilibrio, sincronización y flujo en aquellas áreas del proceso de fabricación mediante la eliminación de todas las actividades que no le agregan valor al producto.

Ofrecer productos o servicios que cumplan de una forma continua las necesidades del cliente, exigirá que toda la organización esté orientada a la calidad y, en consecuencia, al cliente.

“El punto de partida es reconocer que solamente una fracción pequeña del tiempo y del esfuerzo total en cualquier organización agrega realmente el valor para el cliente externo. Claramente definido el valor para un producto o servicio específico desde la perspectiva de los consumidores, todas las actividades no generadoras de valor -basura o desperdicio- se pueden resaltar para su sistemática y gradual eliminación”¹³.

“Entre la extensa caja de herramientas para ayudar al consultor y directivos de las empresas se tiene: las 5 “S”, la estandarización de procesos, la gerencia visual, la utilización del kanban, sistemas de detección de mudás (basura o actividades que consumen recursos y no crean ningún valor), Mantenimiento Total Productivo (TPM), sistema de cambio o preparación rápida (SMED), solución estructurada de problemas,

¹² QUALIPLUS; “Lean Production Taller para manejo de Flujo de Valor”; Ed. Qualiplus; Quito; 2005; Pág.3

¹³ http://www.gestiopolis.com/la_empresa_magra

actividades de grupos pequeños”¹⁴, además Poka-Yoke (métodos con vista a impedir que errores sean cometidos por los operarios durante el proceso) y Células de Manufactura (agrupación de una serie de máquinas distintas con el objeto de simular un flujo de producción).

2.1.2.1 Análisis del Valor Agregado

Se considera valor agregado, a las únicas actividades que producen una transformación física del producto, son la razón de ser del proceso. El análisis de valor agregado es una herramienta de diagnóstico que ayuda a identificar las actividades que no agregan valor dentro del proceso de fabricación.

Este método consiste en escoger una familia de productos, seguir la trayectoria de su proceso productivo y hacer un listado detallado de todas las actividades que se le realizan con su respectiva duración, después de analizar esta información se proponen soluciones basadas en las *Herramientas Lean*.

2.1.2.2 Método de las “5 S”

El método de las “5 S” se refiere a crear y mantener orden y limpieza dentro de la planta de fabricación, para lograr un ambiente más organizado y seguro que permita reducir desperdicios, espacios y tiempos de búsqueda. Las “5 S” proceden de términos japoneses, que de una u otra forma los seres humanos tienden a utilizarlos en las actividades cotidianas. El objetivo central de las “5 S” es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

Las “5 S” son¹⁵:

Clasificar (SEIRI): consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.

¹⁴ SCHONBERGER Richard; “Técnicas Japonesas de Fabricación”; Ed. Limusa; México; 1999; Pág. 26

¹⁵ http://www.cidem.com/cidem/binaris/5S_tcm48-8182.pdf

Ordenar (SEITON): consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Limpieza (SEISO): consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los elementos se encuentren siempre limpios procurando un buen estado de salud en los trabajadores.

Estandarizar (SEIKETSU): implica desarrollar procedimientos para asegurar el mantenimiento del orden y la limpieza logrado con la aplicación de las “3S” anteriores.

Disciplina (SHITSUKE): consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, se refiere a crear un hábito, más que por procedimiento, por costumbre.

2.1.2.3 Sistema de Halar

Se dice que un grupo de ejecutivos de Toyota viajó a los Estados Unidos en los años 50 para estudiar los sistemas fabriles norteamericanos, durante su estadía en este país visitaron algunos supermercados donde notaron que estos funcionaban en forma muy distinta de una fábrica, se dieron cuenta que quien determina lo que va a suceder es el cliente.

Los clientes llegan al supermercado sabiendo que en todo momento encontrarán en los estantes pequeñas cantidades de los artículos que necesiten, confiando que siempre habrá el producto, les basta comprar lo suficiente; pues saben que al regresar dos o tres días más tarde, el supermercado habrá repuesto los artículos comprados y que nuevamente encontrará el producto en los estantes.

En base a esta experiencia los japoneses adoptaron un método de producción similar al de un supermercado donde cada operación toma el material que necesita de la operación anterior, sabiendo que siempre existirá la cantidad suficiente para continuar con el proceso, es decir, consiste en producir sólo lo necesario de un proceso a otro. Para esto desarrollaron un sistema simple de información llamado “*Kanban*”.

“El termino japonés Kanban significa *“tarjeta de señal”*, permite implantar una forma de administración visual a través de señales diversas tales como cuadros, tarjetas, luces y contenedores de colores, líneas de nivel en las paredes, etc., fácilmente observables por los operadores, que al mismo tiempo les indican las acciones a tomar sin consultar a su supervisor con el objeto de eliminar las transacciones, el papeleo y reducir los inventarios en procesos”¹⁶.

A continuación se muestra algunos ejemplos típicos de tarjetas Kanban

| | | | | |
|----------------|-----------------------------|----------------|-------------------|---------------------|
| Foto da pieza) | Código pieza: | 16634-22631-12 | | Proceso |
| | Nombre pieza: | Anillo pistón | | Mecanizado MC-12 |
| | Contenedor tipo | S 10C | Número emisión | |
| | Capacidad del contenedor | 200 | 2 de 5 | |

Tipo de información en Kanban de producción

| | | | | |
|---------------------|--------------------------|----------------|-------------------|----------------------|
| Proceso de origen | Dirección de almacenaje | C-2-3 | | Proceso de destino |
| Fábrica A | Código pieza: | 17634-22631-12 | | Fábrica B |
| | Nombre pieza: | Anillo pistón | | |
| Posto expedição no. | Contenedor tipo | S-10 | Numero emisión | Puesto recepción no. |
| Prensa 107 | Capacidad del contenedor | 200 | 3 de 5 | Montaje 18 |

Tipo de información en Kanban de retirada

FIGURA 2.1 Modelos de tarjetas Kanban¹⁷

2.1.2.4 Mantenimiento Total Productivo (TPM)

El Mantenimiento Total Productivo (TPM) se enfoca a desarrollar, con la predisposición del personal, un sistema que maximice la eficiencia de toda el área productiva, estableciendo normas que previene la depreciación prematura de la maquinaria y equipo, tendiendo a eliminar accidentes, defectos y fallos en todo el ciclo de producción.

¹⁶ LU David; “Kanban, Just in time Toyota”; Ed. Productivity Press; Oregon; 1989; Pág.27

¹⁷ QUALIPLUS; “Lean Production Taller para manejo de Flujo de Valor”; Ed. Qualiplus; Quito; 2005; Pág.45

El TPM tiene como objetivo que en las acciones cotidianas emprendidas por los operarios se cree una conciencia de mantenimiento diario en la maquinaria que estos utilizan, para evitar desperdicio de tiempo por reparaciones y aumentar así la fiabilidad de los equipos.

El Mantenimiento Total Productivo está conformado por:

- Participación del operario: quien es el eje de este sistema, advierte los problemas de la maquinaria y es responsable del mantenimiento de rutina.
- Mantenimiento preventivo: basado en un conjunto de actividades que se realizan diariamente que consisten en la inspección, lubricación, limpieza, cambio de piezas, etc. Los operarios deben poseer los conocimientos necesarios para manipular su maquinaria y así mantener condiciones óptimas para que ésta funcione sin inconvenientes.
- Mantenimiento correctivo: está enfocado a la actuación rápida de los operarios frente a una avería durante de proceso productivo, esto implica poseer conocimiento técnicos para la reparación de la maquinaria, para evitar retrasos en la entrega de un producto.

2.1.2.5 Cambios de modelo en minutos de un solo dígito (SMED)

“Este método se usa para reducir los tiempos de cambio de modelo en las máquinas o líneas de producción. El método fue desarrollado por Shigeo Shingo y lo denominó “cambio de dados en menos de diez minutos” o “single minute exchange of die” (SMED), cuyo objetivo es hacer efectivamente los cambios herramientales en menos de diez minutos”¹⁸, con lo que se tiende a la producción de lotes más pequeños y se reduce el número de piezas defectuosas en los cambios de línea.

EL SMED consta de las siguientes etapas:

- Eliminación del tiempo externo: una considerable parte del tiempo se desperdicia

¹⁸ SHINGO Shigeo, “Revolution in manufacturing: the SMED System”; Ed. Productivity Press; Massachusetts; 1985; Pág.19

analizando lo que se hará cuando la máquina deje de producir una misma línea. El objetivo es sistematizar el cambio de línea para que no surjan inconvenientes a último momento.

- Analizar y aplicar métodos: el estudio del procedimiento de cambio de línea dará las pautas para descubrir los tiempos usados en actividades causantes de retrasos como cambios de tornillos y tuercas, para de esta manera usar mecanismos que unifiquen su colocación de acuerdo a parámetros establecidos.
- Eliminación de ajustes: estandarizar mecanismos que permitan precisar posiciones de piezas y preestablecer herramientas fijas que serán usadas para el cambio de línea de producción.

2.1.3 EXPERIENCIAS EN OTRAS EMPRESAS

A lo largo de estos últimos años, las empresas que han buscado incrementar su productividad, para alcanzar competitividad en el mercado mundial, han adoptado como estrategia de fabricación al Sistema de Producción Esbelta.

Esta filosofía ha sido aplicada en todo tipo de organización, sea esta grande o pequeña sin importar el sector productivo al que pertenecen; claro está, que no en todas se consiguen la totalidad de los objetivos propuestos por este modelo de producción, pero predominan los ejemplos de empresas que han alcanzado progresos notorios en pocos meses.

“Para tener una idea del nivel actual de la implementación de Manufactura Esbelta (Lean) en México se analizaron los resultados del IV censo anual de manufactura en los países del TLC y Australia, desarrollada por la revista Norteamericana Industry Week (Publicada en la revista manufactura de Abril del 2001) donde después de comparar y analizar en algunas empresas mexicanas el sistema tradicional de manufactura con el sistema de Producción Esbelta, se encontró que este último logró reducciones en:

- 50% o más del espacio utilizado para manufactura.
- La distancia entre los procesos tuvo una disminución considerable.

- Tiempo de entregas desde el pedido hasta la entrega del producto terminado en promedio fue del 50%.
- 50% en promedio del tiempo de ciclo de manufactura.
- 100% del tiempo de preparación de cambio de modelo.
- Defectos 50% en promedio.”¹⁹

En el Ecuador son pocas las organizaciones que están aplicando los elementos técnicos administrativos que propone el sistema de Producción Esbelta, la mayoría son medianas empresas, entre estas tenemos a CONDUIT DEL ECUADOR S.A. productora de tubos de acero; IDEAL ALAMBREC fabricante de clavos, mallas de acero, alambre; AGLOMERADOS COTOPAXI con productos relacionados a la madera; PRONACA Industria Agro-Alimenticia; Empresa de Servicios Médicos SALUD, quienes en el primer Simposio Ecuatoriano de la Excelencia Empresarial mostraron los resultados obtenidos a lo largo de su implementación, los mismos que los han convertido en empresas con capacidad de reacción ante las necesidades de los clientes y les han permitido posicionarse de mejor manera en el mercado local, mediante la eliminación de tiempos muertos por reprocesos, cambios de líneas de productos, a la vez que han reducido tiempos de entrega, inventarios y costos de producción.

Esta filosofía de producción se está expandiendo de una manera lenta pero segura a lo largo del país y del mundo, haciendo que las empresas que la adopten sean más competitivas pues dedicarán sus recursos a la producción y no al desperdicio.

2.2 MARCO DE REFERENCIA DE LAS HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

La calidad ha venido evolucionado hasta hoy, no obstante ésta ya existía hace mucho tiempo, con el pasar de los años su concepto se ha ido sistematizando para traer consigo los cambios que se conocen en la sociedad actual.

La calidad es considerada como el desarrollo de una filosofía, una ideología, una forma de vida, la cual se compone de técnicas y acciones que permiten cumplir con los

¹⁹ MORA E, CASTILLO A; “Manufactura Esbelta: La experiencia Mexicana”; Ed. Expansión; México; 2001; Pág. 22

requerimientos de los clientes tanto internos como externos por medio de mejoras continuas.

Esta concepción de calidad ha permitido desarrollar ciertos instrumentos que aportan para el mejoramiento continuo a través de la creación de herramientas las mismas que “proporcionan un medio a los individuos y a los grupos para implantar proceso de control de la calidad. Estas herramientas son aplicables por igual tanto a procesos de fabricación como a los orientados al servicio. Algunas de estas herramientas son muy simples en cuanto a su uso, pero proporcionan datos de valor incalculable para la toma de decisiones relacionadas con la calidad”²⁰.

Existen varias herramientas de la Gestión de la Calidad para el análisis de datos y el establecimiento de planes de acción, a continuación pasan a ser analizadas las de mayor uso durante el proyecto.

2.2.1 HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

Las herramientas básicas están conformadas por un conjunto de instrumentos útiles que facilitan el trabajo en equipo, proveen un ambiente que facilita la comunicación al hacer actividades visibles, recolectar, clasificar y analizar datos para dar interpretación a la información.

Estas herramientas permiten enfatizar y conocer el origen de un problema, mediante la recolección efectiva de datos, se llevarán a cabo acciones que permitan el desarrollo de capacidades para el uso de las técnicas de resolución.

2.2.1.1 Diagrama Causa y Efecto

²⁰ JAMES Paul; “La Gestión de la calidad: un texto introductorio”; Ed. Prentice Hall; Madrid; 2000; Pág.198

El *Diagrama Causa y Efecto* “conocido también con los nombres de espina de pescado por su forma, o de Ishikawa por su autor, consiste en establecer cuáles son las posibles causas que generan un efecto indeseable o problema de proceso, mostrando en un diagrama el conjunto de posibles causas y sus relaciones mutuas que producen en efecto definido previamente”²¹.

El objetivo de esta herramienta es dar soluciones permanentes a la raíz de un inconveniente encontrado, en vez de corregir tan solo los indicios de estos problemas. A continuación se muestra un modelo de este diagrama:

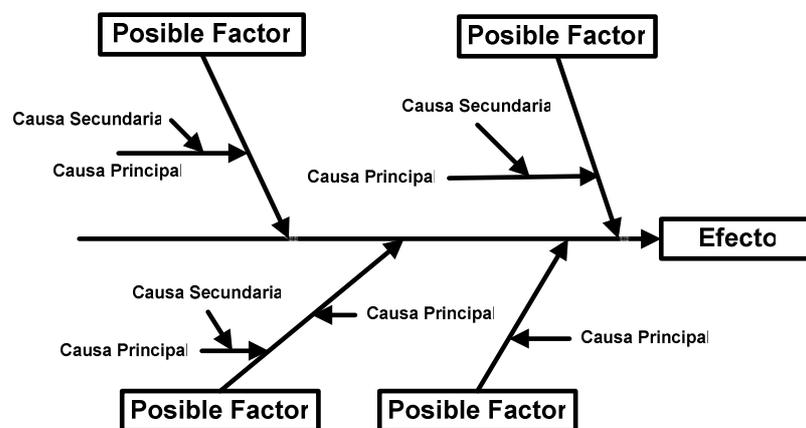


FIGURA 2.2: Modelo de Diagrama Causa-Efecto

Este instrumento está estructurado en base a un grupo de ramas entre las que constan: máquinas y equipos, recursos económicos, entorno, personas, medición, gerencia, materiales y métodos; lo que facilita obtener una visión general sobre las causas de los problemas analizados.

2.2.1.2 Diagrama de Flujo

“Un viejo adagio dice que *“una imagen vale más que mil palabras”*, ya que un diagrama de flujo reemplaza la palabrería existente en muchos procedimientos muy bien escritos pero que no ilustran cómo es el flujo de un proceso.

Un diagrama de flujo es una técnica básica que permite describir gráficamente un proceso existente o uno nuevo propuesto, mediante símbolos, líneas y palabras simples,

²¹ MARIÑO Hernando; “Gerencia de Procesos”; Ed. Alfaomega; Bogotá; 2001; Pág.113

demostrando las actividades que se realizan desde un punto de partida hasta un punto final, las relaciones entre los diferentes actores, indicando quién hace qué y en qué secuencia se desarrolla el proceso”²².

Esta herramienta facilita a las personas, tener una perspectiva clara y concreta sobre la secuencia del conjunto de actividades que se realizan durante un proceso, y además visualizar las entradas y salidas asociadas a este, como se puede apreciar en la *Figura 2.3*

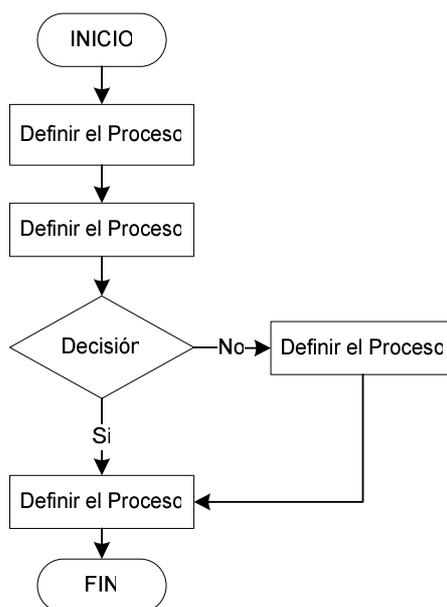


FIGURA 2.3: Modelo de Diagrama de Flujo

2.2.1.3 Histograma

Los histogramas constituyen una representación gráfica de un conjunto determinado de datos, el inventor de esta técnica fue el estadístico francés A.M. Guerry en 1833.

Esta herramienta permite conocer “la frecuencia de ocurrencia de los datos que haya tomado en sus procesos, al medir una variable, esto es un medidor o un indicador que puede asumir cualquier cifra en un rango definido. También permite visualizar la distribución seguida por el conjunto total de datos analizados, proveyendo información sobre la variación de su proceso en relación con dicha variable”²³.

²² MARIÑO Hernando; “Gerencia de Procesos”; Ed. Alfaomega; Bogotá; 2001; Pág.117

²³ MARIÑO Hernando; “Gerencia de Procesos”; Ed. Alfaomega; Bogotá; 2001; Pág.120

El objetivo de esta herramienta es cuantificar características relevantes de un proceso, para comprender de mejor manera la variabilidad propia de este, y analizar su capacidad para generar resultados más realistas.

2.2.1.4 Diagrama de Pareto

Mediante este diagrama se conoce el número relativamente pequeño de factores o causas que son responsables de un porcentaje desproporcionadamente alto de las ocurrencias de algunos eventos “un análisis de Pareto permite distinguir los pocos factores vitales de los muchos factores triviales, permitiendo asignar prioridades en la asignación de recursos para enfocar el mejoramiento de los pocos vitales”²⁴. Este análisis utiliza un gráfico (Figura 2.4) que permite visualizar de mejor manera este principio.

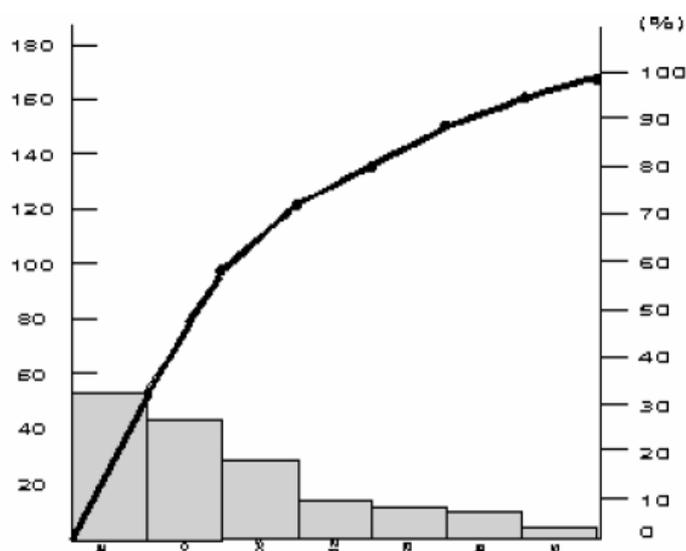


FIGURA 2.4: Modelo de Diagrama de Pareto

2.2.2 TÉCNICAS DE PLANEACIÓN Y EVALUACIÓN

A la par que se utilizan las *Herramientas Básicas* descritas anteriormente, es indispensable conocer técnicas adicionales que ayudan a determinar las acciones que se van a ejecutar y los responsables de las mismas, para de esta manera impulsar el mejoramiento de las actividades durante el proceso.

²⁴ MARIÑO Hernando; “Gerencia de Procesos”; Ed. Alfaomega; Bogotá; 2001; Pág.108

Las Técnicas de Planeación y Evaluación son mucho más funcionales, en cuestión de principios, por lo que son muy poco difundidas en las organizaciones.

2.2.2.1 Diagrama de afinidad

Esta *Técnica de Gestión de la Calidad* “es utilizada para generar un gran número de ideas y hechos relacionados con un área del problema indicado. Este método está basado en el desarrollo de modelos relacionados y agrupaciones”²⁵.

Su objetivo es congregar datos orales, opiniones, juicios y los organiza en grupos afines considerando la relación natural que existe entre ellos. Para este tipo de técnica se abre la mentalidad de las personas que participan, para proponer soluciones creativas y lógicas dejando de lado lo tradicional. En la siguiente Figura se muestra un modelo de este tipo de diagrama:

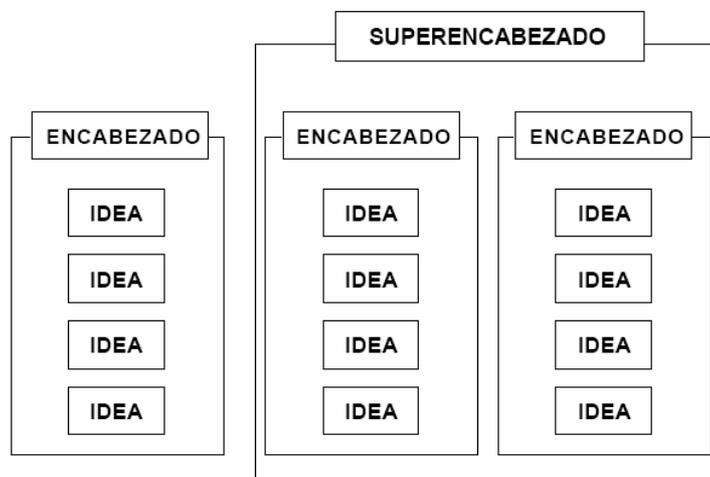


FIGURA 2.5: Modelo de Diagrama de Afinidad

2.2.2.2 Diagrama de Árbol

En un Diagrama de árbol “se proyecta sistemáticamente, en detalle, el cómo, las maneras o los medios más apropiados y efectivos para alcanzar un objetivo primario y cada objetivo secundario relacionado, por eso se le conoce también con el nombre de diagrama sistemático”²⁶. A continuación se muestra un modelo de este diagrama en la *Figura 2.6*.

²⁵ JAMES Paul; “La Gestión de la calidad total: un texto introductorio”; Ed. Prentice Hall; Madrid; 2000; Pág.202

²⁶ MARIÑO Hernando; “Gerencia de Procesos”; Ed. Alfaomega; Bogotá; 2001; Pág.134

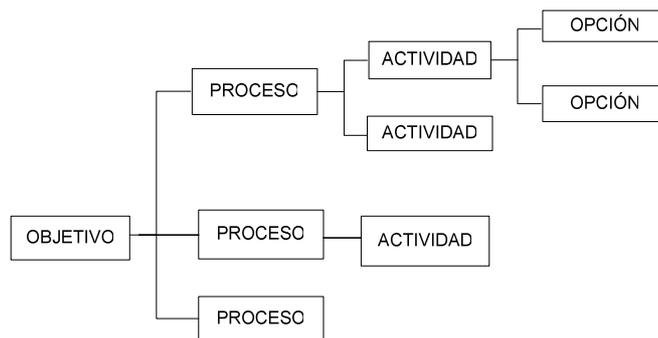


FIGURA 2.6: Modelo de Diagrama de Árbol

La construcción de este diagrama incentiva la participación de las personas con ideas estructuradas ordenadamente, lo que permite conocer la trayectoria y acciones necesarias para el cumplimiento de un propósito establecido.

2.2.2.3 Siete nuevas herramientas de gestión de la calidad

Además de las técnicas mencionadas anteriormente se tiene como parte de las siete nuevas herramientas de gestión de la calidad al “Diagrama de Matriz el mismo que facilita la identificación de relaciones que pudieran existir entre dos o más factores, sean éstos: problemas, causas y procesos; métodos y objetivos; o cualquier otro conjunto de variables.

El Diagrama de interrelación proporciona un medio para tomar una idea básica y desarrollar nexos lógicos entre las categorías relacionadas.

La Matriz de Análisis de Datos permite la toma los datos relevantes de un diagrama matricial y representa gráficamente sus relaciones en términos de cantidad y fortaleza.

El Diagrama de Flechas planea el programa más apropiado para completar un plan de acción y todas sus actividades relacionadas proyectando el tiempo de terminación de las mismas y el Gráfico del proceso de decisión del programa cuantifica cada evento posible y sus soluciones”²⁷.

2.2.3 CLIMA ORGANIZACIONAL

²⁷ JAMES Paul; “La Gestión de la calidad total: un texto introductorio”; Ed. Prentice Hall; Madrid; 2000; Pág.203

La Gestión de la calidad implica la adopción de nuevas culturas, filosofías y técnicas principalmente enfocadas a la gestión del recurso humano, su bienestar, participación y motivación en todo proceso de mejora.

Además de los aspectos técnicos que propone la Gestión la Calidad es imprescindible que las empresas desarrollen y mantengan un clima organizacional ideal, para que la fuerza de trabajo colaborare en la revolución de la calidad dentro de la organización.

En algunas empresas se ha encontrado que “el principal problema que enfrentan es el cambio cultural de la alta dirección, ya que las metodologías de Gestión de Calidad dependen en gran parte del trabajo en equipo, el desarrollo del personal y de la facultad para tomar las decisiones más adecuadas para el proceso correspondiente. En general el manejo del factor humano durante la implantación de los métodos es delicado, por lo que debe realizarse con el mayor cuidado”²⁸.

Los directivos de las empresas deben aprovechar la creatividad e iniciativa de sus trabajadores para que contribuyan al cumplimiento de los objetivos de calidad, además deben crear un escenario flexible de estabilidad laboral, confianza y capacitación para que las personas trabajen en equipo, desarrollen su liderazgo potencial, desempeñen sus responsabilidades compartidas, y de esta manera la resistencia al cambio sea menor. Cada persona que asume el reto de cumplir la calidad diariamente en el trabajo, poco a poco asume la calidad como una filosofía de vida.

CAPITULO 3

EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN ESMETAL S.A.

En este capítulo se detalla el proceso productivo de ESMETAL S.A. considerando los tiempos de ciclo y el aprovechamiento de la capacidad disponible para la producción en cada una de las secciones: Maquinado, Lavado y Fondeo, Ensamblaje, Montaje, Pintura y Acabados; según los requerimientos del producto bajo la modalidad de pedido, además se

²⁸ MORA E, CASTILLO A; “Manufactura Esbelta: La experiencia Mexicana”; Ed. Expansión; México; 2001; Pág. 36

realiza un diagnóstico de la situación inicial y un análisis de las principales actividades que no agregan valor.

El tiempo de ciclo de producción tarda en promedio 21 días calendario, pero existen productos no estándar o carrocerías especiales que pueden ser fabricadas hasta en 2 meses o más, por la magnitud del trabajo que implica.

En la sección de Ensamblaje se ha desarrollado una modalidad de “*Trabajo en Grupo*”, en la cual, cada uno de estos es responsable del armado completo de una carrocería. La mayor parte de las actividades de producción son ejecutadas en forma manual.

3.1. PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La planeación de la producción se hace en base a la demanda del mercado, cuya modalidad es bajo pedido, y la capacidad de producción con que la empresa ESMETAL S.A. cuenta.

3.1.1. ANÁLISIS DE LA OFERTA

Considerando el desempeño del recurso humano y las características que poseen la maquinaria y equipos, la capacidad máxima de la planta de producción de ESMETAL S.A. es de 520.000 kilogramos de acero trabajando 3 turnos al día durante los 365 días del año.

Pero de acuerdo a la realidad del mercado, actualmente cumple una jornada de trabajo de 10 horas, dentro de la cuales están consideradas 2 horas extras, lo que corresponde a la transformación de 104.000 kilogramos de acero, equivalentes a la fabricación de los siguientes productos:

- 120 Furgones
- 80 Casetas
- 10 Plataformas
- 12 Campers
- 25 Contenedores de basura
- 4 Remolques
- 6 Carrocerías Especiales

- 600 Servicios varios

En ocasiones cuando los pedidos se incrementan se laboran más horas extras e incluso se recurre a contratos temporales de trabajo para cubrir la demanda.

3.1.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Las necesidades y requerimientos del cliente van adaptándose a las circunstancias. El comportamiento de la demanda cambia de acuerdo a un sinnúmero de factores sociales, políticos y económicos, por lo que la variabilidad de esta es comparada con el comportamiento de un “yoyo”, en un mes puede subir los pedidos y en el otro bajar sin explicación.

De acuerdo a datos históricos proporcionados por ESMETAL S.A. se ha realizado el siguiente Cuadro de Ventas anuales de carrocerías en general dentro de los cuales se considera a toda la variedad de productos que se fabrican:

| VENTAS ANUALES DE CARROCEÍAS EN GENERAL POR UNIDADES | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| MES | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
| Enero | 4 | 12 | 14 | 8 | 17 | 13 | 11 | 76 | 17 | 34 | 7 | 6 | 8 |
| Febrero | 7 | 9 | 7 | 3 | 1 | 12 | 13 | 12 | 12 | 14 | 7 | 4 | 11 |
| Marzo | 13 | 10 | 7 | 12 | 13 | 13 | 9 | 3 | 11 | 15 | 14 | 4 | 14 |
| Abril | 10 | 8 | 10 | 26 | 4 | 22 | 3 | 5 | 12 | 33 | 8 | 4 | 5 |
| Mayo | 8 | 23 | 12 | 7 | 13 | 23 | 8 | 2 | 14 | 18 | 12 | 3 | 10 |
| Junio | 11 | 11 | 15 | 4 | 7 | 9 | 4 | 5 | 15 | 21 | 10 | 0 | 10 |
| Julio | 22 | 8 | 12 | 7 | 18 | 12 | 7 | 1 | 20 | 22 | 8 | 5 | 12 |
| Agosto | 3 | 8 | 9 | 6 | 6 | 12 | 3 | 3 | 18 | 12 | 16 | 5 | 5 |
| Septiembre | 17 | 6 | 1 | 7 | 7 | 42 | 17 | 3 | 22 | 16 | 4 | 10 | 11 |
| Octubre | 28 | 18 | 9 | 7 | 14 | 5 | 5 | 2 | 17 | 15 | 6 | 11 | 12 |
| Noviembre | 22 | 9 | 21 | 3 | 55 | 7 | 11 | 5 | 14 | 13 | 8 | 17 | 17 |
| Diciembre | 38 | 78 | 13 | 8 | 7 | 8 | 0 | 8 | 11 | 11 | 12 | 18 | 8 |
| TOTAL | 183 | 200 | 130 | 98 | 162 | 178 | 91 | 125 | 183 | 224 | 112 | 87 | 123 |

CUADRO 3.1: Ventas Anuales de Carrocerías en General por unidades ²⁹.

En función al Cuadro 3.1, se ha elaborado un histograma de barras (*Figura 3.1*) que

²⁹ FUENTE: Archivos de la empresa ESMETAL S.A.; Ventas Anuales de Carrocerías en General por Unidades al año 2005.

permite visualizar los diferentes cambios que ha sufrido la demanda desde el año 1993 hasta el año 2005, en base al número de Carrocerías en General vendidas.

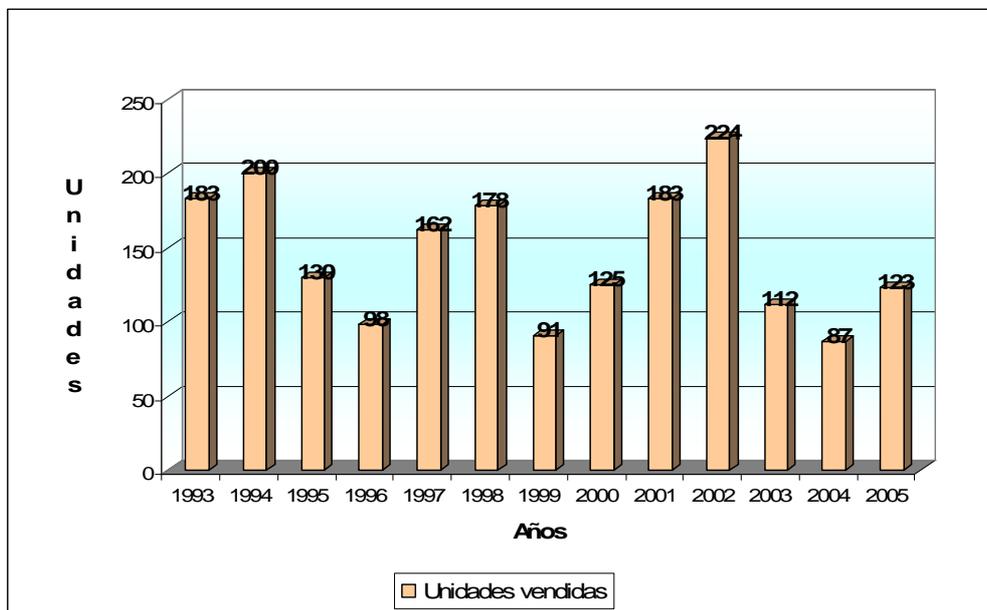


FIGURA 3.1: Ventas Anuales de Carrocerías en Genera por Unidades

Es importante mencionar que no todas las carrocerías tienen el mismo precio de venta al público, por lo que hay algunas que aportan más que otras a la facturación anual por su magnitud, acabados, accesorios, contenido de materiales y aporte de mano de obra, lo que puede ser observado en el siguiente Gráfico de ventas anuales en Dólares (Figura 3.2)

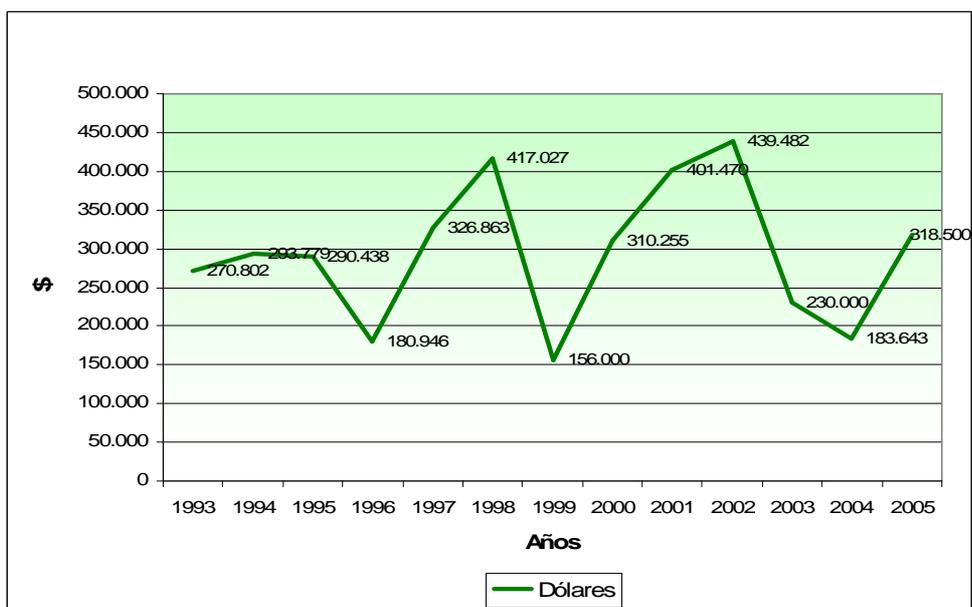


FIGURA3.2: Ventas Anuales en Dólares³⁰.

ESMETAL S.A. no elabora pronósticos de ventas, pero es necesario saber aproximadamente la demanda futura para el año 2006 a fin de planificar su capacidad de producción; por lo que en base al análisis de los datos históricos proporcionados y con la ayuda de una hoja electrónica se ha proyectado la demanda anual en unidades considerando varios métodos cuantitativos en base a la tendencia y el tipo de producto que ofrece esta empresa entre estos: Regresión Lineal, Promedios Móviles, Promedios Ponderados, siendo el más ajustado a la realidad el de Método de Regresión Lineal, pues presenta el menor margen de error.

También para corroborar este resultado, se recurrió al método cualitativo de *Juicio Ejecutivo* al considerar la experiencia de los directivos de la empresa quienes conocen parte del comportamiento de la demanda y la situación política y económica que se vive en este año.

Luego de los cálculos respectivos se ha determinado que la demanda aproximada de carrocerías en general para el año 2006 en base a este método es de 121 unidades, de las cuales alrededor del 70% corresponde a furgones, 20% casetas y el 10% carrocerías especiales.

3.2. RECURSOS DE PRODUCCIÓN DE ESMETAL S.A.

El sistema de producción en ESMETAL S.A. se basa en dos ejes fundamentales: el recurso humano y la tecnología adecuada representada en maquinarias y equipos.

El capital humano es quizás el recurso más impredecible dentro de una organización, como es el caso de ESMETAL S.A., debido a que no son adecuadamente gestionados. Esto difiere de las máquinas y los equipos ya que su funcionamiento puede llegar a ser lógico.

3.2.1. EL RECURSO HUMANO EN LA PRODUCCIÓN

³⁰ FUENTE: Archivos de la empresa ESMETAL S.A.; Ventas Anuales en dólares al año 2005.

En términos generales la participación del personal en el proceso productivo brinda el mayor aporte a la transformación de los materiales en producto terminado, su habilidad y conocimientos se basan en su formación educativa y la experiencia obtenida a lo largo de los años.

Actualmente el personal de planta de ESMETAL S.A. está conformado por 15 operarios.

Dentro de las Instalaciones destinadas a la producción, se han conformado equipos de trabajo en cada una de las secciones, detallados en el siguiente cuadro:

| PERSONAL EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN | | |
|--|------------------|--------------|
| SECCIÓN | NOMBRE | CARGO |
| Maquinado | Hernán Tipán | Jefe |
| | Geovanny Aguayo | Operario |
| Lavado y Fondeo | Marco Paredes | Operario |
| Ensamblaje 1 | Manuel Panamá | Jefe |
| | Pedro Castro | Operario |
| | Alex Mainagueza | Operario |
| Ensamblaje 2 | Efraín Toapanta | Jefe |
| | José Dorado | Operario |
| | Rodrigo Iñiguez | Operario |
| Montaje (Ensamblaje 3) | Wilson Pilicita | Jefe |
| | Ismael Cárdenas | Operario |
| | Freddy Velásquez | Operario |
| Pintura | Byron Molina | Jefe |
| | Segundo Caiza | Operario |
| Acabados | Eduardo Cueva | Operario |

CUADRO 3.2: Personal en el área de Producción

El jefe de la sección de maquinado es el responsable del diseño y elaboración de piezas para los diferentes tipos de carrocerías, éste a la vez, es el encargado de administrar las mismas a los jefes de Ensamble.

La asignación de tareas se encuentra preestablecida de acuerdo a la experiencia de los jefes; es así que en la Sección Ensamblaje 1 se responsabilizan por el armado de furgones isotérmicos y carrocerías especiales, en tanto que en Ensamblaje 2 se arman furgones estándar, la sección de montaje también se encarga del ensamblaje de casetas.

Los Jefes de cada sección junto con el Gerente de Producción son los encargados del bosquejo de nuevos diseños para los diferentes tipos de carrocerías, todos los jefes siguen los estándares de construcción desarrollados a lo largo de los años de experiencia, cabe mencionar que estos no se encuentran descritos formalmente.

Los directivos de ESMETAL S.A. están concientes de que medir el rendimiento de las máquinas es relativamente sencillo, pero tiene una gran inquietud al respecto de cómo medir el desempeño del personal en su trabajo. Por lo que propenden crear un entorno de estimulación positiva en cuanto a capacidades, competencias y estabilidad laboral, hacia el recurso más importante.

3.2.2. MAQUINARIA Y EQUIPOS

La maquinaria y equipos base con los que funciona ESMETAL S.A., son de origen argentino, y se encuentran concentrados en la Sección Maquinado, para los procesos de corte y plegado.

Es importante mencionar que dos de las tres Guillotinas existentes no son utilizadas; una de ellas por que se está buscando una pieza para su reparación y la otra porque posee una capacidad limitada para el corte de planchas.

Los demás equipos están distribuidos en las secciones de Ensamblaje y Montaje; y varias herramientas son usadas en Fondeo, Pintura y Acabados.

En ESMETAL el mantenimiento de la maquinaria no se realiza de acuerdo a una planificación elaborada, más bien se lo hace en períodos de tiempo donde no hay mucha demanda de trabajo.

Los desperfectos son solucionados por el personal que conoce el funcionamiento básico de los equipos que usa, cuando estos pasan a ser de gran magnitud son reparados por técnicos.

En el siguiente Cuadro se puede observar que no existe un mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos, más bien este es realizado para corrección.

| MAQUINARIA Y EQUIPOS DE ESMETAL S.A. | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------|------------------|
| CANT | EQUIPOS | MARCA | AÑO DE FABRIC. Y/O INSTALAC. | PROCESO EN EL QUE SE USA | MANTENIMIENTO |
| 1 | Gillotina | Boutillon | 1968 | Corte | Ajuste |
| 1 | Gillotina | Daisa | 1958 | Corte | Cada 7 años |
| 1 | Gillotina | Hydro Shear | 1968 | Corte | No funciona |
| 1 | Plegadora Mecánica | Daisa | 1973 | Plegado | Cada 7 años |
| 1 | Plegadora Hidráulica | LVD | 1981 | Plegado | No Determinado |
| 1 | Pullman | Nibbler | 1978 | Corte | Esporádico |
| 1 | Troqueladora | Target | 1973 | Ensamblaje | Esporádico |
| 1 | Taladro de Columna | Cindemerd | 1978 | Ensamblaje | Esporádico |
| 3 | Taladro de Sobremesa | Varias marcas | 1973, 1976, 1981 | Ensamblaje | Esporádico |
| 1 | Roscadora | Rigid | 1983 | Ensamblaje | Esporádico |
| 12 | Soldadoras | Uncoln Electric | 1973-1999 | Ensamblaje | Esporádico |
| 1 | Equipo Airless | Greco | 2001 | Fondeo/Pintura | Esporádico |
| 1 | Inyectora de poliuretano | Gusmer | 2002 | Aislamient. Térmic. | Frecuente |
| 1 | Compresor | Cambell | 2001 | Todos | Cada 1200 horas |
| 1 | Compresor | Atlas Copco | 1983 | Todos | Cada 10000 horas |
| 3 | Remachadoras | Varias marcas | 1995-2002 | Ensamblaje | No Determinado |
| 3 | Esmeriles (Pulidoras) | Varias marcas | 1998-2005 | Ensambl./Pintura | No Determinado |

CUADRO 3.3: Maquinaria y Equipos de ESMETAL S.A.

En algunos casos el proceso de producción se ha visto obligado a detenerse por el descuido en cuanto a limpieza de equipos que no son utilizados con frecuencia, se puede referir a la Inyectora de Poliuretano, donde el operario encargado al momento de culminar su proceso no toma las debidas precauciones para eliminar residuos químicos dentro de la pistola, los mismo que se endurecen con el tiempo y no permite su funcionamiento.

3.3. PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de fabricación de ESMETAL S.A. está conformado por una serie de actividades ejecutadas en varias secciones para la transformación de materia prima en piezas que luego serán ensambladas para dar forma a una carrocería y posteriormente colocarla en el chasis del vehículo para la entrega al cliente.

Cabe mencionar que ESMETAL es una carpintería metálica, por lo que también elabora un sinnúmero de productos bajo pedido en base a planchas de acero, así como: campers, contenedores de basura, puertas especiales, etc. En la *Figura 3.3* se muestra un Esquema Gráfico del Proceso Productivo.

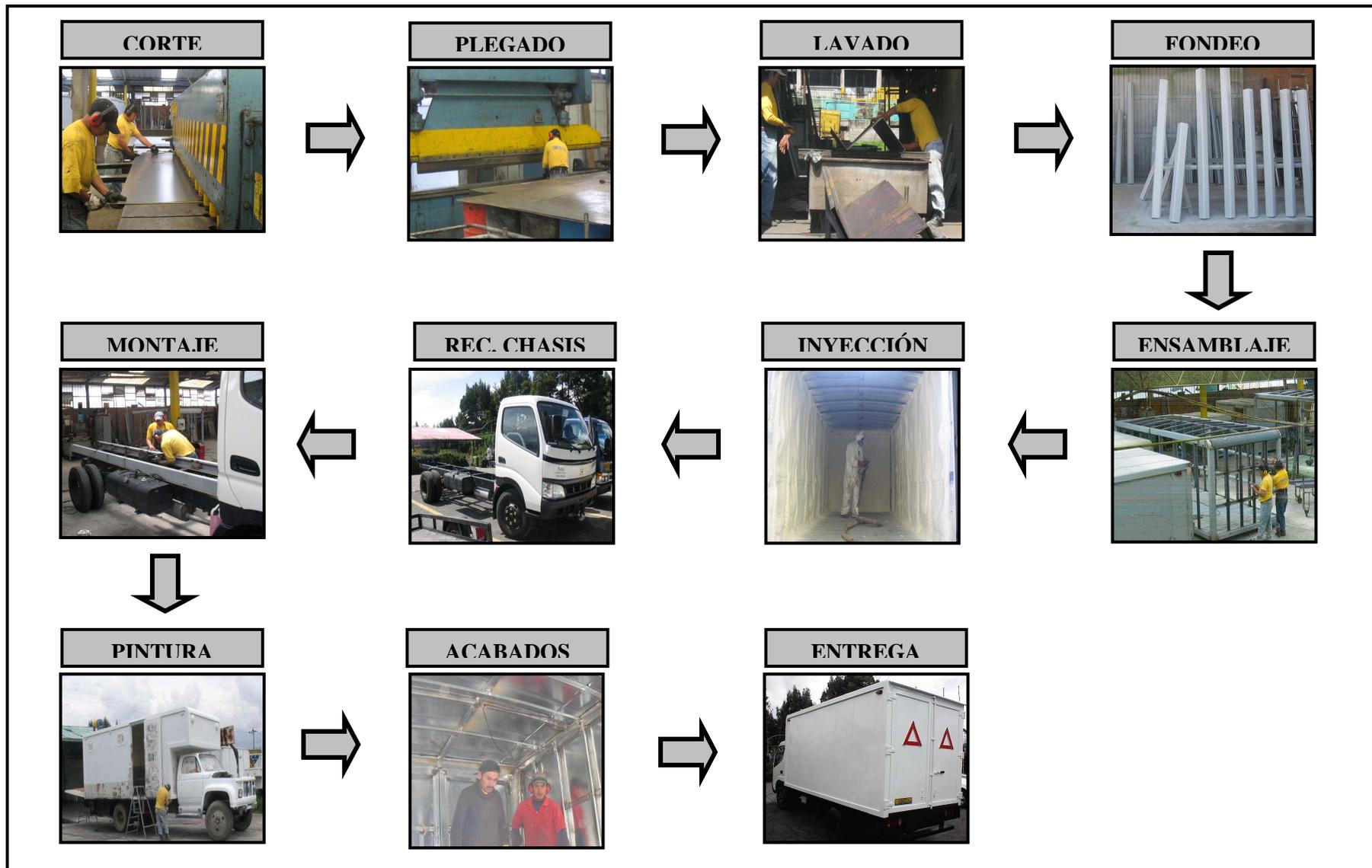


FIGURA 3.3: Esquema gráfico del Proceso Productivo de ESMETAL S.A.

A con continuación una breve descripción de los objetivos de cada proceso:

CORTE: convertir las planchas de acero de distinto espesor en pedazos de varias medidas acorde al diseño previo por medio de corte en guillotina; va desde la recepción de materia prima hasta la colocación de los pedazos en área de plegado.

PLEGADO: Transformar el pedazo de plancha cortada en una pieza acabada por medio de la plegadora, incluye el trazo del mismo; va desde la calibración de la máquina hasta la colocación de piezas en el área de lavado.

LAVADO: desengrasar las piezas mediante la inmersión en dos tinajas, la primera contiene jabón industrial, la segunda permite eliminar el componente incluye la colocación de piezas en el área de secado.

FONDEO: aplicar pintura de fondo en las piezas hasta el secado al ambiente, va desde la preparación de pintura hasta agruparlas para su posterior armado de acuerdo al tipo de carrocería.

ENSAMBLAJE: armar la estructura de la carrocería de acuerdo a especificaciones con el uso de soldaduras, luego se sujetan los forros externos con los diferentes tipos de remaches, colocación de puertas y los sostenes de carga.

INYECCIÓN DE POLIURETANO: inyectar poliuretano en las paredes de carrocerías que necesitan aislamiento térmico o requieren ser isotérmicas.

RECEPCIÓN DE CHASIS: recibir el vehículo que arriba días después del armado; es considerado materia prima (en segunda instancia) pues el chasis es necesario para la colocación de la carrocería sobre ésta.

MONTAJE: Acoplar la carrocería al chasis del vehículo, va desde la colocación de vigas reforzadas hasta la soldadura de faldones, guardachoques, guardafangos, gradas, sostenes de carga y algún accesorio adicional como caja de herramientas, tapa de baterías, etc.

PINTURA: pintar la carrocería de acuerdo al color especificado, para lo que se requiere con antelación del masillado, lijado y pulido para un excelente acabado.

ACABADOS: realizar instalaciones eléctricas para la colocación de luminarias internas y externas, además ubicar las respectivas señales de seguridad de acuerdo a las leyes de tránsito.

ENTREGA AL CLIENTE: ubicar el vehículo en el área de parqueo para la respectiva entrega al cliente de acuerdo con los requerimientos solicitados

Para visualizar y entender de mejor manera la forma en la que fluyen los procesos en ESMETAL S.A. y como se relacionan las actividades de una sección a otra se ha elaborado el siguiente diagrama de flujo (*Figura 3.5*), en base a la simbología según la Norma ANSI

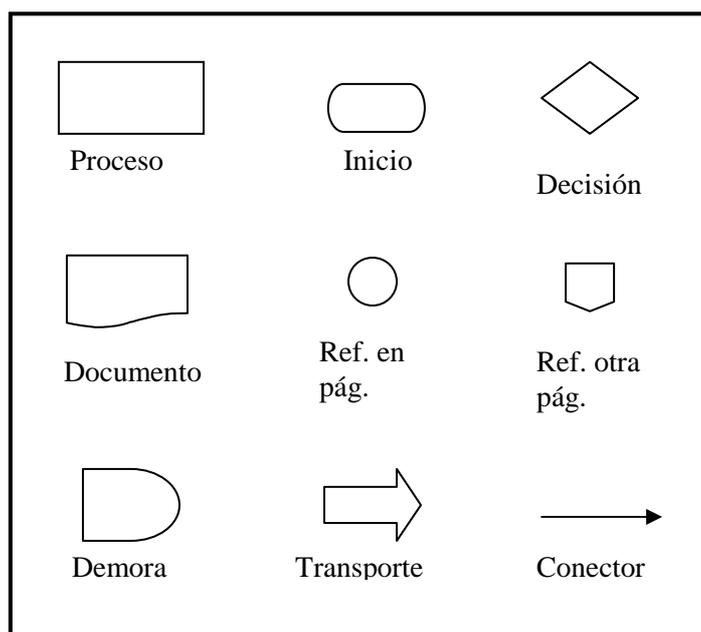


FIGURA 3.4: Simbología ANSI³¹

³¹ <http://www.dgip.ver.ucc.mx/DGIP/documentos/documentos.htm>

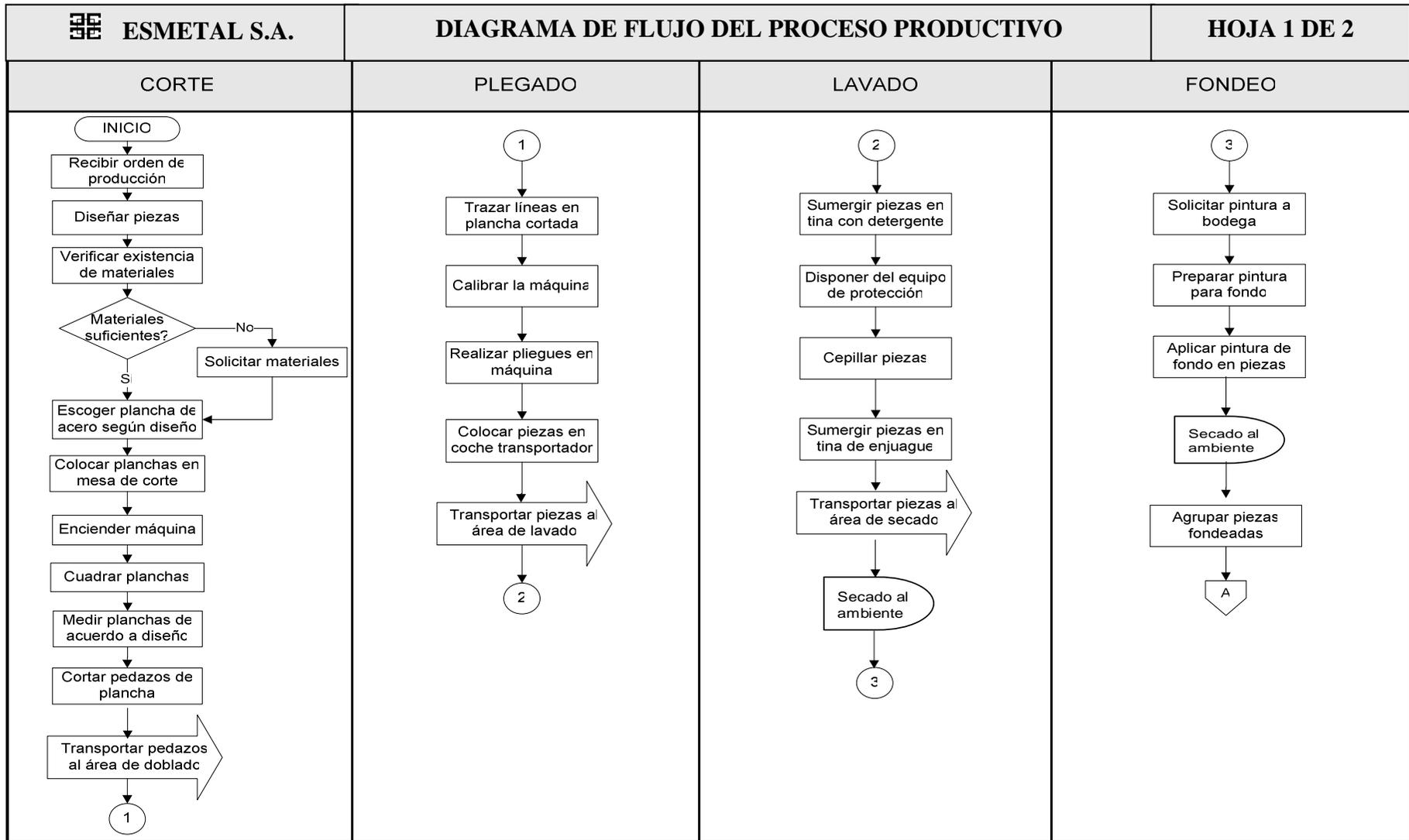


FIGURA 3.5: Diagrama de Flujo del Proceso Productivo (Hoja 1)

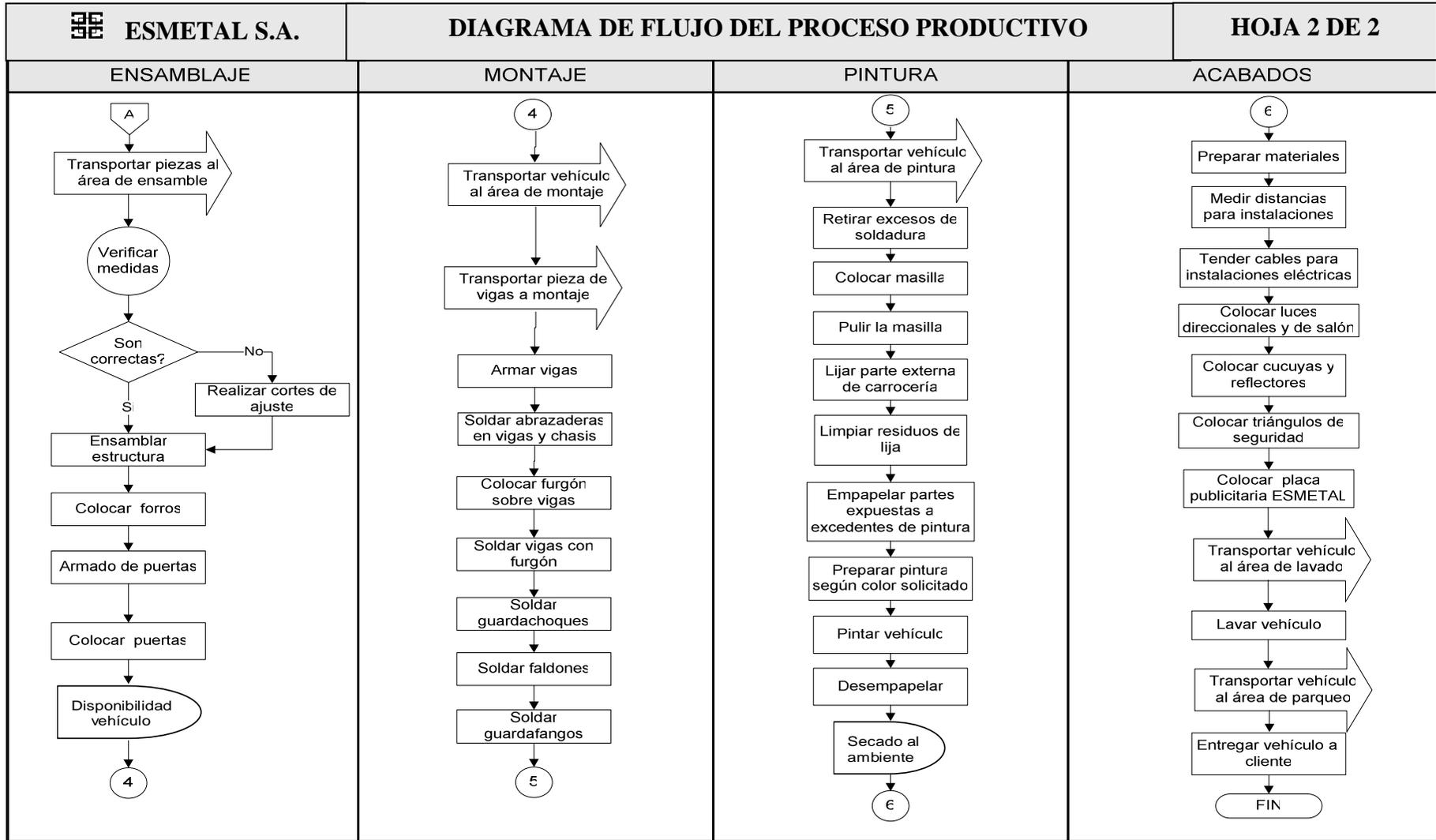


FIGURA 3.6: Diagrama de Flujo del Proceso Productivo (Hoja 2)

3.4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL DE ESMETAL

Para una acción de mejoramiento es necesario realizar un diagnóstico organizacional en base a datos reales y fiables que permiten visualizar de mejor manera y juzgar las condiciones en las que se desarrolla el proceso productivo.

Al analizar el proceso productivo de ESMETAL S.A., se puede conocer el aporte del recurso humano dentro de la organización así como las actividades que agregan y no agregan valor, aquellas que causan problemas de calidad y crean tiempos de retraso en la entrega del producto al cliente, etc.

Posteriormente, con las Herramientas de Gestión de la calidad se pretende conocer el origen de los inconvenientes en la fabricación para buscar las técnicas más apropiadas que propone el sistema de Producción Esbelta y mediante estas, convertirlas en oportunidades para mejorar en calidad y tiempo.

3.4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

La familiarización del proceso productivo de ESMETAL S.A., permite el reconocimiento general de las actividades y el lenguaje técnico usado por los operarios en la elaboración de las diferentes carrocerías.

Posteriormente y de acuerdo a la metodología del sistema de Producción Esbelta se agrupa los productos de acuerdo a su flujo de valor formando familias de estos, en base a requisitos y características comunes.

Dentro de esta empresa se ha logrado identificar las siguientes familias detalladas en el *Cuadro 3.4.*

| FAMILIAS DE PRODUCTOS EN ESMETAL S.A. | | |
|--|--|--|
| FAMILIAS | MIEMBROS | CARACTERÍSTICAS |
| Familia 1 "Furgones" | <ul style="list-style-type: none"> - Furgones Normales - Furgones Isotérmicos - Furgones Ferreteros - Furgones de Taller | Diferentes modelos, dimensiones, tipo de materia prima, volumen de carga y para toda marca de chasis. |
| Familia 2 "Casetas" | <ul style="list-style-type: none"> - Caseta de cabina simple - Caseta todo tipo de carga | Diferentes modelos, dimensiones, tipo de materia prima, volumen de carga y para toda marca de camioneta |
| Familia 3 "Plataformas" | <ul style="list-style-type: none"> - Plataforma para carga de material de construcción - Cajón tipo caravana para diversas cargas. - Plataforma todo terreno | Diferentes modelos, dimensiones, tipo de materia prima, volumen de carga y para toda marca de chasis |
| Familia 4 "Carrocerías Especiales" | <ul style="list-style-type: none"> - Remolques - Carrocería EEQ - Carrocerías usadas para transmisiones - Dispensarios Médicos - Cocinas Móviles | Carrocerías realizadas bajo pedido, por sus características consideradas especiales para usos determinados. |
| Familia 5 "Campers" | <ul style="list-style-type: none"> - Campers petroleros - Campers oficinas - Campers dormitorios | Aire acondicionado, infraestructura para servicios básicos, divisiones. |
| Familia 6 "Carpintería Metálica" | <ul style="list-style-type: none"> - Contenedores de basura tipo EMASEO - Contenedores de basura tipo QUITO LIMPIO - Puertas especiales - Canales para uso en invernaderos - Servicios varios | Estructuras y servicios realizadas bajo pedido, por sus características consideradas especiales para usos determinados |

CUADRO 3.4: Familia de Productos en ESMETAL S.A.

Para la elección del flujo de las familias de productos a ser analizadas se ha conjugados los siguientes criterios:

- Productos más demandados en el mercado
- Productos con mayor nivel de insatisfacción de los clientes con relación a puntualidad de entrega y calidad
- Productos con mayor nivel de complejidad para la fabricación

De acuerdo a datos históricos, observaciones realizadas y la experiencia de directivos y trabajadores, se ha seleccionado la familia 1 “Furgones”, familia 2 “Casetas” y familia 4 “Carrocerías Especiales”, que corresponde a la casi toda producción anual.

La familia “Furgones”, es el líder en número de unidades requeridas, por lo que son fabricados masivamente y en los que se puede observar retrasos en entregas y fallas de calidad.

La familia “Casetas” responde a una gran demanda en el mercado, es considerada como un producto estrella dentro de la empresa por que se optimiza materia prima en su elaboración debido a sus dimensiones y en lo que ocasionalmente se evidencian demoras en la entrega y problemas de calidad.

La familia “Carrocerías Especiales”, al ser exclusivamente para usos determinados requiere un diseño preestablecido, lo que otorga un nivel de complejidad en su entendimiento y fabricación; cabe mencionar que estas carrocería no son frecuentemente pedidas y la empresa no guarda registros de bosquejos con lo que los operarios tienden a olvidar su modo de construcción, ocasionando reprocesos y prórrogas en la entrega del producto al cliente.

El paso siguiente consiste en recolectar datos por medio de la observación directa sobre el tiempo de ciclo de cada familia, para lo cual se han diseñado formularios de acuerdo a las necesidades de información que incluyen número (N°), especificación de la actividad, número de operarios (OP), una columna para observaciones del proceso donde en ocasiones se registran las actividades paralelas (AP) que realizan los operarios dentro de un mismo proceso, y otra para el análisis de las actividades que agregan valor (AV), a las

mismas que se les ha marcado (X). También se han identificado las esperas (E) dentro del proceso y actividades que no se acumulan al total (-) como son los recesos y almuerzos.

El formulario para la *Toma de Tiempos* del proceso productivo de ESMETAL S.A. (*Anexo I*) contiene datos sobre la sección, el proceso, además consta el código del cliente, es decir, el producto que va a ser sujeto de observación y la marca del chasis.

De acuerdo a metodología planteada por el Sistema de Producción Esbelta para el análisis de actividades que no agregan propone elegir al producto más representativo de cada familia y seguirlo a lo largo de todo el proceso fabril anotando y considerando tiempos de cada cosa que le sucede, cada sitio a donde va, cada vez que espera, cada mano que le toca hasta que el artículo terminado sea entregado al cliente; dejando de lado las barreras departamentales, identificando todo lo que causa desperdicios, errores, atrasos e interrupciones y cuestionando todas las prácticas y herramientas de trabajo que utilizan.

Para el registro de tiempos y el ritmo de trabajo de una actividad específica bajo condiciones determinadas, se ha utilizado un cronómetro que es un dispositivo de que determina el tiempo exacto que se emplea en una tarea.

De los dos métodos básicos para el estudio de tiempos: el continuo y el de regresos a cero, se ha empleado este último, pues muestra realmente el tiempo empleado en cada actividad; en el cual “el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio”³².

Dentro del formulario se tiene una columna en la que se registra la duración de cada actividad (TIEMPO) y en otra donde consta el tiempo acumulado del proceso (T. ACUM). Como datos adicionales se halla la fecha y hora de inicio en las que se registraron las actividades y se ha designado un espacio para comentarios que se originen.

³² <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposymovimientos.htm>

Al iniciar otro proceso, la toma de tiempos se la registra en una nueva hoja. En ocasiones se realizan actividades paralelas, para lo cual estos formularios están plenamente identificados.

Los nombres utilizados para cada operación, fueron sustraídos del lenguaje utilizado en planta y de esta forma reconocidos a la hora de realizar el cronometraje en el lugar de trabajo.

3.4.1.1. Análisis del valor agregado en las familias de productos

El análisis del valor agregado es una herramienta importante para saber que actividades que se realizan durante el proceso de producción agregan o no valor.

Una vez elaborada esta lista de actividades para cada familia de productos, se debe analizar si cada una de estas agrega valor directamente al producto, es decir si un artículo sufre cambios físico de acuerdo a los requerimientos y si se está realizando bien desde la primera vez.

Por otra parte, las actividades que no agregan valor pueden clasificarse en esenciales y no esenciales. Las primeras no agregan valor a los ojos del cliente, pero son esenciales porque si no se ejecutan no se puede desarrollar el proceso; las segundas no añaden valor ni al cliente ni a proceso, actividades tales como almacenar, esperar, chequear y reprocesar y se convierte en candidata a ser eliminada del proceso mediante las técnicas de Producción Esbelta.

3.4.1.1.1. Familia 1: “Furgones”

Para el análisis de la familia 1 se ha considerado el producto más típico de comercialización, cuyo caso es furgón estándar (sin aislamiento térmico) de 4500mm de largo, 2150mm de ancho y 2150mm de alto para chasis Hino Dutro identificado como F4500.

Se ha hecho el seguimiento del mismo, detallando todas las actividades realizadas por los operarios con sus respectivos tiempos y observaciones, los mismos que se están detallados en el *Anexo 7*, además se ha elaborado un Mapa en función del tiempo para la fabricación del Furgón (F4500) el cual se muestra en la siguiente figura:

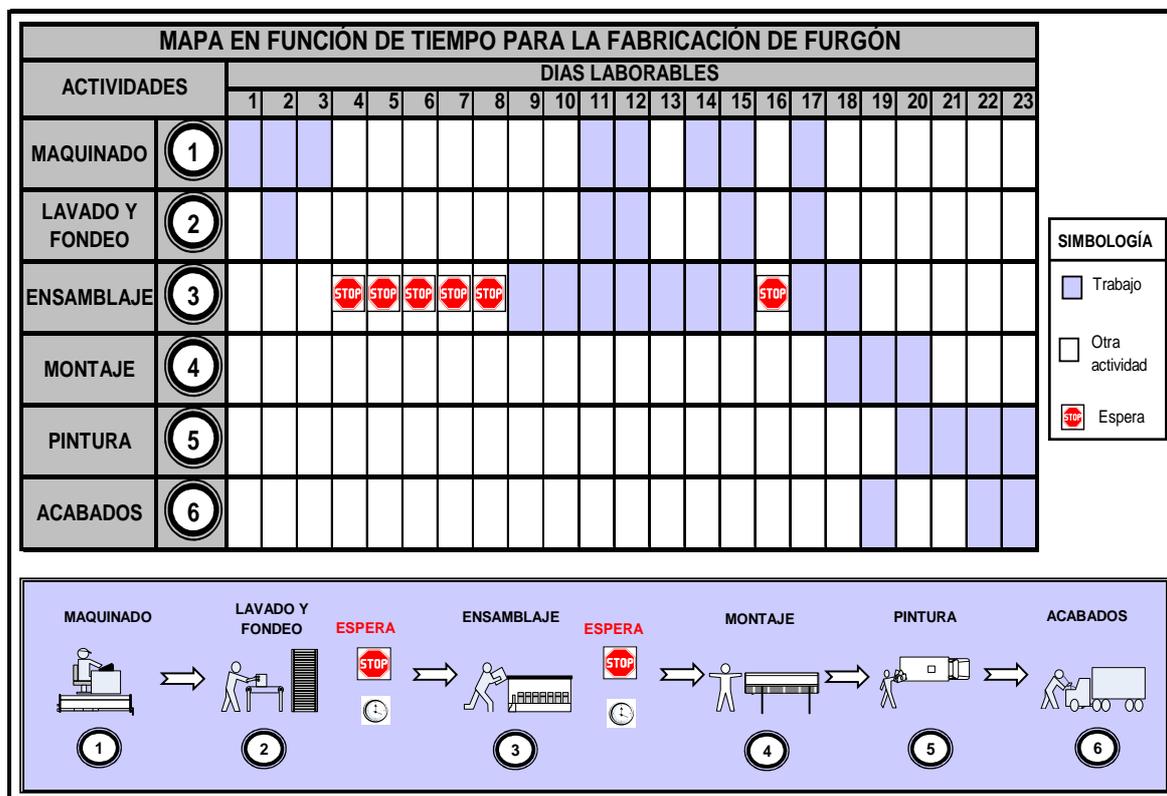


FIGURA 3.7: Mapa en función de tiempo para la fabricación de Furgón

PRODUCTO 1:

El proceso de elaboración del F4500 (Producto 1) se desarrolló en 23 días laborales (7:30 a 15:30) además de considerar horas extras y sábados hasta medio día.

En primera instancia el área administrativa ejecuta varios pasos en donde están contemplados: la cotización, la negociación y la elaboración de la nota de pedido, luego se emite una orden de producción la misma que es entregada al jefe de la sección de maquinado que verifica la existencia de los materiales necesarios y da inicio al proceso productivo.

Cabe mencionar que cada día ocupan cierto tiempo en la fabricación de este producto, es decir el tiempo restante es utilizado en otros trabajos, a continuación se resumen los procesos realizados por día:

DÍA 1.- Maquinado: corte de planchas de acero en Guillotina 1, realizado entre 2 operarios.

DÍA 2.- Maquinado: doblado de planchas en Plegadora 1 y 2 formando piezas para pisos y postes, realizado entre 2 operarios.

Lavado y fondeo: 1 operario lava y enjuaga dichas piezas.

DÍA 3.- Maquinado: corte de planchas de acero en Guillotina 1 y doblado de planchas en Plegadora 1 hasta conformar pieza para techo, realizadas por 2 operarios.

Paralela a esta actividad 1 operario de la Sección de Lavado, fondea piezas dejadas el día anterior.

DÍA 4.- Piezas en espera

DÍA 5.- Piezas en espera

DÍA 6.- Piezas en espera

DÍA 7.- Piezas en espera

DÍA 8.- Piezas en espera

DÍA 9.- Ensamblaje: armado de piso de furgón y colocación de postes proceso realizado por 2 operarios.



DÍA 10.- Ensamblaje: armado de techo de furgón realizado por 2 operarios.



DÍA 11.- Ensamblaje: colocación de techo y refuerzos con postes, y armado de estructura de furgón efectuado por 2 operarios. A la par 2 operarios de Maquinado cortan y doblan piezas para puertas, que posteriormente son Lavadas y Fondeadas por 1 operario.



DÍA 12.- Ensamblaje: refuerzan estructura de furgón y armado puerta lateral y posteriores por 2 operarios. A la vez 2 operarios de Maquinado prepara forros de furgón que luego pasan a lavado y fondeo, actividad ejecutada por 1 operario.

DÍA 13.- Ensamblaje: colocación de puertas, 2 operarios.

DÍA 14.- Ensamblaje: colocación de picaportes y seguros en puertas, 2 operarios.
Al mismo tiempo en Maquinado 2 operarios cortan y pliegan piezas para guarda choques, guardafangos, faldones y perfiles de choque.

DÍA 15.- Ensamblaje: colocación forros y refuerzos con postes, y armado de estructura de furgón efectuado por 2 operarios.
A la par 2 operarios de Maquinado cortan y doblan piezas para puertas, que posteriormente son lavadas y fondeadas por 1 operario.

DÍA 16.- Piezas en espera

DÍA 17.- Ensamblaje: 3 operarios continúan colocando forros.
Paralelamente 2 operarios de Maquinado cortan y doblan piezas para vigas y sus respectivos refuerzos, que luego son lavadas y fondeadas por 1 operario.



DÍA 18.- Ensamblaje: 3 operarios remachan forros. A la par en la sección de Montaje 2 operarios colocan vigas en chasis, para lo cual el vehículo arribó el día 14.



DÍA 19.- Acabados: en la madrugada 1 operario (trabaja en este turno), realiza las instalaciones eléctricas en furgón.

Montaje: en el horario normal de trabajo 3 operarios montan el furgón sobre chasis y colocan faldones, guarda choques y guardafangos.



DÍA 20.- Montaje: colocación de perfiles de choque en parte interna de furgón y refuerzo de seguros de puertas 2 operarios.

Pintura: después 3 operarios empiezan masillado y lijado.



DÍA 21.- Pintura: 3 operarios pulen masilla y dejan listo para pintura.



DÍA 22.- Pintura: entre 2 operarios pintan furgón, después del secado 1 operario de la sección de Acabados coloca triángulos, reflectores y placa publicitaria de ESMETAL S.A.



DÍA 23.- Pintura: últimos detalles, 2 operarios colocan rejillas para protección de faros, lavan la cabina y llevan al área de parqueo para la entrega al cliente.



En base al *Anexo 7*, se ha elaborado el *Cuadro 3.5* que es un resumen de las horas trabajadas por día, determinando actividades generales y actividades realizadas paralelamente, donde consta la hora en la que inicia y termina cada proceso, es importante recalcar que no se considera los tiempos correspondientes a receso, almuerzo y lapsos de una sección a otra en los que no se trabaja en el furgón.

| RESUMEN DE HORAS TRABAJADAS POR DÍA EN FURGÓN | | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------------|----------|---------|----------|-----------------------|----------|---------|---------|------------------|
| Días | | Actividades Generales | | | | Actividades Paralelas | | | | TIEMPO |
| Calend | Labor. | Desde | Hasta | No acum | Total | Desde | Hasta | No acum | Total | TRABAJADO |
| 01-Mar | 1 | 10:55:00 | 11:38:00 | 0:00:00 | 0:43:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:43:00 |
| 02-Mar | 2 | 11:36:00 | 17:59:00 | 0:30:00 | 5:53:00 | 14:40:00 | 16:20:00 | 0:00:00 | 1:40:00 | 7:33:00 |
| 03-Mar | 3 | 7:06:00 | 13:35:00 | 0:55:00 | 5:34:00 | 7:09:00 | 8:36:00 | 0:30:00 | 0:57:00 | 6:31:00 |
| 04-Mar | 4 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 06-Mar | 5 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 07-Mar | 6 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 08-Mar | 7 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 09-Mar | 8 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 10-Mar | 9 | 13:00:00 | 17:30:00 | 0:00:00 | 4:30:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 4:30:00 |
| 11-Mar | 10 | 9:05:00 | 12:00:00 | 0:05:00 | 2:50:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 2:50:00 |
| 13-Mar | 11 | 7:12:00 | 17:28:00 | 0:35:00 | 9:41:00 | 8:40:00 | 14:41:00 | 0:42:00 | 5:19:00 | 15:00:00 |
| 14-Mar | 12 | 7:15:00 | 16:23:00 | 0:35:00 | 8:33:00 | 12:47:00 | 15:12:00 | 0:35:00 | 1:50:00 | 10:23:00 |
| 15-Mar | 13 | 13:04:00 | 15:36:00 | 0:00:00 | 2:32:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 2:32:00 |
| 16-Mar | 14 | 9:00:00 | 13:36:00 | 0:54:00 | 3:42:00 | 10:53:00 | 11:34:00 | 0:00:00 | 0:41:00 | 4:23:00 |
| 17-Mar | 15 | 9:57:00 | 12:43:00 | 0:35:00 | 2:11:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 2:11:00 |
| 18-Mar | 16 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 20-Mar | 17 | 7:46:00 | 17:45:00 | 0:35:00 | 9:24:00 | 12:30:00 | 16:19:00 | 0:00:00 | 3:49:00 | 13:13:00 |
| 21-Mar | 18 | 7:05:00 | 17:30:00 | 0:35:00 | 9:50:00 | 14:42:00 | 17:27:00 | 0:35:00 | 2:10:00 | 12:00:00 |
| 22-Mar | 19 | 0:03:00 | 20:23:00 | 4:37:00 | 15:43:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 15:43:00 |
| 23-Mar | 20 | 7:12:00 | 18:22:00 | 6:45:00 | 4:25:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 4:25:00 |
| 24-Mar | 21 | 7:11:00 | 17:58:00 | 0:35:00 | 10:12:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 10:12:00 |
| 25-Mar | 22 | 7:10:00 | 16:20:00 | 5:40:00 | 3:30:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 3:30:00 |
| 27-Mar | 23 | 7:09:00 | 10:54:00 | 0:00:00 | 5:03:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 5:03:00 |
| TOTAL | | 104:16:00 | | | | 16:26:00 | | | | 120:42:00 |

CUADRO 3.5: Resumen de las horas trabajadas por día en furgón

Se puede observar (Figura 3.8) la proporción de tiempo trabajado diariamente en el proceso de fabricación, donde inclusive hay días en los que no se realiza ninguna actividad, con lo que las piezas quedan en espera lo que ocasiona que se prolongue el tiempo de entrega al cliente.

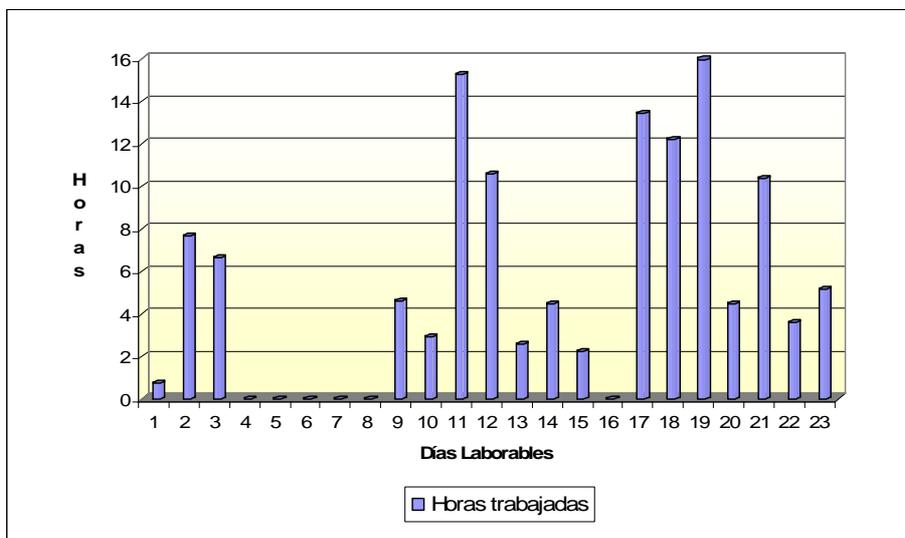


FIGURA 3.8: Resumen de Horas trabajadas por día en furgón (Producto 1)

Para la elaboración del F4500 se han empleado 120 horas con 42 minutos distribuidos en 731 actividades generales y 331 actividades realizadas paralelamente, lo que da un total de 1062.

Mediante el análisis de valor agregado se tiene los siguientes resultados:

| ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DE F4500 | | |
|--|-------------|-------------|
| Detalle | Nº | % |
| Agregan valor | 722 | 68% |
| No agregan valor | 296 | 28% |
| Esperas | 44 | 4% |
| TOTAL | 1062 | 100% |

CUADRO 3.6: Actividades para la elaboración de F4500 (Producto 1)

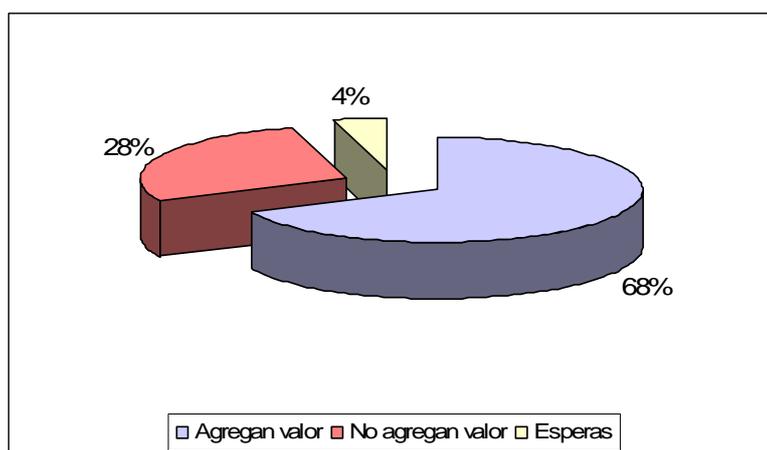


FIGURA 3.9: Actividades para la elaboración de F4500 (Producto 1)

PRODUCTO 2:

En el caso de la fabricación de un furgón con aislamiento térmico F4500-IP, la metodología de producción es la misma en las secciones de Maquinado, Lavado y Fondeo, Ensamblaje y Montaje, a partir de este proceso se deben incluir 2 días adicionales para todas las actividades que implican la Inyección de Poliuretano, posteriormente se continúa normalmente con los procesos de Pintura y Acabados.

El espacio de inyección de poliuretano promedio es de 6cm y debe ir cubierto por forros internos, el detalle de las actividades de este proceso especial constan en el *Anexo 8*.

A continuación se resumen los procesos realizados por día:

DÍA 1.- Montaje: 1 operario designado inyecta poliuretano en las paredes internas y puertas del furgón.



Posteriormente 3 operarios cortan excesos de este. Maquinado: paralelo a este proceso 2 operarios cortan y pliegan planchas para el forraje interno de furgón.



DÍA 2.- Montaje: 3 operarios colocan forros al interior de furgón.



En la inyección de poliuretano se han empleado 54 actividades generales y 33 actividades paralelas, empleando 17 horas con 54 minutos, mediante el análisis de valor agregado en este proceso adicional se tiene:

| ACTIVIDADES PARA LA INYECCIÓN DE POLIURETANO | | |
|--|-----------|-------------|
| Detalle | Nº | % |
| Agregan valor | 43 | 49% |
| No agregan valor | 44 | 51% |
| Esperas | 0 | 0% |
| TOTAL | 87 | 100% |

CUADRO 3.7: Actividades para la inyección de poliuretano

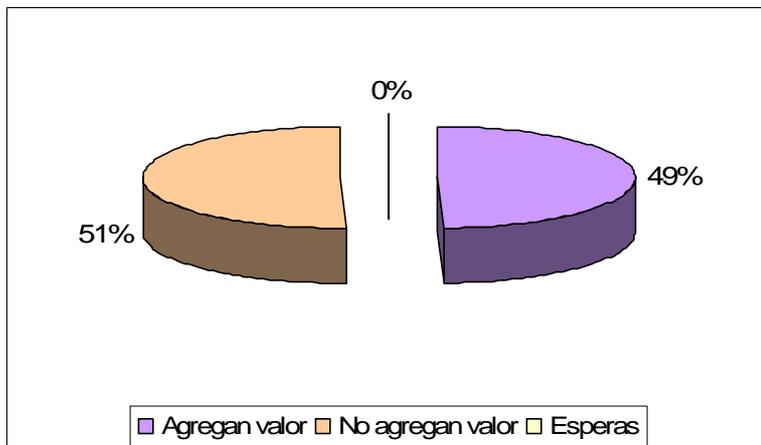


FIGURA 3.10: Actividades para la inyección de poliuretano

3.4.1.1.2. Familia 2: “Casetas”

El producto que representa la generalidad de la Familia 2 por ser el más comercializado es la Caseta para Chasis Mazda de 2340mm de largo, 1540mm de ancho y 1150mm de alto, el modelo incluye una visera de 650mm x 540mm. Por lo general los clientes solicitan el forraje interno de la misma que suele ser de madera.

La sección de Montaje (Ensamblaje 3) es la responsable del armado de las estructuras de todas las casetas que se requieren.

En el *Anexo 9*, se puede observar el detalle de todas las actividades y el número de operarios necesarios para la elaboración de la caseta identificada como CST2340.

La caseta fue ensamblada en 14 días laborales (7:30 a 15:30) además de considerar horas extras y sábados hasta medio día. Después de haberse cumplido todos los procesos requeridos en el área de administración se resumen el trabajo ejecutado por día:

DÍA 1.- Maquinado: corte y doblado de planchas de acero hasta conformar las piezas correspondientes a la estructura de la caseta, realizado entre 2 operarios. Luego estas han sido lavadas y fondeadas por 1 operario.

DÍA 2.- Piezas en espera

DÍA 3.- Piezas en espera

DÍA 4.- Piezas en espera

DÍA 5.- Ensamblaje (Montaje): 2 operarios inician el armado de la estructura de la caseta. Paralelo a esta actividad 2 operarios de Maquinado, cortan y pliegan las piezas asignadas para forros que luego serán lavadas y fondeadas por el responsable.



DÍA 6.- Ensamblaje (Montaje): 2 operarios continúan ensamblando la estructura de caseta e inician la colocación de forros. Arriba camioneta para montaje.



DÍA 7.- 3 operarios de la sección de Ensamblaje (Montaje) remachan los forros. Se pinta además parte delantera de caseta.

DÍA 8.- Proceso en espera

DÍA 9.- Proceso en espera

DÍA 10.-El balde la camioneta es preparado para el montaje de la caseta sobre él, por 3 operarios de la sección de Ensamblaje

DÍA 11.-La caseta es fijada sobre el balde la camioneta por 2 operarios de Ensamblaje, paralelo a esta actividad 2 Operarios de Maquinado, doblan y cortan las piezas para puertas, que posteriormente pasan al área de Lavado y Fondeo.

DÍA 12.- Colocación de puertas en caseta por 2 operarios de Ensamblaje, además Pintura:
1 operario inicia lijado.



DÍA 13.- Acabados: 1 operario realiza instalaciones eléctricas en la madrugada, luego en horario normal, 1 operario de la sección de Pintura pinta la carrocería.



DÍA 14.- Acabados: 1 operario nuevamente en la madrugada coloca triángulos, reflectantes y placa publicitaria.

En la mañana 2 operarios de Ensamblaje colocan forros internos de madera. El vehículo es entregado al cliente.



Considerado la metodología empleada para el análisis del F4500, se ha desarrollado el *Cuadro 3.8*, el mismo que resume las actividades y el tiempo empleado que se encuentra registrado en el *Anexo 9*

| RESUMEN DE HORAS TRABAJADAS POR DÍA EN CASETA | | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------------|----------|---------|----------|-----------------------|----------|---------|---------|-----------------|
| Días | | Actividades Generales | | | | Actividades Paralelas | | | | TIEMPO |
| Calend | Labor. | Desde | Hasta | No acum | Total | Desde | Hasta | No acum | Total | TRABAJADO |
| 24-Feb | 1 | 9:12:00 | 13:40:00 | 0:35:00 | 3:53:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 3:53:00 |
| 25-Feb | 2 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 27-Feb | 3 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 28-Feb | 4 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 01-Mar | 5 | 8:53:00 | 16:50:00 | 0:35:00 | 7:22:00 | 10:51:00 | 15:00:00 | 0:30:00 | 3:39:00 | 11:01:00 |
| 02-Mar | 6 | 7:26:00 | 17:56:00 | 0:35:00 | 9:55:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 9:55:00 |
| 03-Mar | 7 | 7:21:00 | 13:23:00 | 0:35:00 | 5:27:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 5:27:00 |
| 04-Mar | 8 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 06-Mar | 9 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 07-Mar | 10 | 14:57:00 | 17:21:00 | 0:00:00 | 2:24:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 2:24:00 |
| 08-Mar | 11 | 9:31:00 | 16:07:00 | 0:35:00 | 6:01:00 | 13:33:00 | 15:08:00 | 0:00:00 | 1:35:00 | 7:36:00 |
| 09-Mar | 12 | 8:07:00 | 14:43:00 | 0:05:00 | 6:31:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 6:31:00 |
| 10-Mar | 13 | 0:15:00 | 17:29:00 | 4:39:00 | 12:35:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 12:35:00 |
| 11-Mar | 14 | 0:32:00 | 11:13:00 | 5:57:00 | 4:44:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 4:44:00 |
| TOTAL | | 58:52:00 | | | | 5:14:00 | | | | 64:06:00 |

CUADRO 3.8: Resumen de las horas trabajadas por día en caseta

Se observa que para la fabricación de las casetas se emplea menos días laborales, además que durante cada día hay más horas asignadas para este trabajo.

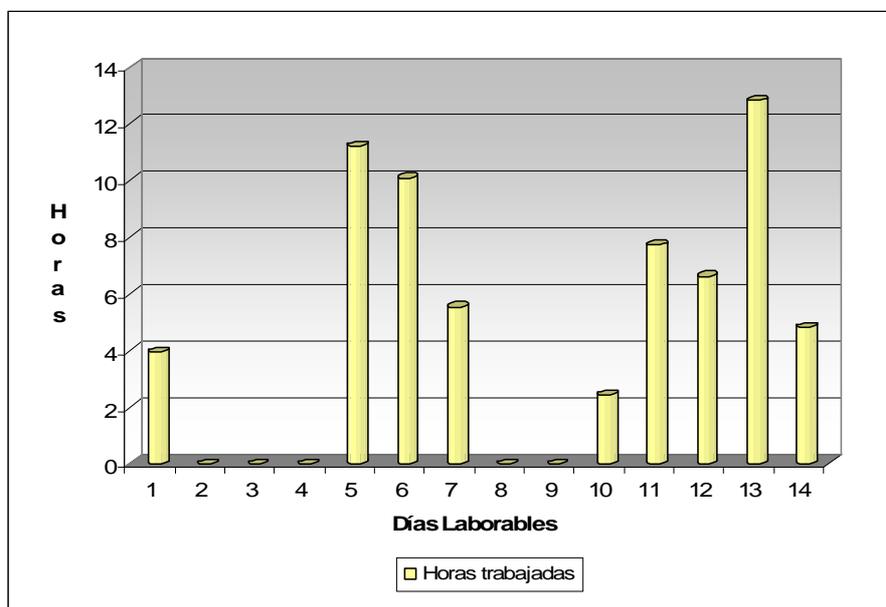


FIGURA 3.11: Resumen de las horas trabajadas por día en caseta

Se han empleado 64 horas con 56 minutos repartidas en 635 actividades generales y 130 actividades realizadas paralelamente dando un total de 765. Al analizar si las actividades añaden o no valor se ha obtenido lo siguiente:

| ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DE CST2340 | | |
|--|------------|-------------|
| Detalle | Nº | % |
| Agregan valor | 480 | 62,7% |
| No agregan valor | 258 | 33,7% |
| Esperas | 27 | 3,5% |
| TOTAL | 765 | 100% |

CUADRO 3.9: Actividades para la elaboración de CST2340

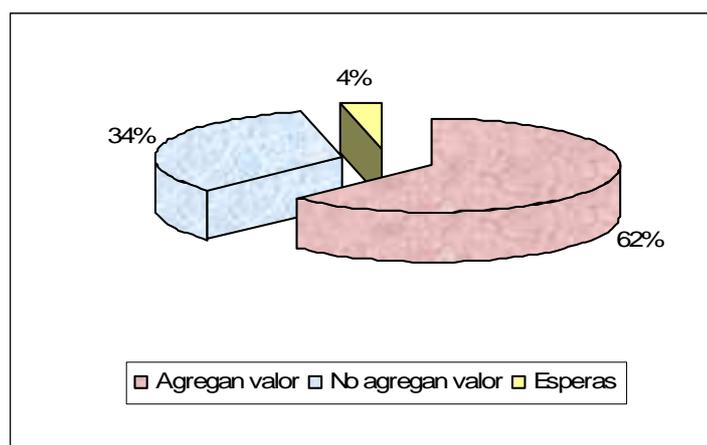


FIGURA 3.12: Actividades para la elaboración de CST2340

3.4.1.1.3. Familia 4: “Carrocerías Especiales”

Este tipo de carrocerías son para usos específicos, están sujetas a diseños proporcionados por el cliente que lo solicita y su elaboración requiere de tiempo y acabados especiales.

Para seleccionar al producto más representativo de esta familia se debe considerar la complejidad que demanda el diseño y elaboración de este tipo de carrocerías y los pasos que implica su fabricación. Por lo que se ha escogido a la CE-EEQ, carrocería solicitada por la Empresa Eléctrica Quito, para chasis Hino Dutro de 4500mm de largo, 2400 mm de ancho y 1200mm de alto usada para la revisión del flujo de energía eléctrica.

En el *Anexo 10* se puede observar el detalle de las actividades y tiempos necesarios para la realización de este tipo de carrocerías, que implicó 61 días laborables.

DÍA 1.- Maquinado: 2 operarios cortaron y plegaron planchas de acero que posteriormente fueron lavadas y fondeadas por 2 operarios.



DÍA 2.- Maquinado: 2 operarios realizan corte y plegado de planchas para conformar vigas, luego 1 operario las lava y fondea.

DÍA 3.- Corte y Plegado de planchas de acero por 2 operarios de Maquinado, piezas que posteriormente pasan a ser lavadas y fondeadas.

DÍA 4.- Piezas en espera

DÍA 5.- Piezas en espera

DÍA 6.- Piezas en espera

DÍA 7.- Piezas en espera

DÍA 8.- 2 operarios de maquinado elaboran piezas que posteriormente son lavadas y fondeadas por 2 operarios de esta sección.



DÍA 9.- Piezas en espera.

DÍA 10.- Piezas en espera.

DÍA 11.- Piezas en espera.

DÍA 12.- Piezas en espera.

DÍA 13.- Ensamblaje: 2 operarios inician armado de estructura.

DÍA 14.- Ensamblaje: continúan armado estructura, paralelo a esto 2 operarios cortan y doblan piezas que luego pasan a ser lavadas y fondeadas por 1 operario.



DÍA 15.- Piezas en espera.

DÍA 16.- Ensamblaje: 2 operarios siguen armado estructura de carrocería.

DÍA 17.- Maquinado: 2 operarios cortan y doblan piezas que son lavadas y fondeadas por 1 operario posteriormente.

DÍA 18.- En la sección de Maquinado 2 operarios cortan y doblan piezas para que luego 1 operario las lave y fondee.

DÍA 19.- Ensamblaje: 2 operarios colocan tapas en carrocería.



DÍA 20.- Maquinado: corte y plegado de piezas (2 operarios), Lavado y FONDEO 1 operario.

DÍA 21.- Ensamblaje: 2 operarios arman estructura de carrocería, luego en Maquinado: corte y plegado de piezas (2 operarios), Lavado y FONDEO 1 operario.

DÍA 22.- Ensamblaje: 2 operarios colocan puertas pequeñas en costados de carrocería.

DÍA 23.- Corte y plegado de piezas por 2 operarios que inmediatamente son lavadas y fondeadas por 1 operario.

Posteriormente 2 operarios de ensamblaje continúan la colocación de puertas.

DÍA 24.- Maquinado: 2 operarios cortan y doblan piezas, luego 1 operario las lava y fondea. Arriba vehículo.

DÍA 25.- Ensamblaje: 2 operarios colocan bisagras.

DÍA 26.- Ensamblaje: 2 operarios arman puertas.

DÍA 27.- Continúa Ensamblaje: 2 operarios arman puertas.

DÍA 28.- Colocación de puertas en carrocerías, 2 operarios de Ensamblaje.

DÍA 29.- Ensamblaje: 4 personas acoplan carrocería en chasis de vehículo.



DÍA 30.- Prosigue con la colocación de puertas en carrocerías, 2 operarios de Ensamblaje.

DÍA 31.- 2 operarios de Ensamblaje remachan puertas de carrocería.

DÍA 32.- Ensamblaje: 2 operarios arman estructura de cubre cabina.



DÍA 33.- Ensamblaje: 2 operarios colocan accesorios en carrocería.

DÍA 34.- Piezas en espera.

DÍA 35.- Ensamblaje: 2 operarios remachan accesorios en carrocería.

DÍA 36.- Piezas en espera.

DÍA 37.- Piezas en espera.

DÍA 38.- Piezas en espera.

DÍA 39.- Piezas en espera. (Inicia feriado de Semana Santa).

DÍA 40.- Pintura: 1 operario lija carrocería.

DÍA 41.- Pintura: 1 operario fondea toda la carrocería.



DÍA 42.- 1 operario pinta carrocería.



DÍA 43.- Acabados: 1 operario realiza instalaciones eléctricas y coloca triángulos y placa publicitaria.



DÍA 44.- Piezas en espera. Tramite de importación de chapas para puertas

DÍA 45.- Piezas en espera.

DÍA 46.- Piezas en espera.

DÍA 47.- Piezas en espera.

DÍA 48.- Piezas en espera.

DÍA 49.- Piezas en espera.

DÍA 50.- Piezas en espera.

DÍA 51.- Piezas en espera.

DÍA 52.- Piezas en espera.

DÍA 53.- Piezas en espera.

DÍA 54.- Piezas en espera.

DÍA 55.- Piezas en espera.

DÍA 56.- Piezas en espera.

DÍA 57.- Piezas en espera.

DÍA 58.- Piezas en espera.

DÍA 59.- Piezas en espera.

DÍA 60.- Piezas en espera.

DÍA 61.- Ensamblaje: 2 operarios colocan chapas, entrega del vehículo al cliente



Considerando la metodología empleada para el análisis de las familias anteriores se ha desarrollado el *Cuadro 3.10* en el que se puede observar que hay innumerables días en los que no se realiza ningún tipo de actividad lo que prolonga el tiempo de entrega al cliente. En base al *Anexo 10*

| RESUMEN DE HORAS TRABAJADAS POR DÍA EN CARROCERÍA ESPECIAL | | | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------|----------|---------|---------|-----------------------|----------|---------|---------|------------------|
| Días | | Actividades Generales | | | | Actividades Paralelas | | | | TIEMPO TRABAJ |
| Calend | Labor. | Desde | Hasta | No acum | Total | Desde | Hasta | No acum | Total | |
| 27-Feb | 1 | 7:20:00 | 17:30:00 | 0:45:00 | 9:25:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 9:25:00 |
| 28-Feb | 2 | 7:11:00 | 13:48:00 | 0:35:00 | 6:02:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 6:02:00 |
| 01-Mar | 3 | 7:57:00 | 9:16:00 | 0:00:00 | 1:19:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 1:19:00 |
| 02-Mar | 4 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 03-Mar | 5 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 04-Mar | 6 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 06-Mar | 7 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 07-Mar | 8 | 11:28:00 | 17:20:00 | 0:30:00 | 5:22:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 5:22:00 |
| 08-Mar | 9 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 09-Mar | 10 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 10-Mar | 11 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 11-Mar | 12 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 13-Mar | 13 | 8:03:00 | 17:13:00 | 0:35:00 | 8:35:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 8:35:00 |
| 14-Mar | 14 | 10:34:00 | 16:51:00 | 0:30:00 | 5:47:00 | 14:48:00 | 16:25:00 | 0:00:00 | 1:37:00 | 7:24:00 |
| 15-Mar | 15 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 16-Mar | 16 | 7:31:00 | 10:18:00 | 0:00:00 | 2:47:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 2:47:00 |
| 17-Mar | 17 | 14:23:00 | 16:24:00 | 0:00:00 | 2:01:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 2:01:00 |
| 18-Mar | 18 | 8:23:00 | 11:14:00 | 0:05:00 | 2:46:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 2:46:00 |
| 20-Mar | 19 | 9:11:00 | 11:48:00 | 0:05:00 | 2:32:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 2:32:00 |
| 21-Mar | 20 | 11:28:00 | 16:57:00 | 0:30:00 | 4:59:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 4:59:00 |
| 22-Mar | 21 | 9:20:00 | 14:05:00 | 0:35:00 | 4:10:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 4:10:00 |
| 23-Mar | 22 | 7:30:00 | 14:16:00 | 0:35:00 | 6:11:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 6:11:00 |
| 24-Mar | 23 | 7:05:00 | 16:56:00 | 0:35:00 | 9:16:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 9:16:00 |
| 25-Mar | 24 | 8:43:00 | 12:00:00 | 0:05:00 | 3:12:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 3:12:00 |
| 27-Mar | 25 | 8:01:00 | 16:58:00 | 0:35:00 | 8:22:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 8:22:00 |
| 28-Mar | 26 | 8:11:00 | 13:47:00 | 0:35:00 | 5:01:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 5:01:00 |
| 29-Mar | 27 | 7:20:00 | 17:00:00 | 0:35:00 | 9:05:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 9:05:00 |
| 30-Mar | 28 | 9:15:00 | 17:07:00 | 0:35:00 | 7:17:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 7:17:00 |
| 31-Mar | 29 | 14:10:00 | 17:03:00 | 0:00:00 | 2:53:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 2:53:00 |
| 01-Abr | 30 | 7:20:00 | 12:00:00 | 0:05:00 | 4:35:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 4:35:00 |
| 03-Abr | 31 | 8:23:00 | 9:34:00 | 0:00:00 | 1:11:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 1:11:00 |
| 04-Abr | 32 | 10:25:00 | 15:36:00 | 0:30:00 | 4:41:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 4:41:00 |
| 05-Abr | 33 | 9:08:00 | 16:09:00 | 0:35:00 | 6:26:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 6:26:00 |
| 06-Abr | 34 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 07-Abr | 35 | 9:10:00 | 14:21:00 | 0:35:00 | 4:36:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 4:36:00 |
| 08-Abr | 36 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 10-Abr | 37 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 11-Abr | 38 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 12-Abr | 39 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 17-Abr | 40 | 11:52:00 | 15:46:00 | 0:30:00 | 3:24:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 3:24:00 |
| 18-Abr | 41 | 7:12:00 | 17:29:00 | 0:35:00 | 9:42:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 9:42:00 |
| 19-Abr | 42 | 7:10:00 | 10:27:00 | 0:05:00 | 3:12:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 3:12:00 |
| 20-Abr | 43 | 15:30:00 | 18:29:00 | 0:00:00 | 2:59:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 2:59:00 |
| 21-Abr | 44 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 22-Abr | 45 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 24-Abr | 46 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 25-Abr | 47 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 26-Abr | 48 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 27-Abr | 49 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 28-Abr | 50 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 29-Abr | 51 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 02-May | 52 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 03-May | 53 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 04-May | 54 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 05-May | 55 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 06-May | 56 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 08-May | 57 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 09-May | 58 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 10-May | 59 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 11-May | 60 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 12-May | 61 | 7:16:00 | 14:22:00 | 0:35:00 | 6:31:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 6:31:00 |
| TOTAL | | 154:19:00 | | | | 1:37:00 | | | | 155:56:00 |

CUADRO 3.10: Resumen de las horas trabajadas por día en Carrocerías Especiales

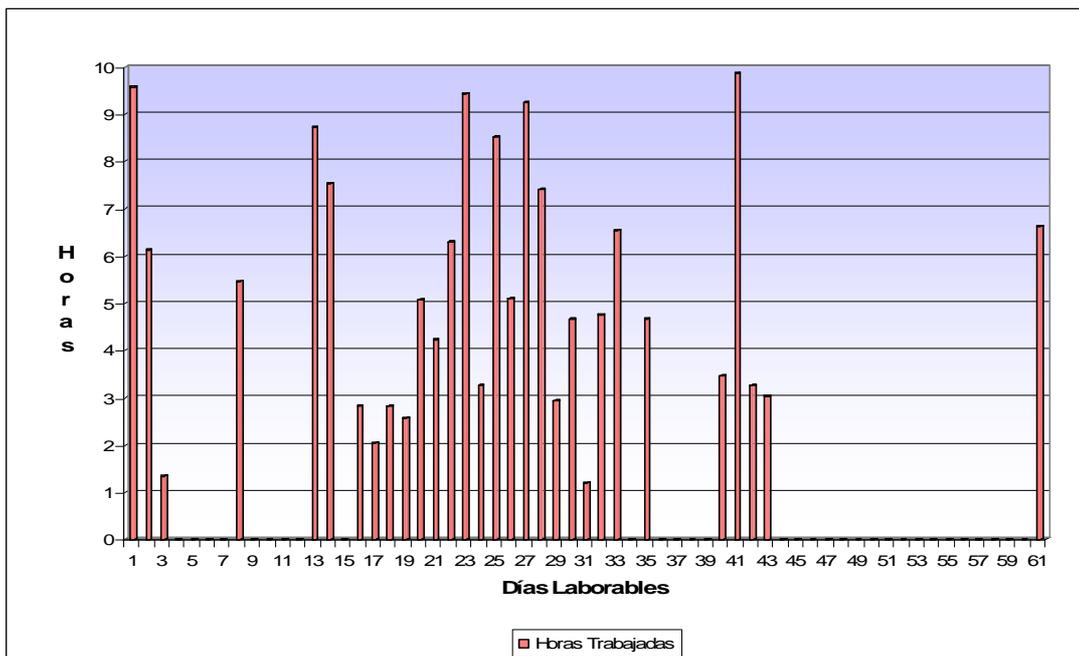


FIGURA 3.13: Resumen de las horas trabajadas por día en Carrocías Especiales

Se han utilizado 155 horas con 56 minutos distribuidos en 1312 actividades generales y 36 actividades paralelas lo que da un total de 1348. Al realizar el análisis del valor agregado se tiene los siguientes resultados:

| ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DE CE-EEQ | | |
|---|-------------|-------------|
| Detalle | Nº | % |
| Agregan valor | 846 | 62,8% |
| No agregan valor | 468 | 34,7% |
| Esperas | 34 | 2,5% |
| TOTAL | 1348 | 100% |

CUADRO 3.11: Actividades para la elaboración de CE-EEQ

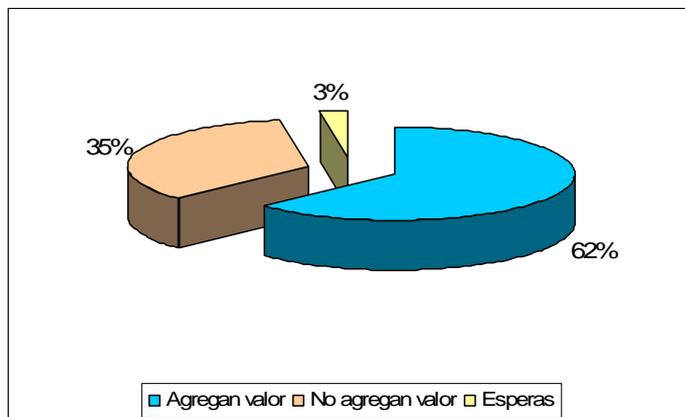


FIGURA 3.14: Actividades para la elaboración de CE-EEQ

Por otra parte, es importante observar que las actividades que agregan y no valor dentro del proceso productivo son repetitivas para cada uno de los productos de las diferentes familias por los métodos establecidos para la fabricación, lo que difiere es el número de horas que se emplean para elaborar cada uno de estos.

Para validar el comportamiento de los operarios a lo largo del proceso productivo se ha realizado una toma de tiempos adicional (*Anexo 11*) de otro furgón denominado F4500-V, de las mismas características del considerado en la familia 1 por ser este el es más demandado, del cual se puede obtener el siguiente cuadro comparativo:

| VALIDACIÓN DE DATOS | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| DETALLE | F4500 | F4500-V |
| | T.TIEMPO 1 | T.TIEMPO 2 |
| Actividades | | |
| Actividades Generales | 731 | 789 |
| Actividades Paralelas | 331 | 300 |
| Total | 1062 | 1089 |
| Tiempo | | |
| Actividades Generales | 104:16:00 | 102:44:00 |
| Actividades Paralelas | 16:26:00 | 16:12:00 |
| Total | 120:42:00 | 118:56:00 |
| Análisis de Actividades | | |
| Agregan valor | 68% | 67% |
| No agregan valor | 28% | 29% |
| Esperas | 4% | 4% |
| Días de Trabajo | | |
| Días Trabajados | 17 | 17 |
| Días de Espera | 6 | 5 |
| Total | 23 | 22 |

CUADRO 3.12: Validación de Datos

Los datos de la columna Toma de Tiempos 1, corresponde al analizado anteriormente en el *Cuadro 3.5*, y el de la columna Toma de Tiempos 2 pertenece a la nueva Toma de Tiempos.

Se puede observar que el número de actividades no varían de una manera considerable, al igual que el número de horas empleadas en actividades generales y paralelas.

Además se puede notar que porcentaje en actividades que agregan valor, no agregan valor y esperas son los mismos.

Respecto al total días trabajados se puede mencionar que en la nueva toma de tiempos se disminuye un día de espera, pero los días empleados en la fabricación del furgón son los mismos.

Por lo que de esta manera, se puede comprobar que para la elaboración de cualquier tipo de carrocería las condiciones, metodología y comportamiento de los operarios a los que están sujetos son estrechamente similares y carecen de variaciones considerables.

3.4.1.2. Observaciones Generales durante el Proceso Productivo

A lo largo del proceso productivo en las diferentes secciones se ha podido observar lo siguiente:

En la sección de Maquinado, los operarios deben cambiar periódicamente las cuchillas de la plegadora de acuerdo al espesor de materia prima y a la forma de las piezas para los diferentes tipos de carrocería. Para estos cambios de línea los operarios están expuestos a accidentes por el peso y tamaño de una cuchilla lo que debe implicar mayores consideraciones.

El jefe de la sección de maquinado es el único dentro de la planta que conoce de la forma del funcionamiento adecuado de las máquinas y la elaboración de piezas, por lo que la información está centralizada en sus apuntes.

Cuando una orden de producción está conformada por de más de 1 producto, la elaboración de piezas se las realiza en lotes de producción para reducir tiempo de alistamiento de máquinas.

Para el lavado de piezas se debe preparar cada 3 semanas la tina de lavado con jabón industrial (Texapón), el mismo que sirve de desengrasante; el agua de la tina de enjuague es cambiada cada 8 días.

El secado de las piezas en el área de Lavado y Fondeo está condicionado al ambiente; en días lluviosos el operario de esta sección se ve obligado a realizar fogatas para apresurar el secado de las mismas.

Entre las secciones de Ensamblaje se ha podido visualizar que existen confusiones al momento de tomar una pieza para el armado de las carrocerías que les han sido asignadas, pues en área de Lavado y Fondeo estas se encuentran agrupadas sin ningún tipo de identificación.

En la sección de Montaje, existen piezas tales como abrazaderas y placas que han sido elaboradas anticipadamente cuando la carga de trabajo es reducida. Para procesos como levantar techos y pisos y montaje de carrocería en chasis se requiere de la participación de los demás operarios de otras secciones.

El proceso de pintura requiere de cuidados especiales al momento de cubrir partes expuestas, pues son susceptibles a manchas lo que incurre en reprocesos para eliminarlas.

Al considerar espacios físicos se debe mencionar que los operarios cuentan con ciertas piezas y herramientas innecesarias lo que no brinda las condiciones para un correcto desempeño en su entorno de trabajo.

El proceso de producción es ampliamente conocido por los jefes de cada sección, pero no se encuentra descrito en ningún documento de la empresa, tampoco se llevan archivos actualizados de los diseños de piezas y de procedimientos para el ensamblaje de las diferentes carrocerías lo que dificulta su elaboración.

La comunicación de los operarios dentro del proceso productivo es limitada, pues cada sección termina su trabajo, pero no informa a la siguiente para que el proceso fluya.

Herramientas que no son usadas habitualmente, como la máquina inyectora de poliuretano, están expuestas a daños por falta de mantenimiento frecuente.

En cuanto a problemas de calidad, en ocasiones las especificaciones determinadas por el cliente no son bien comprendidas lo que origina que el producto no cumpla los requisitos planteados, así por ejemplo problemas de dimensiones en furgones, modelo de carrocería y color de pintura en la misma, lo que demanda más tiempo de producción por reprocesos, aplazamiento del tiempo de entrega y la poca satisfacción del cliente.

3.4.2. MAPEO DEL ESTADO INICIAL DEL FLUJO DE VALOR

El mapeo de flujo de valor da una visión del estado inicial en que se encuentra el proceso productivo además de reflejar el tiempo de ciclo de cada producto. Para la elaboración el mismo, se debe considerar al producto más comercializado y que recorre todo el proceso productivo.

Con este antecedente y de acuerdo a la demanda programada para este año se proyecta que se fabricarán 121 carrocerías de las cuales, según la experiencia del gerente de producción aproximadamente el 70% (84 unidades) corresponde a furgones por lo que se escoge este producto para analizar su flujo de valor.

Se estima que en la elaboración de cada furgón se emplean 130 piezas, es decir que la demanda mensual es de 910 piezas o 7 furgones, por lo que la unidad para el análisis del tiempo de ciclo está dado en piezas trabajadas en cada sección.

La simbología utilizada en el mapeo del flujo de valor depende de las necesidades de cada empresa, las formar básicas a usarse *Figura 3.15*:

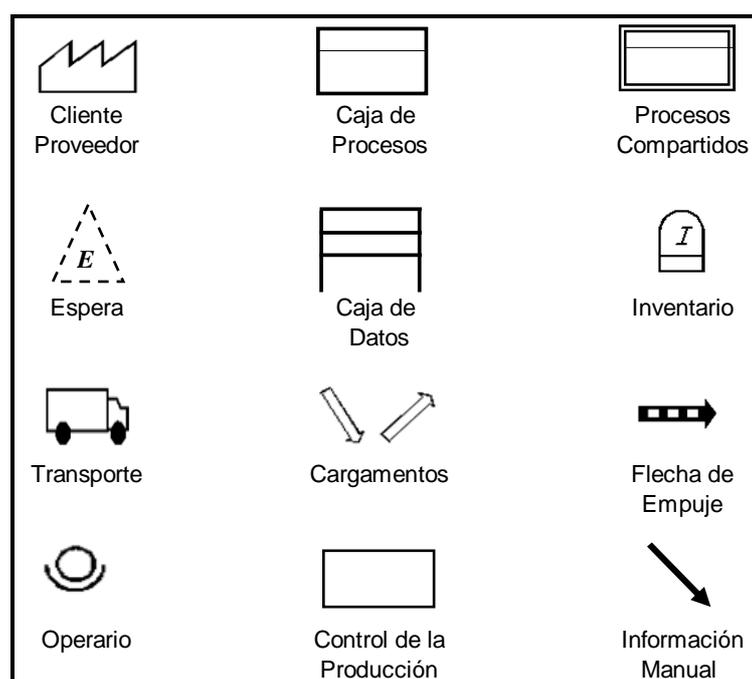


FIGURA 3.15: Simbología para el mapeo de flujo de valor³³

Después de haber elaborado el mapeo de flujo se completa la información en base a los datos del *Anexo 7* en la “*Caja de Datos*” en donde se determina:

Tiempo de Ciclo (T.C.): Tiempo Total de valor Agregado en cada sección para el número de piezas (130).

Tiempo Trabajado (T.Trab.): El tiempo total empleado en cada sección considerando la disponibilidad de la misma (*Disp.*) en cuanto a las 8 horas de trabajo. Este resultado está expresado en días.

Disponibilidad (Disp.): el tiempo que está asignado en cada sección para la elaboración del furgón. Es importante considerar que el furgón circula por todo los procesos, a excepción del Ensamblaje, proceso dedicado, 100% disponible.

En la parte inferior que puede observar las horas que se emplean en actividades que agregan valor en cada sección, en relación al tiempo que realmente tarda el producto en recorrer todos los procesos incluidos días de espera.

³³ QUALIPLUS; “Lean Production Taller para manejo de Flujo de Valor”; Ed. Qualiplus; Quito; 2005; Pág.10

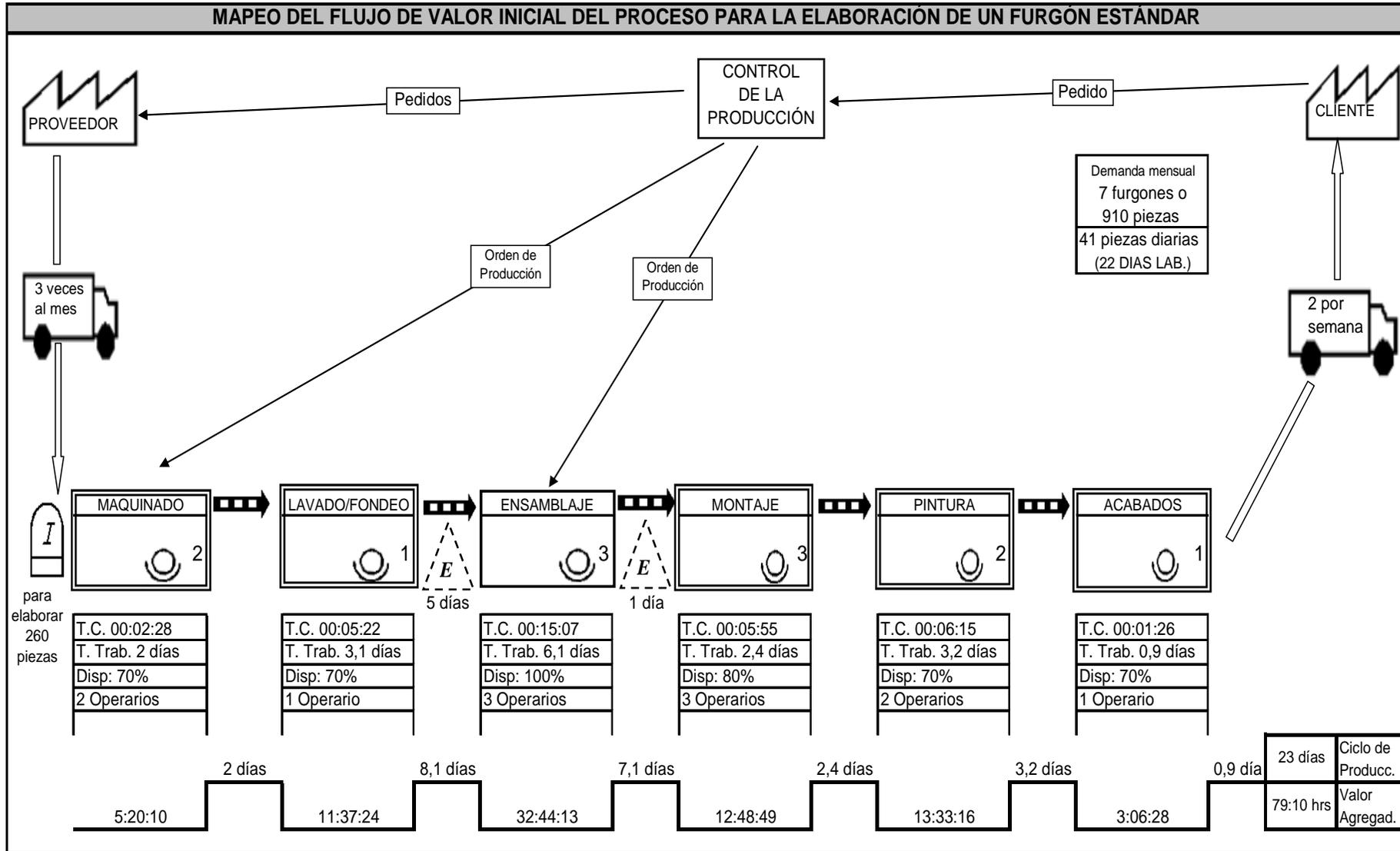


FIGURA 3.16: Mapeo de Flujo de Valor Inicial para un Furgón Estándar

3.4.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA

Después de realizar un análisis detallado en base a los datos recolectados se puede conocer el tiempo que emplea cada sección en realizar actividades para la fabricación de los diferentes tipos de productos, a continuación se presenta el *Cuadro 3.13*

| TIEMPO EMPLEADO EN CADA SECCIÓN POR TIPO DE PRODUCTO | | | |
|--|-----------------|------------------|------------------|
| SECCIÓN | CASETA | FURGÓN | C. ESPECIAL |
| Maquinado | 3:55:00 | 11:04:00 | 12:18:00 |
| Lavado y Fondeo | 5:12:00 | 17:25:00 | 28:16:00 |
| Ensamblaje | 39:39:00 | 52:38:00 | 96:03:00 |
| Montaje | 0:00:00 | 15:21:00 | 0:00:00 |
| Pintura | 11:10:00 | 19:17:00 | 16:18:00 |
| Acabados | 4:10:00 | 4:57:00 | 2:59:00 |
| TOTAL | 64:06:00 | 120:42:00 | 155:54:00 |

CUADRO 3.13: Tiempo empleado en cada sección por tipo de producto.

Se puede observar que las carrocerías especiales son en las que más tiempo se utiliza para su elaboración, al contrario de las casetas que emplea un poco más de la mitad de tiempo en relación al furgón. En común, el proceso que ocupa más tiempo en la elaboración de cualquier tipo de carrocería es el Ensamblaje.

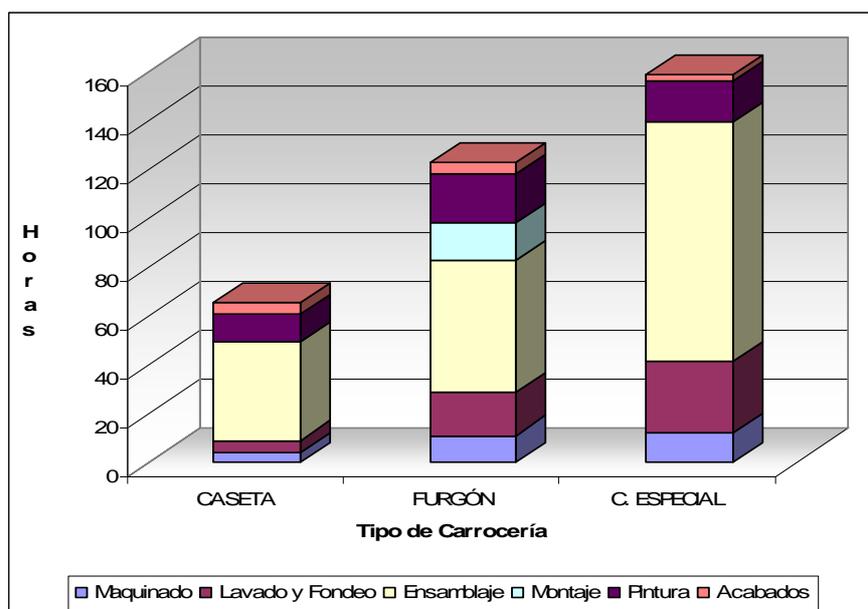


FIGURA 3.17: Tiempo empleado en cada sección por tipo de producto

A lo largo del proceso productivo se ha observado que parte del tiempo es ocupado en repeticiones de trabajos porque se cometieron errores en su ejecución, interrupciones innecesarias durante el proceso, días de espera, etc.

Estas no conformidades son eventos que se salen de la situación normal y, por tanto no agregan valor al cliente, ni a la organización ni a los empleados, lo único que traen consigo es más trabajo y costos innecesarios, quejas y reclamos de los clientes por atrasos en los tiempos de entrega.

Luego de analizar las actividades que no agregan valor se las ha agrupado en el *Cuadro 3.14* de la siguiente manera:

| RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR POR PRODUCTO | | | | | |
|--|------------|-----------|------------|------------|-------------|
| DETALLE | F4500 | F4500-IP | CST2340 | CE-EEQ | TOTAL |
| Manejo de materiales y piezas | 119 | 6 | 131 | 176 | 432 |
| Preparar Herramientas | 83 | 7 | 31 | 93 | 214 |
| Alistamiento de maquinaria | 12 | 13 | 17 | 13 | 55 |
| Transporte | 6 | 10 | 20 | 56 | 92 |
| Reprocesos | 3 | - | 5 | 28 | 36 |
| Revisar medidas | 62 | 7 | 35 | 61 | 165 |
| Verificar diseño y funcionamiento | 11 | 1 | 19 | 41 | 72 |
| TOTAL | 296 | 44 | 258 | 468 | 1066 |

CUADRO 3.14: Resumen de las actividades que no agregan valor por producto

Se pudo detectar que la mayor parte de las actividades que no aportan valor agregado están relacionadas con el manejo de materiales y piezas, preparación de herramientas, reprocesos, transportes, etc.

En la *Figura 3.18* se muestra que porcentaje tiene cada actividad que no agrega valor dentro del proceso de elaboración de cualquier tipo de carrocería y del proceso de inyección de poliuretano.

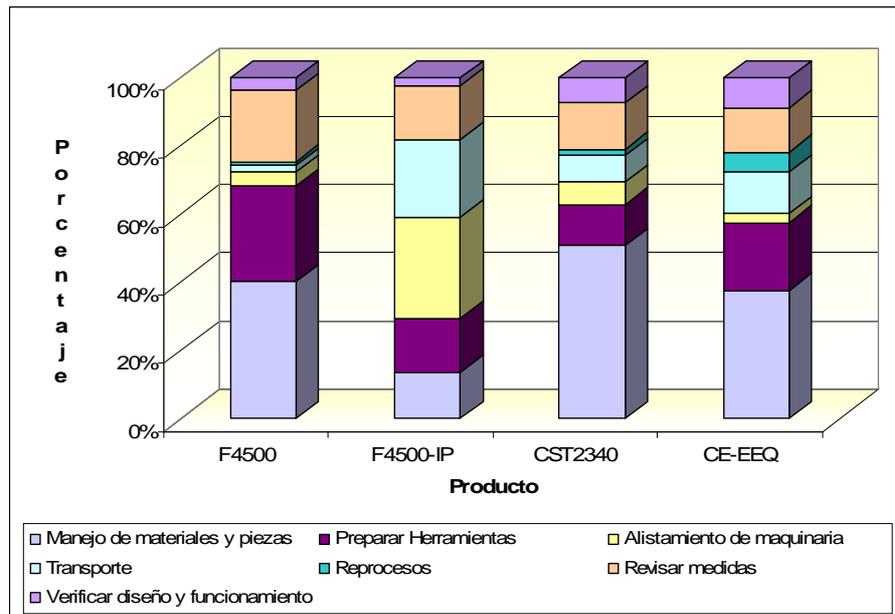


FIGURA 3.18: Actividades que no agregan valor por producto

En cuando al desempeño del recurso humano en el ambiente de trabajo, los operarios tienen cimentadas las bases del espíritu de trabajo en equipo, pero no han desarrollado al máximo políticas sólidas de comunicación ni confianza entre los diferentes miembros de cada sección, en consecuencia no tiene arraigada una filosofía de mejora continua.

3.4.3.1. Análisis de Causas y Efectos

A lo largo del proceso productivo se ha podido observar varias circunstancias que hacen que el tiempo de entrega del producto al cliente se alargue y no se cumpla con el plazo establecido.

Además el producto en proceso permanece en espera al pasar de una sección a otra. De todos los proceso en el único que se visualizan los cambios de línea es en la Sección de Maquinado, específicamente en las máquinas plegadoras, el mismo que puede ser realizado en mejores condiciones.

La falta de una política de mantenimiento continuo y preventivo de la maquinaria, sea usada frecuente o esporádicamente, hace que se emplee tiempo asignado a la producción en la reparación de esta.

Al ser la mayoría de los procesos ejecutados manualmente, los operarios no tienen una cultura para mantener adecuadamente las herramientas y materiales lo que obstaculiza ciertas actividades que deben realizarse de una manera ágil.

Con la ayuda de la Gerencia de Producción y los jefes de cada sección se determinó el principal efecto visualizado de todos los problemas existentes: Retraso en la Entrega del Producto, para luego mediante una lluvia de ideas poner a consideración las siguientes respuestas ante el cuestionamiento: ¿Qué causa retraso en la entrega del producto?:

- Obras pendientes.
- No hay una administración adecuada de las órdenes de producción.
- No todos saben como hacer piezas en las máquinas.
- No hay archivos actualizados de Piezas.
- El manejo de cuchillas para cambiar de modelo de piezas.
- No toda la maquinaria es usada.
- La fabricación depende de las personas.
- No hay quien controle.
- Se pasa tiempo en busca de material y herramientas.
- No hay una política de atención al cliente.
- No hay mucha motivación.
- Capacidad Sub-utilizada.
- No hay un programa de mantenimiento preventivo.
- Todos fabrican de acuerdo a la experiencia.
- Se revisa constantemente medidas.
- Somos humanos y se comente errores.
- No hay comunicación entre secciones.
- No se confirma el modelo que se va a realizar.
- No hay cursos de actualización.
- Todo depende de las máquinas plegadoras.
- Retraso en la entrega de la materia prima.

Se ha considerado conveniente reducir los términos empleados en las ideas de manera que sea más manejable y entendible por otro lado, se han eliminado las ideas duplicadas.

Estas ideas han sido analizadas y clasificadas de acuerdo a su relación en las siguientes categorías o posibles factores causantes del efecto analizado:

- Procedimientos.
- Recursos Humanos.
- Maquinaria.
- Métodos.

Toda la información recolectada ha sido condensada y depurada, para ser plasmada en un diagrama de Hishikawa (Espina de Pescado) *Figura 3.19* el mismo que permite clarificar las interrelaciones entre causas o características, y determinar las herramientas que ayudan a reducir problemas.

DIAGRAMA ESPINA DE PESCADO (CAUSA Y EFECTO)

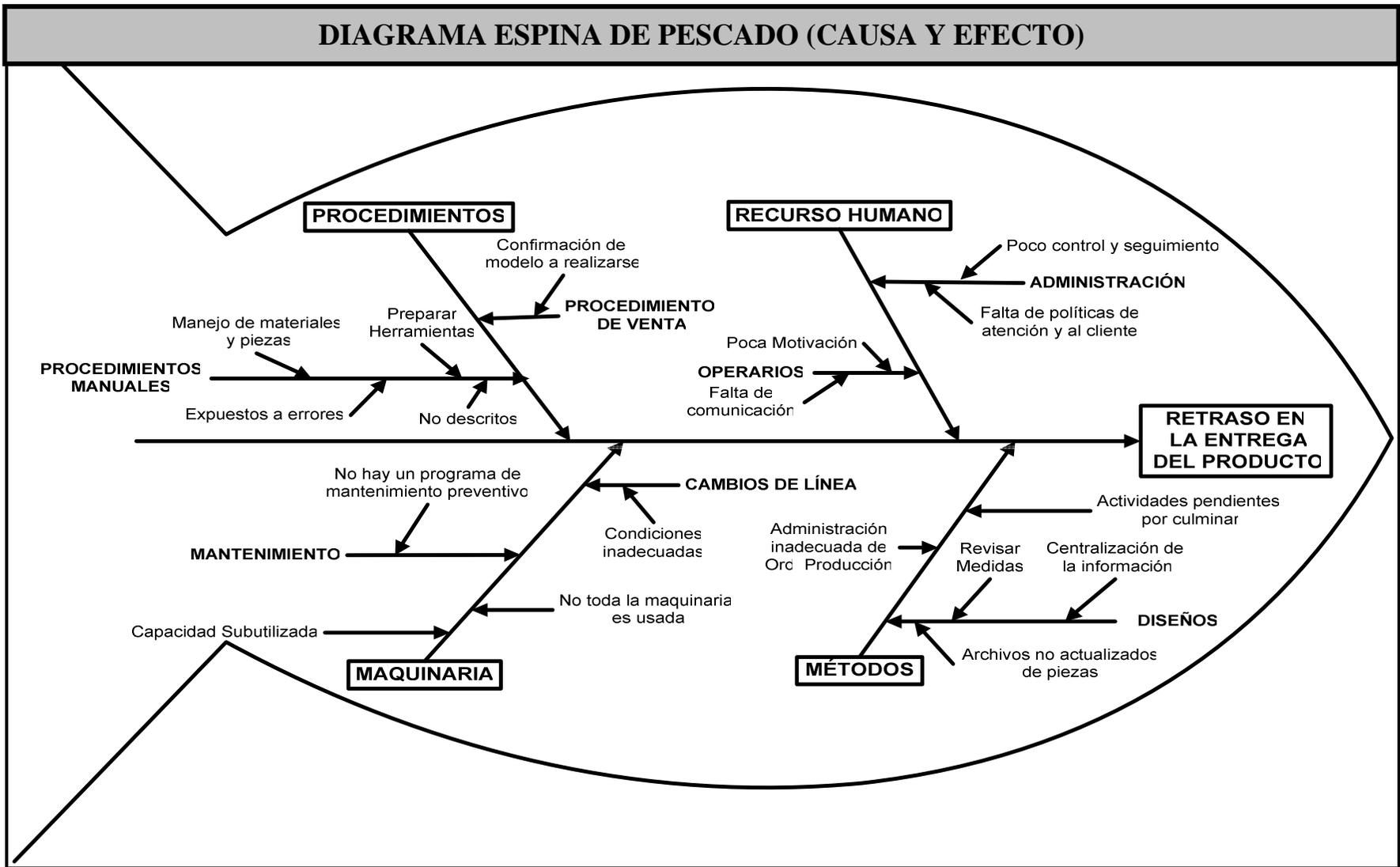


FIGURA 3.19: Diagrama Espina de Pescado (Causa y efecto)

Para enfocar los esfuerzos en eliminar las causas más relevantes que originan retrasos en la entrega del producto al cliente, se ha considerado todas las ideas expuestas en el Diagrama Causa y Efecto y el análisis de las actividades que no agregan valor (*Cuadro 3.14*) para la elaboración de un Diagrama de Pareto que muestra las actividades que concentran más tiempo útil y que no permiten cumplir con los plazos determinados.

| DATOS PARA EL DIAGRAMA DE PARETO | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Nº | CATEGORÍA | Frecuencia Absoluta | Frec. Absoluta Acumulada | Frec. Relativa Unitaria | Frec. Relativa Acumulada |
| 1 | Manejar materiales y piezas | 432 | 432 | 41% | 41% |
| 2 | Preparar Herramientas | 214 | 646 | 20% | 61% |
| 3 | Revisar medidas | 165 | 811 | 15% | 76% |
| 4 | Transportar | 92 | 903 | 9% | 85% |
| 5 | Verificar diseño y funcionamiento | 72 | 975 | 7% | 91% |
| 6 | Alistar maquinaria | 55 | 1030 | 5% | 97% |
| 7 | Reprocesar | 36 | 1066 | 3% | 100% |

CUADRO 3.15: Datos para el Diagrama de Pareto

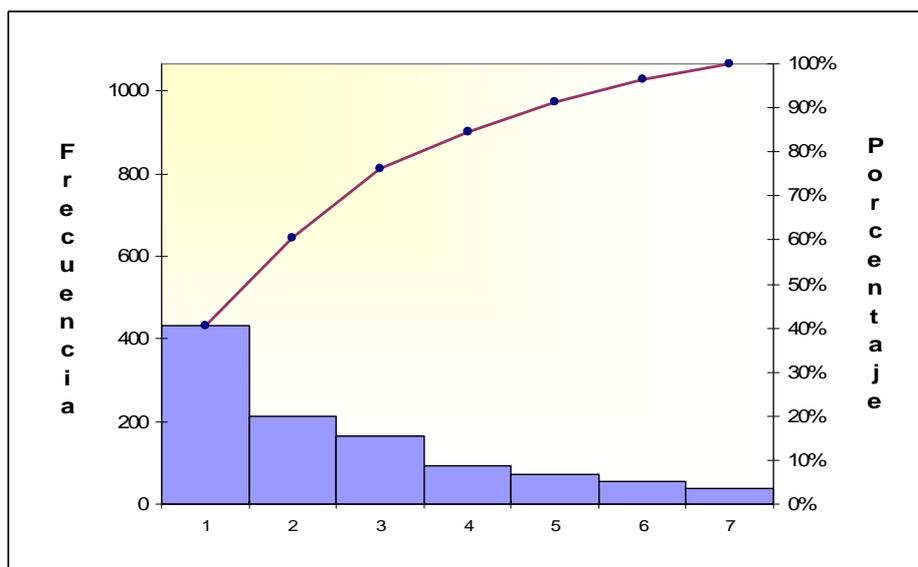


FIGURA 3.20: Diagrama de Pareto

Al analizar el gráfico se puede observar que el 76% de las actividades que no agregan valor corresponden a las 3 primeras categorías, es decir si se optimiza tiempos en manejar materiales y piezas, preparar herramientas y revisar medidas se contribuye en gran parte a reducir tiempos innecesarios al realizar actividades que no agregan valor.

CAPITULO 4

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA EN ESMETAL S.A.

A lo largo de este capítulo se describen las actividades realizadas para la implementación del Sistema de Producción Esbelta en la empresa ESMETAL, entre ellas se destacan la concientización a directivos y personal, la ejecución del taller teórico-práctico sobre esta Filosofía dirigido a los trabajadores de planta, logrando así involucrar al recurso humano en la búsqueda de medios adecuados para la aplicación de cada una de las herramientas administrativas propuesta por este sistema.

La Producción Esbelta no puede quedarse en concepto, es fundamental que las empresas abran las puertas a su aplicación; es importante tener en cuenta que no hay un manual de instrucciones que indique cómo aplicar un Sistema de Producción Esbelta, cada empresa debe analizar sus fortalezas y debilidades y sus principales problemas para poder desarrollar una implementación acorde a su realidad.

Esta es una filosofía que invita a las personas a optar por actitudes y comportamientos diferentes, que sean líderes, que tengan iniciativa propia y que mejoren su comunicación.

4.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA PARA ESMETAL S.A.

Para bosquejar las herramientas que serán aplicadas es preciso visualizar que cambios son necesarios en base la información que se posee, para luego planear y decidir como serán implementados en el proceso de fabricación.

La concientización de los directivos y del personal de apoyo en el área de producción es el paso que da la pauta para adoptar la Filosofía de Producción Esbelta, lo que permitirá crear una estructura de los elementos técnicos administrativos a ser aplicados.

4.1.1. CONCIENTIZACIÓN A DIRECTIVOS Y PERSONAL DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

Al analizar la problemática existente en ESMETAL S.A. y a lo largo de la recolección de datos, los directivos de la empresa y el personal del área de producción, constataron de forma más clara el origen de su principal inconveniente: tiempo de entrega al cliente (tiempo de ciclo).

Los directivos reconocen la existencia de problemas y de obstáculos que no permiten que fluya más rápido el proceso fabril, además están concientes que cada día de retraso en la elaboración de un producto trae consigo grandes costos.

Luego de la familiarización de los directivos con las técnicas administrativas que propone el Sistema de Producción Esbelta (Lean Manufacturing), han visualizado el futuro de la empresa adoptando esta filosofía y han considerando las oportunidades que puede brindar ésta en varios aspectos: la visión del proceso productivo, al reducir actividades que no agregan valor; la visión del clima organizacional, empleados con iniciativa y liderazgo; y la visión del mercado, en el cumplimiento de las expectativas de sus clientes.

En conjunto, con los directivos de la organización se ha elaborado el diagrama de afinidad, el mismo que consta en la *Figura 4.1* y que agrupa los aspectos mencionados anteriormente.

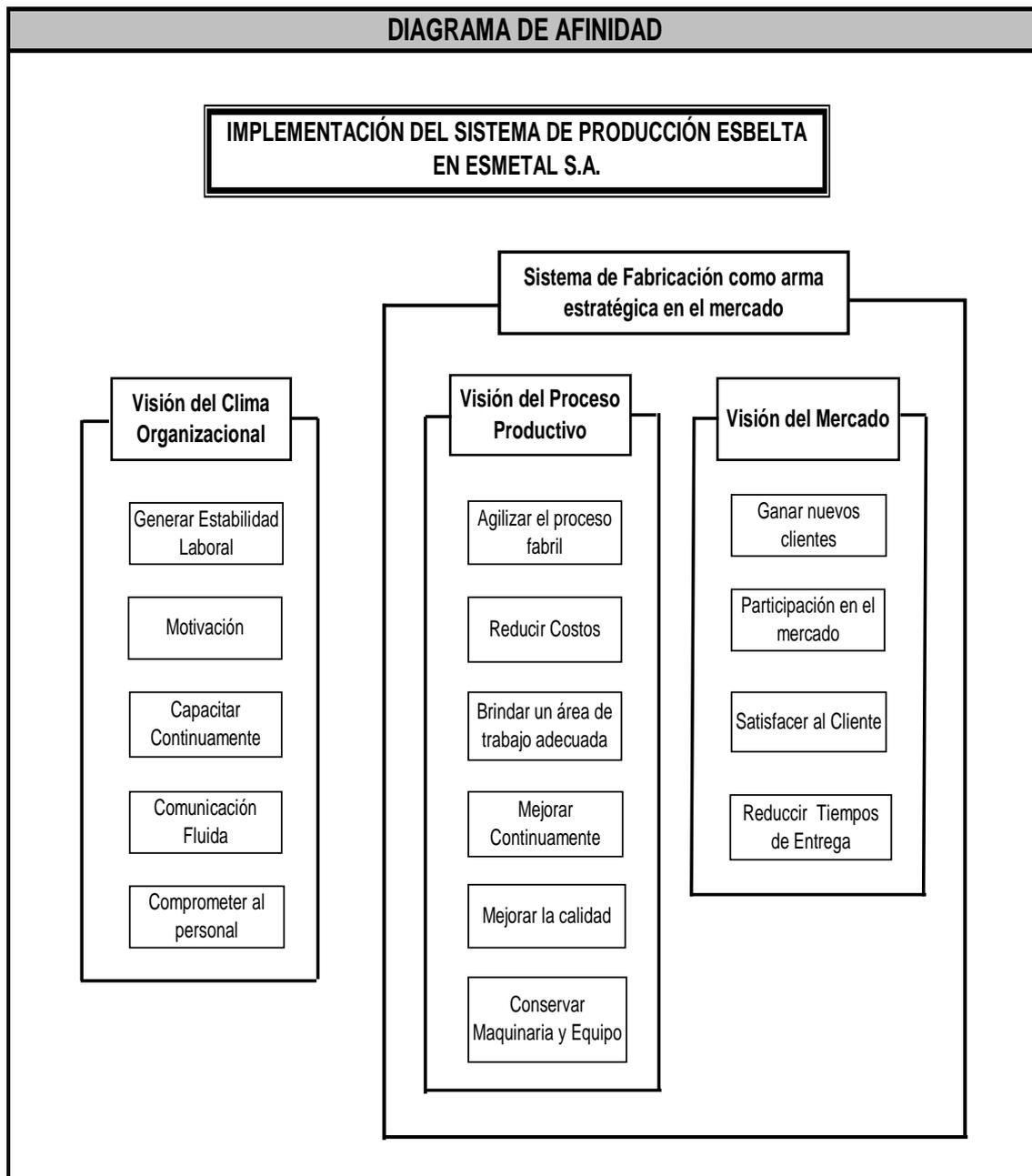


FIGURA 4.1: Diagrama de Afinidad

Como pequeña empresa una de sus principales inquietudes está basada en la estructura de la Filosofía de Producción Esbelta que debe estar adaptada a los recursos económicos y humanos limitados que ésta posee, pues se cree que la mayoría de las metodologías que llevan a la calidad están diseñadas para grandes empresas que destinan recursos suficientes para su desarrollo.

La filosofía de Producción Esbelta no requiere de grandes inversiones de dinero para su buena aplicación y la obtención de resultados favorables, esta metodología canaliza el potencial del recurso humano y tecnológico existente en la empresa para optimizar el tiempo de fabricación de cada producto.

Por otro lado, dentro del clima organizacional, se incentiva al recurso humano a identificar los principales obstáculos y se los motiva para proporcionar soluciones, con lo que se fomenta la participación del personal para eliminar la resistencia al cambio en aspectos técnicos y aplicaciones sociales, los empleados se familiarizan con las modificaciones y entienden su razón de ser.

4.1.2. ESTRUCTURA BÁSICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA DE PRODUCCIÓN ESBELTA EN ESMETAL S.A.

Luego del diagnóstico inicial, se conoce las principales causas que ocasionan retrasos en la entrega de productos al cliente, varias de estas están asociadas a las actividades que no agregan valor, como se mencionó en el capítulo anterior, estas son clasificadas en esenciales y no esenciales, razón por la cual se deben buscar las técnicas administrativas más idóneas para que se optimicen tiempos en las actividades que no agregan valor a los ojos de cliente pero que deben cumplirse para que el producto llegue a su culminación y eliminar definitivamente las actividades que no agregan valor para el cliente ni tampoco a la organización.

Se debe considerar también la posibilidad de eliminar por completo procesos o segmentos del proceso, combinar diferentes pasos, ejecutar en paralelo varias actividades, realizarlas con anticipación o en un orden distinto, sin dejar de lado los efectos que éstas traerían.

Junto a esto, se debe buscar la forma de crear una cultura organizacional enfocada a la calidad, así como desarrollar el liderazgo en los empleados, quienes sugerirán soluciones para los principales problemas.

Para diseñar la estructura básica para la implementación de la filosofía de Producción Esbelta en ESMETAL S.A., se ha elaborado un Diagrama de Árbol (*Figura 4.2*) que presentan los medios o herramientas útiles para alcanzar el objetivo: eliminar las principales actividades que no agregan valor y que están priorizadas según el Diagrama de Pareto

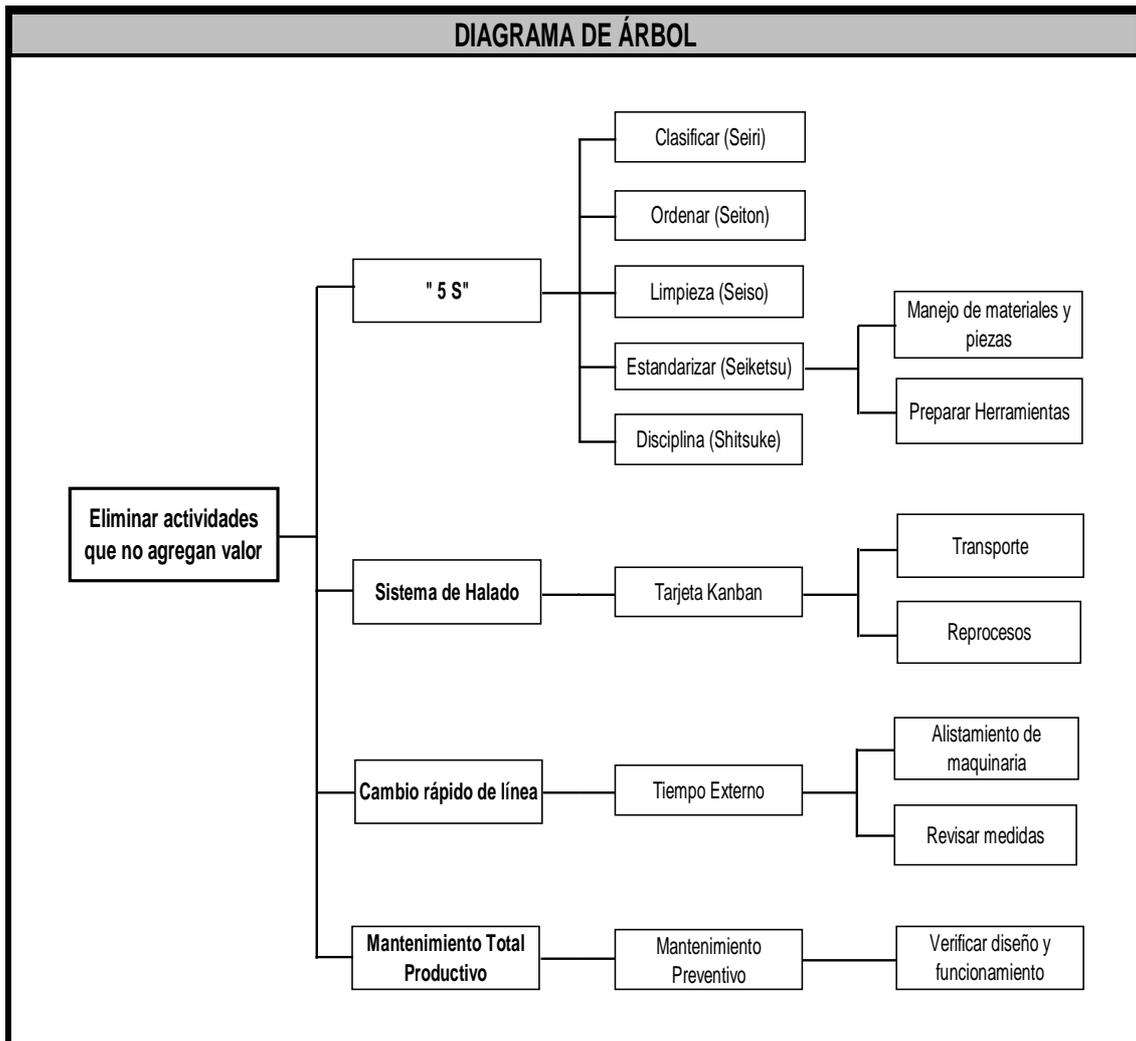


FIGURA 4.2: Diagrama de Árbol

Un requisito básico para iniciar el proceso de implementación del Sistema de Producción Esbelta es conformar un equipo de trabajo con algunos de los miembros de la empresa ESMETAL S.A., para lo cual se ha designado como “*Champion*” o Coordinador del equipo al Gerente de Planta quien tiene entendimiento y comprometimiento con la Filosofía Lean, posee la autoridad para hacer los cambios necesarios y disponer de los recursos existentes.

Al ser una pequeña empresa y contar con un número reducido de operarios, se considera a dos personas del área de producción para integrar el equipo: Jefe de Maquinado y al Jefe de Ensamblaje 3 (Montaje), quienes brindan la apertura necesaria para la aplicación de los elementos técnicos administrativos que propone el Sistema de Producción Esbelta. También se suman al equipo los autores de este proyecto quienes cumplirán el papel de facilitadores.

| EQUIPO DE TRABAJO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA | |
|---|------------------------|
| MIEMBRO | FUNCIÓN |
| Gerente de Planta | Champion (Coordinador) |
| Jefe de Maquinado | |
| Jefe de Ensamblaje 3 (Montaje) | |
| Paulina Gualotuña | Facilitador |
| Lenin Meneses | Facilitador |

CUADRO 4.1: Equipo de trabajo para la implementación del Sistema de Producción Esbelta.

Los miembros del equipo de trabajo son los responsables del cumplimiento adecuado de la aplicación de cada una de las herramientas técnicas administrativas del Lean, propenden a mantener un buen clima organizacional dentro de la empresa y se convierten en un vínculo entre los directivos y operarios.

4.2. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA EN ESMETAL

Luego de haber comprendido los elementos técnicos que nos propone el Sistema de Producción Esbelta, se debe buscar la mejor manera de hacer realidad esta filosofía en ESMETAL S.A., y un medio imprescindible es la capacitación al personal sobre estos conceptos básicos y la motivación para la plena participación de este, lo que reducirá la resistencia al cambio que pueda presentarse durante la implementación.

En esta fase, el equipo de trabajo debe impulsar todas las acciones necesarias para la aplicación exitosa de: “5 S”, “Sistema de Halado”, “Mantenimiento Total Productivo”,

“Cambios Rápidos de Línea”, además les corresponde guiar y no dirigir, facilitar y no ordenar para que a medida del proceso, todo el personal de la organización vaya haciendo suyo el esfuerzo.

4.2.1. CAPACITACIÓN DEL RECURSO HUMANO SOBRE LA PRODUCCIÓN ESBELTA

El recurso humano que conforma ESMETAL S.A. es el principal protagonista en la implementación del Sistema de Producción Esbelta, por lo que hay que asegurarse que los conceptos básicos y elementos técnicos administrativos de esta filosofía sean bien comprendidos por todos y cada uno de los operarios mediante el taller de capacitación dirigido por los facilitadores y el entrenamiento cotidiano respecto a dudas e inquietudes que pueden presentarse a lo largo de la aplicación, lo que contribuirá más al aprendizaje.

Es importante transmitir a los operarios que para reducir el tiempo de entrega del producto al cliente no es necesario recurrir a la adquisición de tecnología, dispositivos costosos, o incrementar el número de empleados, pues esto contraviene la regla básica de la filosofía Lean que es: “ningún costo”. La meta es organizar y sincronizar actividades, arreglar e inventar soluciones antes que salir a comprar lo innecesario.

De esta manera se aprovecha a los verdaderos expertos: el personal, que son los que mejor conocen el proceso productivo, las máquinas y herramientas que utilizan para desempeñar sus actividades, no es que estén haciéndolo todo correctamente ahora, pero sí son los que tienen más experiencia y los más conocedores de los problemas actuales y los visualizan como propios, además la participación de varias personas hace que se obtenga más recursos e ideas.

Por estas razones el cambio propuesto por la gerencia sola no funciona, mucho más importante son las razones por las cuales si funciona el cambio de la participación de empleados y trabajo en equipo. Por tanto, hay que ayudarles a estas personas a generar sus propias ideas, y la administración deberá comunicarles el mensaje de que estas no solamente son valederas sino que se pondrán en práctica para bien de todos, tiene que

sobreponerse a la creencia tradicional de que las buenas ideas para resolver problemas son exclusivos de los gerentes.

Para el taller de capacitación se ha tomado como base la metodología propuesta por algunas empresas consultoras y acoplada a la realidad de esta empresa, se ha considerado un sistema práctico-teórico, en la que es necesaria la participación activa de los 15 operarios, divididos en 3 grupos de 5 miembros, cada grupo se constituye en una pequeña empresa fabricante de aviones, quienes deben contar con el material necesario de acuerdo a la sección a la que pertenecen y cumplir con las instrucciones escritas que se proporcionan (Anexo 2)

Sección 1: Doblado: marcadores (azul, rojo, verde)

Sección 2: Cuerpo: regla, clips pequeños

Sección 3: Pintura: etiquetas (rojas, azules, amarillas)

Sección 4: Ajuste y Despacho: clips grandes

Sección 5: Materiales (hojas de papel bond)

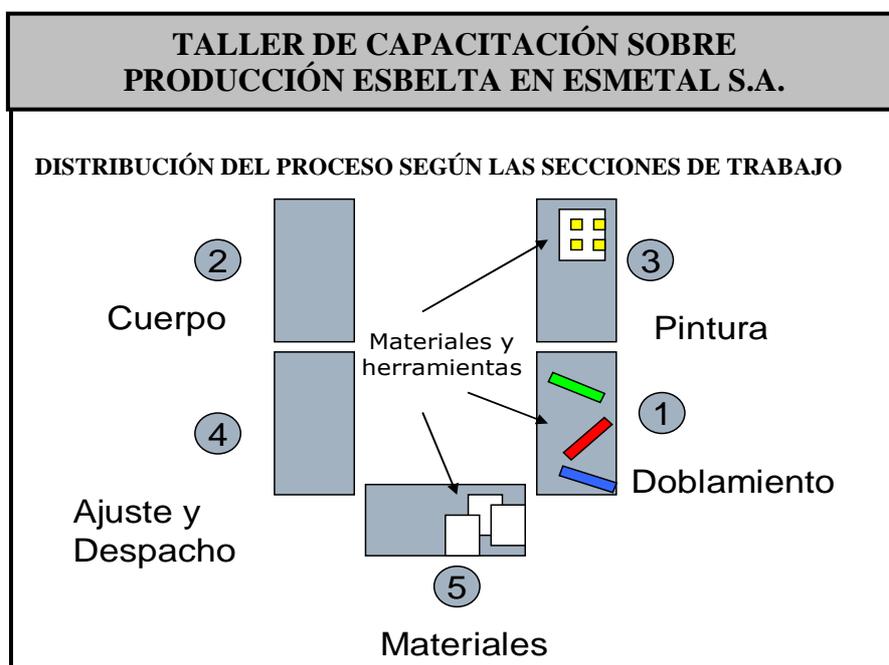


FIGURA 4.3: Taller de capacitación sobre Producción Esbelta en ESMETAL S.A.

Los facilitadores y el Gerente de producción figuran como clientes a los cuales al finalizar el tiempo estimado se les debe entregar 18 aviones de acuerdo a los requerimientos especificados, en este punto, los clientes son muy exigentes al momento de verificar el

cumplimiento de cada uno de los requisitos, y de ser el caso están en la capacidad de rechazar el producto, costo que figura en el Informe Financiero.

El taller está conformado por 4 rondas con reglas propias, al finalizar cada una se comentan con todos los participantes sobre lo sucedido durante el lapso de fabricación que es de 3 minutos y 2 minutos más adicionales considerado tiempo extra.

Las rondas han sido diseñadas para que cada una muestre la necesidad de utilizar los elementos técnicos administrativos que propone la Filosofía Lean, es por ello que de una ronda a otra se explica teóricamente los conceptos de la Producción Esbelta para ser aplicados en la siguiente y analizar los resultados obtenidos.

Se ha elaborado una hoja de Informe Financiero, para lo cual se han establecido costos tales como: uso de materiales, mano de obra, tiempo extra, rechazos, etc. El grupo ganador es aquel que cumple con los requerimientos del cliente dentro del tiempo dado, al costo más bajo.

Para finalizar, se presenta a los participantes el Mapeo de Flujo de Valor Inicial del Proceso Productivo para la Elaboración de un Furgón Estándar, el mismo que muestra la realidad de la empresa, lo que hará concientizar a los operarios sobre la importancia de poner en práctica lo asimilado a lo largo del taller de capacitación.

Los miembros del equipo de trabajo para la implementación del Sistema de Producción Esbelta dan apertura al diálogo y motivan a la búsqueda de soluciones para eliminar las actividades innecesarias, motivan el reconocimiento del personal de que por pertenecer a un equipo y hacer que sus esfuerzos valgan la pena, mejoran las condiciones de trabajo y aumentan la satisfacción del personal y la de los clientes.

Los operarios por sí mismo se dieron cuenta que la calidad tiene que ver con la actitud y que gastar dinero no la proporciona, ni hace que los problemas de esta desaparezcan.

Además están concientes que el aporte que pueda ofrecer cada empleado es valioso y contribuye al mejoramiento de la empresa.

La gente puede cambiar, solamente cuando tiene la capacidad de hacerlo mediante la influencia de una cultura de la calidad que debe convertirse en una especie de religión, que se adhiere con un entusiasmo y que hace que todos en la organización se sientan felices de formar parte de ella.

Es importante mencionar que a lo largo del período de capacitación se realizaron varias observaciones por parte de los operarios, además aportaron ideas que fueron complementadas con las Herramientas Lean sintetizadas en el siguiente cuadro:

| ANÁLISIS DEL TALLER DE CAPACITACIÓN DEL RECURSO HUMANO SOBRE LA FILOSOFÍA LEAN | | | |
|---|--|---|---|
| PERÍODO | OBSERVACIONES | APORTES DEL PERSONAL | HERRAMIENTA LEAN |
| Apertura | Timidez Poca participación Inquietud Falta de interés | | |
| Ronda 1 | Cumplimiento reglas No avanza el proceso Altos costos en el informe Financiero Productos defectuosos Confusión al leer instrucciones | Materiales innecesarios Todo está desordenado Arreglar las secciones de trabajo Actitud Positiva No se entiende requerimientos del cliente Tiempo no alcanza para fabricar Más comunicación No hay secuencia lógica para fabricación | " 5 S" |
| Ronda 2 | Cumplimiento de reglas Mayor comprensión de requerimientos Diálogo entre secciones Costos elevados en el informe financiero Poco avance en el proceso Productos defectuosos Productos en proceso Hay indicio de trabajo en equipo | Es más fácil encontrar las herramientas Se elimina lo que no se utiliza Mayor tiempo por variedad de productos Demora al momento de hacer otro producto Actividades innecesarias para otro producto Cooperación entre secciones | CAMBIOS RÁPIDOS DE LINEA (SMED) |
| Ronda 3 | Cumple las instrucción Rotación de personas Costos de Producción reducidos Proceso Fluye un poco Productos en proceso Trabajo en equipo | Se ahorra tiempo al hacer otro producto Los compañeros motivan hacer rápido En ciertas secciones se demoran No se sabe cuando necesitan pieza Hay sobre producción | SISTEMA DE HALADO (Tarjetas Kanban) |
| Ronda 4 | Cumple las instrucciones Trabajo en equipo El proceso fluye Flexibilidad en la producción Las personas están motivadas | Se produce sólo lo necesario Se produce en el tiempo requerido Se carga la línea de producción Los marcadores no deben fallar Como aplicar lo aprendido a ESMETAL | MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM) |
| Finalización | Se muestra interés Proponen aplicar herramientas Lean Personal motivado Liderazgo en varias personas Actitud positiva Apertura al Cambio Reconocen sus inconvenientes Creatividad al proponer nuevas ideas | Aplicar herramientas aprendidas Tratar eliminar actividades innecesarias Todo depende de la actitud Descentralizar conocimientos Ayudar entre Secciones Comunicar todo lo que sucede | SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA (LEAN MANUFACTURING) |

CUADRO 4.2: Análisis del taller de capacitación del Recurso Humano sobre la Filosofía Lean

4.2.2. APLICACIÓN DE LAS “5 S” EN ESMETAL S.A.

Todos los operarios están concientes de lo necesario que es mantener un área de trabajo adecuada donde las herramientas usadas con frecuencia estén disponibles inmediatamente, reduciendo tiempos de desperdicio por búsquedas, optimizando espacio, además de crear una cultura organizacional de orden continuo.

A siguiente semana de la capacitación impartida a los operarios, el equipo de trabajo ha organizado *La Jornada de “5S”*, para ello como primer paso, se han elaborado carteles (*Anexo 3*), que han sido colocados en lugares visibles del área de producción, los mismos que hacen referencia a cada componente de este elemento técnico administrativo que propone la Filosofía Lean.

Como segundo paso, se estableció que durante 3 días, las dos últimas horas de la jornada laboral (15h30 a 17h30) sean destinadas a aplicar los 3 primeros conceptos de las “5 S” (Seiri o Clasificar, Seiton u Ordenar, Seiso o Limpiar).

Los operarios de cada una de las Secciones, identificaron dentro del área de producción las zonas más susceptibles a desorden, acumulación de polvo, grasa y residuos metálicos y fueron estos sitios el punto de partida para iniciar el cambio.

Para la labor de *CLASIFICAR* los instrumentos de trabajo, los operarios reconocieron lo que realmente se usa en las actividades diarias.

Lo innecesario fue sub clasificado en dos grupos: lo que sirve y lo que se considera basura o chatarra. El primer grupo se depositó en cartones y fue almacenado en bodegas y están disponibles para su eventual uso.

Mientras que los residuos o retazos metálicos fueron colocados en el área asignada para ser comercializada como “chatarra”, y la basura en el contenedor respectivo.

En lo que concierne a *ORDENAR*, los operarios agruparon las herramientas de acuerdo a su naturaleza y uso para luego ser colocadas en los respectivos armarios y anaqueles metálicos con lo que se liberó espacio.

Mientras se va clasificando y ordenando, a la vez se va aplicando el siguiente componente de las “5S”: *LIMPIAR*, que implicó eliminar polvo de herramientas, armarios e incluso paredes con el uso de artículos de aseo (escobas, franelas, palas, etc.) que fueron proporcionados.

Al término de los 3 días donde se aplicaron los 3 primeros componentes de las “5S” se logró un ambiente de trabajo más organizado, los operarios han notado claramente el cambio y los demás beneficios ha traído consigo este: un ambiente idóneo para la salud, distribución del espacio usado para las herramientas, y se mejoró la presentación y estética de los lugares de trabajo.

La mejor forma de constatar los resultados de la aplicación de estos componentes es de manera visual, comparar el antes y el después de las zonas de trabajo dentro y fuera del área de producción, resumida en las siguientes imágenes del *Cuadro 4.3*:

| APLICACIÓN DE LAS “5 S” EN ESMETAL S.A. | | |
|---|-------|---------|
| AREA | ANTES | DESPUÉS |

| | | |
|--|---|--|
| <p>Bodegas de máquinas y materiales para la inyección de Poliuretano</p> |  |  |
| <p>Armarios metálicos destinados para herramientas</p> |  |  |
| <p>Paredes internas del área de planta de producción</p> |  |  |
| <p>Área designada para los residuos metálicos</p> |  |  |

CUADRO 4.3: Aplicación de las “5S” en ESMETAL S.A.

A partir de este primer cambio con la aplicación de los 2 últimos conceptos (Seiketsu o Estandarizar; Shitsuke o Disciplina), se busca asegurar y habitar permanentemente como trabajo diario en los operarios la aplicación de las 3 primeras “S”.

La colocación de los carteles alusivos a las “5S” cercanos al área de trabajo ayudará a *ESTANDARIZAR* o asegurar el mantenimiento del orden y la limpieza.

Para evitar que se descuide los logros alcanzados es decir mantener la DISCIPLINA el equipo de trabajo realizará visitas sorpresas, además se pone en práctica el autocontrol de los operarios dentro de cada sección que funciona como grupo, complementado esta acción, los directivos de la empresa incentivan el cumplimiento de las “5S” ofreciendo un premio al mérito al final de cada mes a la sección que mejora continuamente.

4.2.3. SISTEMA DE HALADO EN ESMETAL S.A.

Para la implementación del Sistema de Halado en ESMETAL S.A., el equipo de trabajo ha identificado como primer punto al proceso halador tomando en cuenta los siguientes criterios:³⁴

- Después del proceso halador no puede haber inventario.
- El proceso halador debe tener alta disponibilidad.
- Tiempo de cambio debe ser cero o muy bajo.

El proceso halador en este caso: Ensamblaje, además de cumplir los criterios anteriores también va solicitando piezas a sus procesos suministradores de acuerdo a las necesidades reales del cliente.

Luego del primer paso, se ha ideado un sistema visual en donde se puede observar fácilmente en que proceso se encuentra cada uno de los productos solicitados para que de esta manera los procesos suministradores retroalimenten rápidamente al proceso halador y continúe así el flujo del producto sin piezas en espera e inventario.

Para lo cual se ha elaborado un Tablero de Kanbanes adaptado a la realidad de la producción de ESMETAL S.A., el mismo que debe estar ubicado en un lugar visible para

³⁴ QUALIPLUS; “Lean Production Taller para manejo de Flujo de Valor”; Ed. Qualiplus; Quito; 2005; Pág. 47.

todos los operarios, que consta de 7 columnas: Inicio, Maquinado, Lavado y Fondeo, Ensamblaje, Pintura, Acabados y Entrega; y 5 filas en donde van los productos que han sido solicitados y están siendo fabricados.

Los productos que ofrece ESMETAL S.A. han sido agrupados en 3 categorías, cada una identificada por un color (*Anexo 4*):

Amarillo: Toda la Familia de furgones.

Rosado: Toda la Familia de cassetas.

Celeste: Carrocerías y Productos bajo pedido (Especiales).

A continuación en la *Figura 4.4* se explica el uso y movimiento de las tarjetas Kanban en el Tablero:

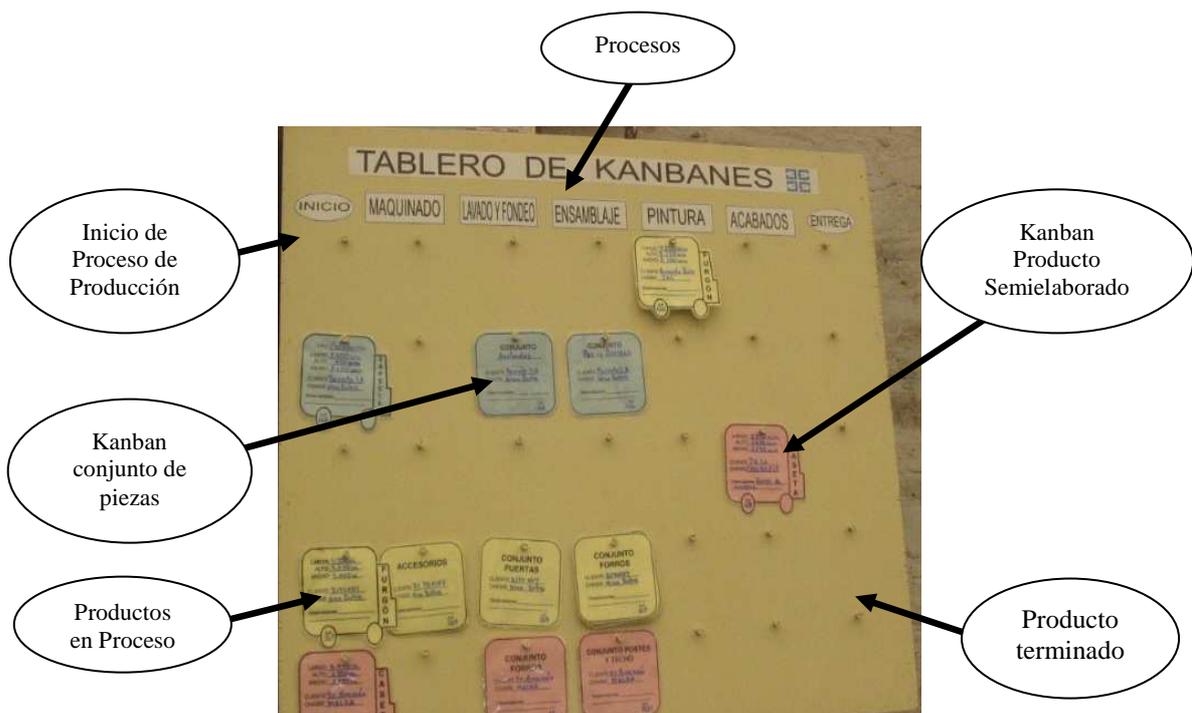


FIGURA 4.4: Tablero de kanbanes en ESMETAL S.A.

Considerando la metodología de producción y las opiniones de los operadores que son los que manipularán estas tarjetas se ha dividido a una carrocería en conjuntos de piezas de acuerdo a la secuencia de armado, por lo que es necesario elaborar dos tipos de tarjetas kanban; el Tipo 1 (*Figura 4.5*), se utilizará durante los tres primeros procesos y contiene la siguiente información:



FIGURA 4.5: Tarjeta Kanban Tipo 1

La tarjeta Kanban Tipo 2 (Figura 4.6) será utilizada en los procesos de Pintura y Acabados. Muestra la siguiente información:

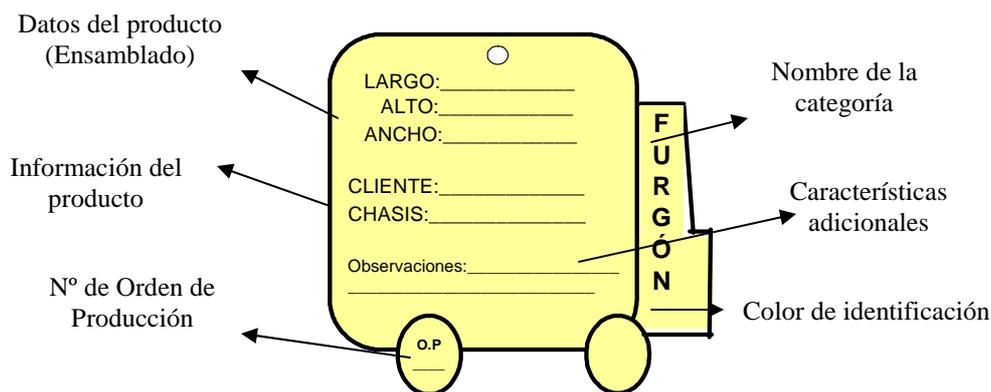


FIGURA 4.6: Tarjeta Kanban Tipo 2

El número de tarjetas varía de acuerdo a la categoría del producto; es importante mencionar que en la Categoría 3: Especial, se debe completar en las tarjetas Tipo 1 el Conjunto o los Conjuntos de piezas de acuerdo al producto solicitado. Además la Tarjeta tipo 2 de esta categoría tiene un dato adicional: Tipo de Producto; lo que facilita su identificación.

Para la conservación y manejo de las tarjetas en el área de producción, éstas han sido emplastificadas; como se puede observar, todas las tarjetas deben ser completadas con la información solicitada utilizando un marcador de tiza líquida para que luego de cumplir su período en el Tablero de Kanbanes, los datos puedan ser borrados fácilmente y volverlas a usar.

4.2.3.1. Flujo de Kanbanes en ESMETAL S.A.

Luego de concretar la negociación y elaborar la orden de producción respectiva, se debe cumplir los siguientes pasos que ayudarán a un flujo eficaz de los Kanbanes dentro del Proceso Productivo:

1. El Gerente de producción llena los datos correspondientes al tipo de producto solicitado en un “Juego de Tarjetas Kanban”, es decir en todas y cada una de las Tarjetas Tipo 1 y 2 que sean necesarias para el Ensamblaje y Acabados del producto.
2. El Gerente de producción, coloca el Juego de Tarjetas de acuerdo a la secuencia lógica de fabricación en el tablero de Kanbanes en la primera columna denominada INICIO.
3. El Jefe de sección de maquinado a medida que vaya cortado y plegado el conjunto de piezas correspondientes a cada tarjeta, irá moviendo estas a la columna 2 Maquinado, excepto la tarjeta Tipo 2.
4. Cuando las piezas pasen a la siguiente Sección: Lavado y Fondeo, el operario de esta moverá la(s) tarjeta(s) a la columna 3.
5. El jefe de cada uno de los grupos de trabajo de Ensamblaje deberá mover la(s) tarjeta(s) a la siguiente columna cuando este retire las piezas fondeadas. Se debe aclarar que todas las tarjetas Tipo 1 llegan hasta este proceso, ya que luego se convierte en un solo producto ensamblado por lo que de aquí en adelante se utiliza la Tarjeta Tipo 2.
6. El Jefe de sección de Ensamblaje coloca todo el grupo de tarjetas Tipo 1, en la caja ubicada bajo el Tablero de Kanbanes y mueve la tarjeta Tipo 2 de la columna 1 (Inicio) a la columna 4 (Ensamblaje).

7. El jefe de sección de pintura colocará la tarjeta tipo 2 en la siguiente columna (Pintura), cuando el producto sea trasladado a esta sección.
8. El operario de acabados moverá la tarjeta a la siguiente columna, antes de iniciar las actividades correspondientes al acabado del producto. Cuando el producto esté terminado, la tarjeta será colocada en última columna (Entrega).
9. El Gerente de producción retirará la tarjeta de la última columna siempre y cuando el producto ya haya sido entregado al cliente; además retirará de la caja las tarjetas Tipo 1; limpiará la información contenida en estas y las archivará para su posterior uso.

Para una efectiva implementación del Flujo de Kanbanes, el equipo de trabajo se encarga de difundir la forma de funcionamiento del Tablero de Kanbanes y el papel que desempeña cada operario en el manejo de este; además de responder a inquietudes que se presenten.

4.2.3.1.1. Reglas para el uso de Kanbanes en ESMETAL S.A.

Para el buen manejo de las Tarjetas del Tablero de Kanbanes y evitar malas interpretaciones dentro del proceso de producción, se deben cumplir varias normas establecidas y difundidas por el equipo de trabajo.

Regla 1:

Las tarjetas serán movidas únicamente cuando el producto esté en el proceso que indica el Tablero, estas no pueden ser movidas prematuramente o con retraso, la tarjeta avanza a la par que se fabrica el producto.

Regla 2:

El equipo de trabajo designa a las personas encargadas para la manipulación de las tarjetas, las cuales serán los responsables directos de que la información contenida en el Tablero sea verás.

Regla 3:

Todos deben procurar el buen cuidado de las tarjetas y evitar que estas se deterioren, ensucien o se pierdan.

Regla 4:

Se deberá producir sólo el conjunto de piezas necesarias de acuerdo a las especificaciones de las tarjetas, es decir la cantidad necesaria en el momento adecuado determinado por el Proceso Halador (Ensamblaje)

Regla 5:

Para los trabajadores, las tarjetas Kanban se convierten en su fuente de información para la producción ya que estos dependerán del Tablero de Kanbanes para llevar a cabo su trabajo. No vale especular sobre si el proceso siguiente va a necesitar más o menos material.

Regla 6:

El personal de producción debe garantizar que el Conjunto de Piezas enviadas a la siguiente sección estén libres de defectos y fallas, si hay algún problema de calidad, se debe definir una acción correctiva.

Regla 7:

Respetar las reglas anteriores además, el sistema Kanban deberá ser actualizado constantemente y mejorado continuamente

4.2.3.2. Señalización de las áreas de trabajo

Para complementar el Sistema Kanban, se ha visto necesario señalar las áreas de trabajo, lo que permite implantar una forma de administración visual de las zonas destinadas a cada sección, de una manera fácilmente observable por los operadores.

En primera instancia se han elaborado letreros con los nombres respectivos de cada sección así como de áreas de uso múltiple como vestidores y baños; bodegas; maquinaria y materiales de uso frecuente; y sitios destinados a residuos y desperdicios.

La señalización permite conocer con precisión a cualquier persona que pertenezca o no a la empresa, en que parte del proceso de elaboración se encuentra el producto.

4.2.3.2.1. Señalización de la Materia Prima

Para la clasificación adecuada y evitar pérdidas de tiempo identificando el tipo y espesor de materia prima de las planchas de acero, se ha elaborado etiquetas de información sobre estas, las mismas que han sido colocadas en la parte superior de los compartimentos asignados para el almacenamiento.

4.2.3.2.2. Señalización de Piezas para el Ensamblaje

Para evitar la confusión de los operarios al tomar las piezas de la sección de lavado y fondeo para el proceso de ensamblaje, se ha asignado y señalado un espacio para agrupar las piezas correspondientes a cada producto con un letrero el cual contiene el nombre y color de cada categoría.

Luego que las piezas fondeadas estén secas, el operario de la sección de lavado y fondeo las agrupará de acuerdo al producto y especificaciones del mismo y las colocará en el espacio asignado, además debe completar la información (con marcador de tiza líquida) de la Tarjeta de Identificación del Conjunto de Piezas (*Figura 4.7*) y pegarla en estas.

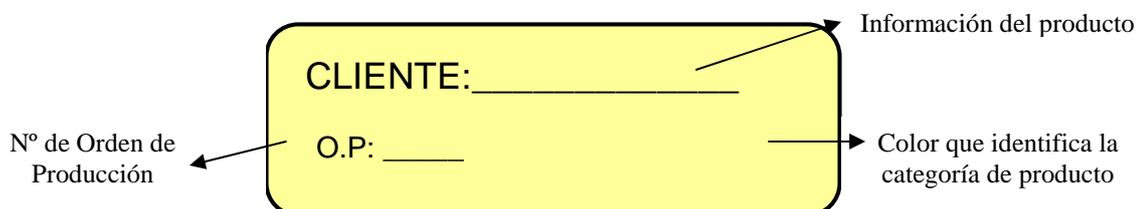


FIGURA 4.7: Tarjeta Kanban de Identificación para Lavado y Fondeo

Cuando el operario encargado de ensamblaje vaya a retirar las piezas para el armado del producto, entregará la tarjeta de identificación al operario de lavado y fondeo quien la limpia y almacena para su posterior utilización. Para el uso de esta Tarjeta Kanban de Lavado y Fondeo se debe cumplir también las reglas establecidas anteriormente.

De esta manera no se tendrá dificultad en encontrar las piezas y se evitará problemas y demoras por confusiones.

4.2.4. APLICACIÓN DE CAMBIOS RÁPIDOS DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

En ESMETAL S.A. la mayor parte de los procesos para la transformación de la materia prima en producto terminado se lo realiza en forma manual, tan sólo en la sección de Maquinado es en donde se concentran las máquinas en las que se realizan cambios de línea significativos para elaborar los diferentes tipos de piezas de acuerdo a los espesores que implican cada modelo de estas.

Dentro de esta empresa se considera como cambio de línea al cambio de la cuchilla superior o inferior de la máquina plegadora para la realización de un doblez diferente en una pieza de acuerdo a su espesor.

Por esta razón se ha centrado en mejorar y estandarizar los cambios de líneas de las Máquinas Plegadora 1 y 2 que tienen idéntico funcionamiento, ya que en la Guillotina no se requiere ninguna modificación.

Aproximadamente con un operario realizando el cambio de línea, mientras el otro realiza una actividad diferente, se toma alrededor de 40 minutos promedio de acuerdo al análisis de actividades de los anexos de toma de tiempos de las diferentes carrocerías.

El tiempo empleado no es muy representativo pero si sería importante simplificarlo para realizar un alistamiento de las dos máquinas más rápido y utilizar este período en actividades que agreguen valor.

El equipo de trabajo junto con los operarios de la sección de maquinado se han reunido con el fin de estandarizar la forma más idónea y óptima de realizar los cambios de línea para las Plegadoras 1 y 2.

Generalmente se trata de eliminar actividades que no agregan valor o tiene mucho espacio de duración que ni siquiera se notan pues el personal los ha experimentado tanto tiempo que ya los considera parte de la manera de hacer las cosas.

Por otro lado, se ha expuesto el tema de seguridad al realizar los cambios de línea el cual requiere de mayores consideraciones y cuidado para evitar accidentes de trabajo al manipular las cuchillas por el peso y tamaño de estas, procurando el bienestar de quienes las operan.

La plegadora Mecánica (Plegadora 1) tiene capacidad de plegado de espesores de 1,00mm a 6,00mm de planchas lisas o diamantadas de longitud de hasta 2.000mm, es utilizada para la elaboración de casi todas las piezas que conforman los soportes de las estructuras de las carrocerías; la cuchilla superior debe ser cambiada de acuerdo al espesor de la materia prima y la cuchilla inferior de acuerdo al tipo de pliegue que requiera la pieza.

La plegadora Hidráulica (Plegadora 2) tiene capacidad de plegado de espesores de 0,5mm a 1,50mm de planchas lisas de longitud de hasta 1.500mm, es utilizada para dar forma redonda a las piezas que por lo general son postes y frente superior de furgones y casetas, además son empleadas para prensar las piezas que conforman el complemento perfil puerta; la cuchilla superior e inferior deben ser cambiadas de acuerdo a la forma que se requiera.

4.2.4.1. Análisis de las etapas para Cambios Rápidos de Líneas

Las máquinas plegadoras no son automáticas, son los operarios los que activan mecanismos para que estas funcionen a la par que ellos mueven las planchas para que tomen la forma requerida; razón por la cual no se pueden realizar preparativos durante el funcionamiento de estas pues ellos las manipulan.

Se ha realizado el siguiente análisis para eliminar actividades que no agregan valor durante los cambios de líneas al realizar varios tipos de piezas:

- 1. Eliminación del tiempo externo:** Para optimizar tiempo externo, antes de cualquier cambio de línea se ha planteado que los dos operarios de esta sección deben tener preparadas las cuchillas (superior o inferior) que se van usar, estar colocadas en un coche transportador y aseguradas adecuadamente.
- 2. Eliminación de tiempo de búsqueda:** para cualquier cambio de línea los operarios deben tener agrupadas herramientas y materiales a utilizarse en una zona cercana a estas para su fácil y rápido acceso.
- 3. Estandarización del Proceso:** Para la estandarización de los cambios de cuchilla superior e inferior de las Plegadoras 1 y 2 se ha considerado una serie de

actividades específicas que permitan precisar y unificar el tiempo empleado de acuerdo a parámetros; y preestablecer herramientas fijas que serán usadas cada vez que se requiera un cambio de modelo en las piezas.

El equipo de trabajo en conjunto con los operarios de la sección de Maquinado ha considerado las actividades que son necesarias y los responsables para estas, al momento de realizar un cambio de línea, el mismo que será dirigido por el Operario 1 (Jefe de sección).

A continuación se detallan las actividades en el siguiente cuadro:

| CAMBIO DE LÍNEA EN PLEGADORAS EN ESMETAL S.A. | | | |
|--|---|--------------------|-----------------------|
| Nº | Actividad | Responsable | Observación |
| 1 | Apagar máquina plegadora | Operario 1 | Actividades Paralelas |
| 2 | Preparar herramientas para cambio de línea (llave y martillo) | Operario 2 | |
| 3 | Traer coches transportadores A y B | Operario 1 y 2 | |
| 4 | Buscar cuchilla adecuada en estantería de acuerdo al modelo de nueva pieza. | Operario 1 | |
| 5 | Colocar nueva cuchilla sobre coche transportador A | Operario 1 y 2 | |
| 6 | Aflojar tuercas de Plegadora que sujetan a cuchilla | Operario 1 | Actividades Paralelas |
| 7 | Colocar coche transportador B junto a Plegadora | Operario 2 | |
| 8 | Desmontar cuchilla de la máquina Plegadora | Operario 1 y 2 | |
| 9 | Colocar cuchilla utilizada en coche transportador B | Operario 1 y 2 | |
| 10 | Llevar coche transportador B junto a estantería | Operario 1 y 2 | |
| 11 | Poner cuchilla utilizada en estantería | Operario 1 y 2 | |
| 12 | Llevar coche transportador A con la nueva cuchilla junto a la máquina plegadora | Operario 1 y 2 | |
| 13 | Montar nueva cuchilla en máquina plegadora | Operario 1 y 2 | |
| 14 | Colocar tuercas para sujetar cuchillas | Operario 1 y 2 | |
| 15 | Cuadrar nueva cuchilla | Operario 1 y 2 | |

| | | | |
|----|---|----------------|--|
| 16 | Ajustar tuercas de nueva cuchilla en Plegadora | Operario 1 y 2 | |
| 17 | Encender Plegadora | Operario 1 | |
| 18 | Verificar cuadro de nueva cuchilla | Operario y 2 | |
| 19 | Guardar Herramientas utilizadas | Operario 2 | |
| 20 | Devolver coche transportador a sus lugares correspondientes | Operario 1 y 2 | |

CUADRO 4.4: Cambio de línea de plegadoras en ESMETAL S.A.

Este conjunto de pasos se aplican a cambios de línea de las Plegadora 1 y 2 y para cuchillas superiores e inferiores.

Luego de establecer las actividades, los operarios de esta sección realizaron las actividades a manera de práctica y se concluyó que el tiempo estimado para realizar este cambio de línea es de aproximadamente 20 minutos promedio, tiempo que ha sido validado en el *Anexo 5*

Es importante considerar que esta reducción es posible ya que los dos operarios participan activamente del proceso de cambio de línea y dan un mejor uso a las herramientas lo que reduce tiempo y permite que en esta actividad el esfuerzo físico sea menor y los operarios estén más seguros al momento de manipular las cuchillas.

4.2.5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO

Un elemento clave para asegurar que el proceso sea previsible y se pueda cumplir el tiempo de entrega del producto al cliente, es el buen funcionamiento de la maquinaria y equipos y evitar de esta manera las paralizaciones por averías.

El equipo de trabajo al igual que en la implementación de las herramientas técnicas administrativas descritas anteriormente, ha dado la iniciativa para establecer un programa de mantenimiento para la maquinaria y equipos haciendo énfasis en los Pilares del Programa de Mantenimiento Total Productivo.

4.2.5.1. Pilares del Mantenimiento Total Productivo

En el programa de Mantenimiento Total Productivo de ESMETAL S.A. el operario participa en muy alto grado, pues es el responsable del mantenimiento preventivo a manera de rutina y debe ser quien primero advierta acerca de los problemas que detecte en las maquinarias que opera, para recurrir en el menor tiempo posible al mantenimiento correctivo y de esta manera contribuir a la conservación de los equipos.

Participación del Operario: el operario es quien crea un sentido de “pertenencia” sobre el equipo, conoce su funcionamiento básico y posee iniciativa para resolver problemas menores al operar su máquina o equipo de manera rápida y ágil.

Mantenimiento Preventivo: realizado por operarios haciendo tareas simples de mantenimiento en sus equipos como limpieza, lubricación y pequeños ajustes de acuerdo al período establecido, así como el reporte de “anormalidades”, en el caso de que se produzcan, para lo cual el Equipo de trabajo en conjunto con los operarios han designado a cada una de las secciones responsables del mantenimiento preventivo de ciertas maquinarias y equipos de acuerdo a los conocimientos que poseen para operar y dominar el funcionamiento de estos, información que se presenta en el siguiente cuadro:

| PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO EN ESMETAL S.A. | | | | |
|---|----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Cant | Equipo | Período de Mantenimiento | Actividad | Responsable |
| 1 | Guillotina | Semanal | Limpieza y Lubricación | Sección de Maquinado |
| 1 | Plegadora Mecánica | Semanal | Limpieza y Lubricación | |
| 1 | Plegadora Hidráulica | Semanal | Limpieza y Lubricación | |
| 1 | Pullman | Quincenal | Limpieza y Ajuste | |
| 1 | Roscadora | Mensual | Limpieza y Lubricación | Sección Ensamblaje 1 |
| 3 | Soldadoras | Semanal | Limpieza y Ajuste | |
| 1 | Remachadora | Semanal | Limpieza y Ajuste | |
| 1 | Esmeril | Semanal | Limpieza y Ajuste | |
| 1 | Troqueladora | Mensual | Limpieza y Lubricación | Sección Ensamblaje 2 |
| 1 | Taladro Columna | Quincenal | Limpieza y Lubricación | |
| 4 | Soldadoras | Semanal | Limpieza y Ajuste | |
| 1 | Remachadora | Semanal | Limpieza y Ajuste | |
| 1 | Esmeril | Semanal | Limpieza y Ajuste | |
| 1 | Taladro Sobremesa | Quincenal | Limpieza y Lubricación | Sección Ensamblaje 3 |
| 2 | Soldadoras | Semanal | Limpieza y Ajuste | |
| 1 | Esmeril | Semanal | Limpieza y Ajuste | |
| 1 | Remachadora | Semanal | Limpieza y Ajuste | |

| | | | | |
|---|-----------------------|-----------|------------------------|-----------------|
| 1 | Equipo Airless | Semanal | Limpieza y Ajuste | Secciones |
| 1 | Inyectora Poliuretano | Mensual | Limpieza y Lubricación | Lavado y FONDEO |
| 2 | Pulidoras | Semanal | Limpieza y Ajuste | Pintura |
| 2 | Compresores | Quincenal | Limpieza y Ajuste | Acabados |

CUADRO 4.5: Programa de Mantenimiento Total Productivo en ESMETAL S.A.

Mantenimiento Correctivo: a lo largo de la reunión realizada con los operarios, estos han concientizado su comportamiento frente a daños o inconvenientes ocasionados en máquinas que ellos manipulan, y concluyeron que toda anomalía o problema de gran magnitud deberá ser comunicado inmediatamente a Gerencia de Producción, pues antes por temor a que los inculpen del daño, no lo mencionaba.

4.2.5.2. Reglas del Programa de Mantenimiento Total Productivo

Para la implementación exitosa de este Programa se han elaborado conjuntamente normas que todos los operarios deben cumplir:

Regla 1:

Los operarios deben limpiar e inspeccionar la maquina y equipo designado de acuerdo al período de tiempo determinado en el *Cuadro 4.5*, así estos no hayan sido utilizados frecuentemente.

Regla 2:

Si el problema que se advierte en la maquinaria o equipo no es de gran magnitud, este puede ser reparado con el conocimiento y habilidades que posee el operario a cargo de estas.

Regla 3:

Si una máquina o equipo posee un problema que esté fuera del alcance para ser resuelto por un operario se deberá comunicar inmediatamente al Gerente de Producción.

Regla 4:

Antes de iniciar el proceso de mantenimiento preventivo (limpieza, lubricación o ajuste), el operario deberá contar con todos los materiales y herramientas necesarias.

Regla 5:

Luego de realizar el mantenimiento preventivo en la respectiva máquina o equipo designado, llenar el formulario expuesto en el *Anexo 6* para llevar un control mensual, el jefe de sección será el responsable de delegar actividades de mantenimiento a sus operarios.

Regla 6:

Llenar adecuadamente el formulario de “Informe Mensual de Mantenimiento Preventivo”, de acuerdo a lo difundido; en caso de alguna inquietud consultar con cualquier miembro del Equipo de Trabajo.

Regla 7:

Entregar el formulario “Informe Mensual de Mantenimiento Preventivo” al Gerente de Producción al cumplir con todas las revisiones y plazos establecidos.

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Los elementos de conocimiento técnico administrativos propuestos por el Sistema de Producción Esbelta adquiridos por los directivos y operarios de la empresa a lo largo de la implementación, proporcionan gran satisfacción personal y seguridad en el trabajo al practicar una Filosofía de Calidad; además hacen al proceso de producción de ESMETAL S.A., más rápido, más flexible, más seguro y sobre todo más productivo.

Por otro lado, se ha logrado eliminar la mayoría de las actividades que no agregan valor al proceso productivo, además con una adecuada administración de la producción se ha eliminado tiempos innecesarios de espera y actividades ajenas al producto.

En el *Cuadro 4.6* se puede observar como poco a poco a medida que se han ido implementando las herramientas Lean se han ido reduciendo el tiempo de ciclo de producción y con ello la entrega del producto al cliente en períodos más cortos.

| TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCIÓN PARA CARROCERÍAS EN ESMETAL S.A. | | | | |
|--|--|---------------------------------|---------------|-----------------|
| CANT | DESCRIPCIÓN | PROCESO PRODUCTIVO | | TIEMPO DE CICLO |
| | | Fecha Inicio | Fecha Entrega | |
| 1 | Furgón para chasis HINO DUTRO | 06-Jun | 28-Jun | 20 |
| 1 | Furgón para chasis JAC | 06-Jun | 27-Jun | 19 |
| 1 | Caseta para Camioneta MAZDA | 12-Jun | 26-Jun | 13 |
| 1 | Plataforma tipo taller para chasis HINO DUTRO MM | 13-Jun | 12-Jul | 26 |
| 1 | Furgón para chasis NKR II | 13-Jun | 03-Jul | 18 |
| 1 | Furgón para chasis HINO DUTRO | 16-Jun | 04-Jul | 18 |
| 1 | Caseta para Camioneta CHEVROLET DIMAX | 21-Jun | 04-Jul | 12 |
| 1 | Furgón para chasis HINO DUTRO | 26-Jun | 14-Jul | 17 |
| 1 | Furgón para chasis CHEVROLET NPR | 28-Jun | 17-Jul | 17 |
| | | PROMEDIO TIEMPO DE CICLO | | 18 |

CUADRO 4.6: Tiempo de ciclo de producción para carrocerías en ESMETAL S.A.

Con esto las piezas de un producto no están expuestas a daños por largos períodos de espera, los empleados han organizado y mantenido el orden en el manejo de herramientas, los cambios de línea aunque no poseen un tiempo significativo se han reducido y los más importante han sido estandarizados y son más seguros; a la maquinaria y equipos se les dedica un mayor tiempo de mantenimiento alargando así la vida útil de estos y evitando paros innecesarios por averías.

Con el proceso de mejora continua en el que están inmersos todos los miembros de ESMETAL S.A., se espera reducir aún más el tiempo de ciclo actual.

4.3.1. RECOLECCIÓN DE DATOS LUEGO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA

Para comparar el tiempo de ciclo de producción y con ello el porcentaje de actividades que agregan y no valor en relación a datos recolectados antes de la implementación, se ha considerado el análisis detallado del producto que posee mayor demanda en el mercado, tal es el caso del Furgón.

En base al *Anexo 6* en donde se muestra el tiempo empleado en cada una de las actividades para producir un Furgón Estándar (sin aislamiento térmico) de 4500mm de largo, 2150mm

de ancho y 2150mm de alto para chasis Chevrolet NPR identificado como F4500-L; se ha elaborado el siguiente cuadro:

| RESUMEN DE HORAS TRABAJADAS POR DÍA EN F4500-L | | | | | | | | | | |
|---|---------------|------------------------------|--------------|----------------|--------------|------------------------------|--------------|----------------|--------------|------------------|
| Días | | Actividades Generales | | | | Actividades Paralelas | | | | TIEMPO |
| Calend | Labor. | Desde | Hasta | No acum | Total | Desde | Hasta | No acum | Total | TRABAJADO |
| 28-Jun | 1 | 8:03:00 | 15:58:00 | 0:35:00 | 7:20:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 7:20:00 |
| 29-Jun | 2 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 30-Jun | 3 | 8:11:00 | 15:41:00 | 0:35:00 | 6:55:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 6:55:00 |
| 01-Jul | 4 | 7:23:00 | 11:58:00 | 0:05:00 | 4:30:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 4:30:00 |
| 03-Jul | 5 | 8:10:00 | 15:43:00 | 0:35:00 | 6:58:00 | 8:36:00 | 11:13:00 | 0:05:00 | 2:32:00 | 9:30:00 |
| 04-Jul | 6 | 8:45:00 | 16:39:00 | 0:35:00 | 7:19:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 7:19:00 |
| 05-Jul | 7 | 8:29:00 | 15:15:00 | 0:35:00 | 6:11:00 | 12:30:00 | 13:39:00 | 0:00:00 | 1:09:00 | 7:20:00 |
| 06-Jul | 8 | 7:21:00 | 17:15:00 | 2:59:00 | 6:55:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 6:55:00 |
| 07-Jul | 9 | 8:04:00 | 15:08:00 | 0:00:00 | 7:04:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 7:04:00 |
| 08-Jul | 10 | 7:15:00 | 11:57:00 | 0:00:00 | 4:42:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 4:42:00 |
| 10-Jul | 11 | 8:11:00 | 14:52:00 | 0:35:00 | 6:06:00 | 8:57:00 | 13:32:00 | 0:35:00 | 4:00:00 | 10:06:00 |
| 11-Jul | 12 | 8:42:00 | 15:48:00 | 0:35:00 | 6:31:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 6:31:00 |
| 12-Jul | 13 | 0:21:00 | 16:10:00 | 6:54:00 | 8:55:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 8:55:00 |
| 13-Jul | 14 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| 14-Jul | 15 | 7:41:00 | 16:16:00 | 0:35:00 | 8:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 8:00:00 |
| 15-Jul | 16 | 8:14:00 | 11:58:00 | 0:05:00 | 3:39:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 3:39:00 |
| 17-Jul | 17 | 7:04:00 | 13:28:00 | 0:35:00 | 5:49:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 5:49:00 |
| TOTAL | | 96:54:00 | | | | 7:41:00 | | | | 104:35:00 |

CUADRO 4.7 Resumen de Horas trabajadas por día en F4500-L

Se puede observar el número de horas trabajadas por día sean actividades generales o paralelas, al igual que en el análisis de situación actual desarrollada en el capítulo 3, no se ha considerado tiempos correspondientes a receso, almuerzo y lapsos de una sección a otra en los que no se trabaja en el producto.

En la siguiente figura se muestra la proporción de tiempo trabajado diariamente en el proceso de fabricación, donde claramente se observa que es mínimo el tiempo de espera entre días.

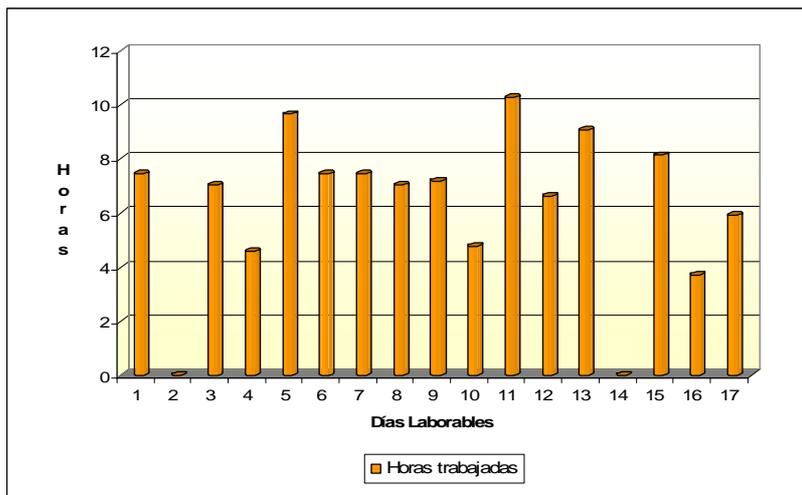


FIGURA 4.8: Resumen de Horas trabajadas por día en F4500-L

Para la elaboración del F4500-L se han empleado 104 horas con 35 minutos distribuidos en 871 actividades generales y 136 actividades paralelas, lo que da un total de 1007.

Mediante el análisis de valor agregado realizado en el *Anexo 12* se tiene los siguientes resultados:

| ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DE F4500-L | | |
|--|-------------|-------------|
| Detalle | Nº | % |
| Agregan valor | 781 | 77,6% |
| No agregan valor | 222 | 22,0% |
| Esperas | 4 | 0,4% |
| TOTAL | 1007 | 100% |

CUADRO 4.8 Actividades para la elaboración de F4500-L

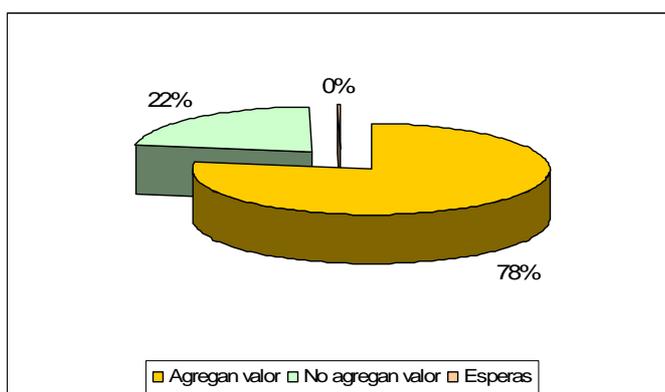


FIGURA 4.9: Actividades para la elaboración de F4500-L

4.3.2. MAPEO DE FLUJO DE VALOR LUEGO DE LA IMPLEMENTACIÓN

En base al *Anexo 12* se ha elaborado el Mapeo de Flujo de Valor luego del proceso de implementación del Sistema de Producción Esbelta considerando los principios generales para el desarrollo de este, detallados en el capítulo anterior.

En el *Cuadro 4.9* se muestra el incremento en porcentaje de horas de valor agregado luego de la implementación.

| SECCIÓN | HORAS VALOR AGREGADO | | |
|---------------|----------------------|-----------------|--------------------------|
| | ANTES | AHORA | PORCENTAJE DE INCREMENTO |
| Maquinado | 05:20:10 | 04:31:21 | -17.99% |
| Lavado/Fondeo | 11:37:24 | 13:47:40 | 15.74% |
| Ensamblaje | 32:44:13 | 36:02:44 | 9.18% |
| Montaje | 12:48:49 | 14:44:46 | 13.11% |
| Pintura | 13:33:16 | 12:30:17 | -8.39% |
| Acabados | 03:06:28 | 3:53:45 | 20.23% |
| TOTAL | 79:10:20 | 85:30:33 | 7.41% |

CUADRO 4.9: Horas de valor Agregado.

En el siguiente cuadro se observa en porcentaje como disminuye las horas trabajadas a lo largo del proceso de fabricación:

| SECCIÓN | HORAS TRABAJADAS | | |
|---------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | ANTES | AHORA | PORCENTAJE DE REDUCCIÓN |
| Maquinado | 11:04:00 | 07:35:00 | 31.48% |
| Lavado/Fondeo | 17:25:00 | 14:43:00 | 15.50% |
| Ensamblaje | 52:28:00 | 44:43:00 | 14.77% |
| Montaje | 15:21:00 | 16:09:00 | -5.21% |
| Pintura | 19:17:00 | 15:02:00 | 22.04% |
| Acabados | 4:57:00 | 06:22:00 | -28.62% |
| TOTAL | 120:32:00 | 104:34:00 | 13.25% |

CUADRO 4.10: Horas Trabajadas

En el *Cuadro 4.11* se muestra en porcentaje la disminución de días de trabajo empleados para la elaboración de un furgón.

| SECCIÓN | DIAS DE TRABAJO | | |
|---------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| | ANTES | AHORA | PORCENTAJE DE REDUCCIÓN |
| Maquinado | 2.0 | 1.4 | 31.48% |
| Lavado/Fondeo | 3.1 | 2.6 | 15.50% |
| Ensamblaje | 6.1 | 5.1 | 16.39% |
| Montaje | 2.4 | 2.5 | -5.21% |
| Pintura | 3.2 | 2.7 | 16.11% |
| Acabados | 0.9 | 1.1 | -28.62% |
| Esperas | 6 | 2 | 66.67% |
| TOTAL | 23 | 17 | 26.09% |

CUADRO 4.11: Días de Trabajo

En la *Figura 4.10* se puede observar que se redujo el tiempo de ciclo en la fabricación, a la vez que aumenta el promedio de horas de valor agregado y se reducen significativamente los días de espera.

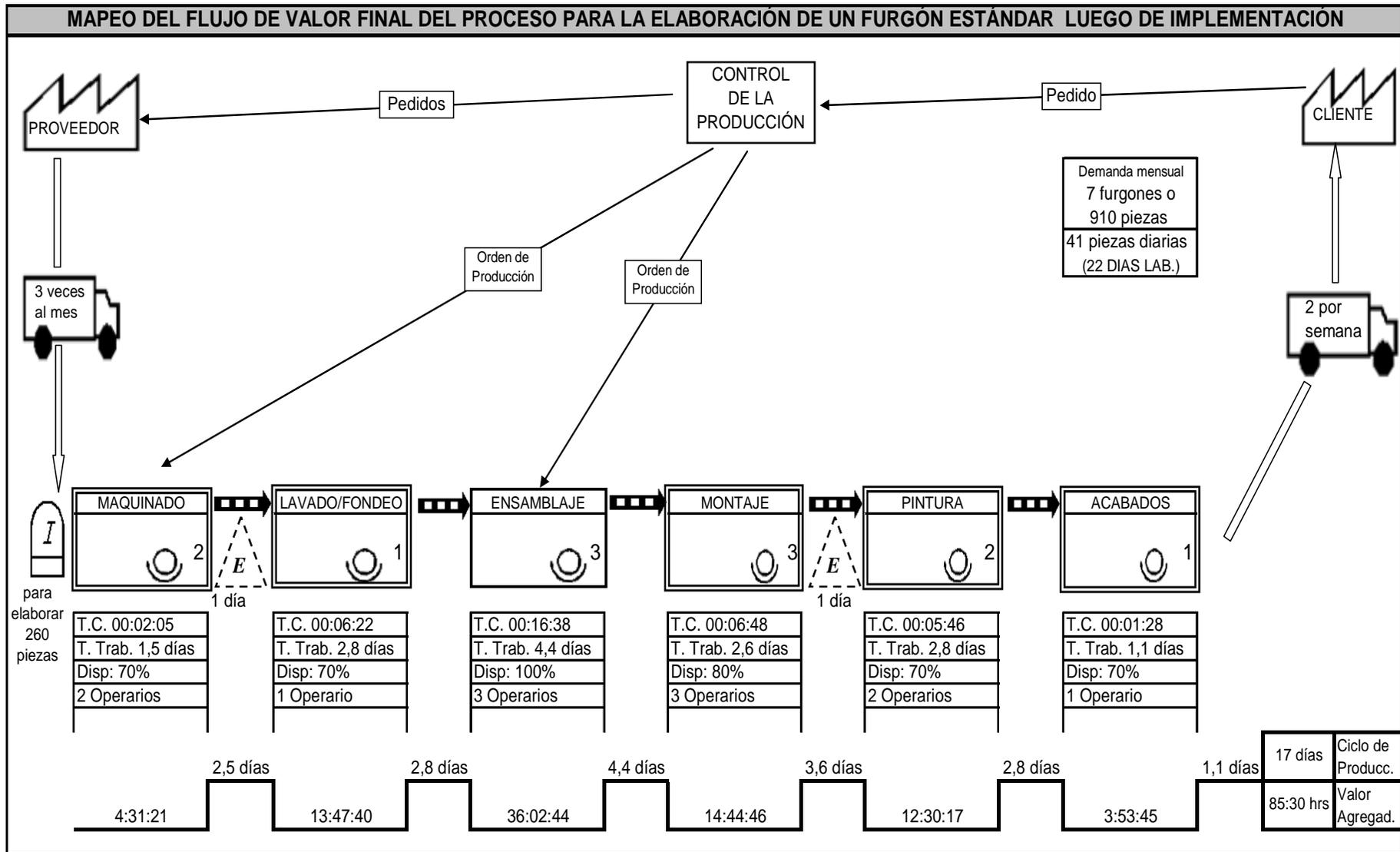


FIGURA 4.10: Mapeo de Flujo de Valor final para un Furgón Estándar luego de la implementación.

4.3.3. INDICADORES “LEAN”

Para conocer el progreso alcanzado sobre el proceso de producción de ESMETAL S.A., se ha hecho necesario el establecimiento de indicadores que midan el nivel de desempeño de dicho proceso antes y después de la implementación del Sistema de Producción Esbelta (Lean Manufacturing), los mismos que se muestran en el Cuadro 4.12, se han considerado como en casos anteriores al Furgón por ser el producto que utiliza el 70% de las disponibilidad de cada una de las secciones

| INDICADORES LEAN EN ESMETAL S.A. | | |
|--|-----------------|------------------------|
| INDICADOR | SIN LEAN | CON LEAN |
| Tiempo de ciclo* | 23 días | 17 días |
| Días de Espera* | 6 días | 2 día |
| Nº Total de Horas en Producción * | 120:42:00 horas | 104:35:00 horas |
| Nº de Horas de Valor Agregado* | 79:10:00 horas | 85:30:00 horas |
| Actividades que Agregan Valor* | 68,0% | 77,6% |
| Actividades que No Agregan Valor* | 28,0% | 22,0% |
| Esperas* | 4,0% | 0,4% |
| Reprocesos* | 3 | 0 |
| Retrazo en la entrega* | 2 días | 0 días |
| Control de mantenimiento de maquinaria** | Eventual | Planificado |
| Proceso de Cambio de Líneas** | Desordenado | Estandarizado |
| Áreas de trabajo** | No establecidas | Señalizadas |
| Manejo de herramientas** | Inadecuado | Apropiado y permanente |
| Flujo de producción ** | Interrumpido | Continuo |

*Para la elaboración de un Furgón

**Para todo el Proceso Productivo

CUADRO 4.12: Indicadores Lean en ESMETAL S.A.

Es importante considerar además aspectos generales y logros conseguidos a lo largo del proceso de implementación como:

- Buen desempeño del recurso humano de ESMETAL S.A., quien ha liderado el proceso de implementación al desarrollar la iniciativa, creatividad y capacidad de identificar problemas y buscar soluciones a estos.
- Existe un mejor control de las operaciones lo que permite reducir significativamente reprocesos por malos entendidos al cumplir órdenes de

producción y por otro lado prevenir las causas potenciales de accidentes.

- La aplicación del Sistema de Halado basado en las Tarjetas Kanban, ha permitido una retroalimentación rápida y una comunicación continua del proceso suministrador, ya que estos entregan lo necesario justo a tiempo, con lo que se elimina esperas innecesarias o excesos en la elaboración de piezas.
- Los operarios respetan las áreas asignadas para desechos y herramientas y procuran su orden permanente y limpieza.
- La estandarización del proceso de cambio de línea y el establecimiento de períodos específicos de mantenimiento de maquinaria y equipos otorgan fiabilidad y disponibilidad a estos.
- Se ha mejorado la calidad, el ambiente de trabajo al crearse una cultura de responsabilidad, disciplina, orden, cumplimiento y respeto por las normas desarrolladas en consenso y aprendizaje permanente.

Antes

- Trabajo Individual
- Orientación al proceso
- Centrada en el producto
- Reprocesos
- Lentitud de respuestas
- Conformismo

Ahora

- Trabajo en equipo
- Orientación al recurso humano
- Centrada en el cliente y la calidad
- Hacer bien desde la primera vez
- Respuestas flexibles y a tiempo
- Mejoramiento Continuo

- En cuanto a la satisfacción de sus clientes, la empresa ha aumentado su capacidad de respuesta a los requerimientos y cumplimiento de los mismos, en el plazo establecido y de productos con calidad.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente en este capítulo, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante el desarrollo del presente proyecto en la pequeña industria ESMETAL S.A.

5.1 CONCLUSIONES

De la aplicación de la metodología del Sistema de Producción Esbelta (Lean Manufacturing) en la empresa ESMETAL S.A., se concluye lo siguiente:

- Los directivos orientados hacia la calidad deben aprender a cambiar el enfoque, lo que significa cambiar primero la orientación al cliente y después hacia el proceso interno, para asegurar que el cliente obtenga lo que quiere.
- Para realizar una implementación del conjunto de elementos técnicos administrativos que propone el Sistema de Producción Esbelta, varias herramientas de la Gestión de la calidad fueron fundamentales ya que permitieron diagnosticar adecuadamente al proceso productivo y de esta forma analizar las principales causas de retrasos en la entrega del producto al cliente proporcionando las bases para la aplicación y la gestión eficaz de nuevas metodologías de producción.
- Resolver muchos de los problemas relacionados con los tiempos de entrega, permitió aprovechar las oportunidades, fortalecer a la organización y reducir los efectos de las debilidades y amenazas.
- Los resultados obtenidos a partir de la implementación del Sistema de Producción Esbelta en ESMETAL S.A. ha demostrado que esta filosofía es aplicable a todo tipo de organización sin importar el tamaño o proceso productivo ajustándolas siempre a la realidad de estas.

- La estructura de la pequeña industria, como es el caso de ESMETAL S.A. permite desarrollar un proceso de producción flexible, generando ventajas en la implementación del Sistema de Producción Esbelta, ya que no existen muchos niveles jerárquicos y la comunicación puede fluir en todas las direcciones.
- Las pequeñas empresas carecen generalmente de recursos económicos, por lo que los desembolsos de dinero son limitados. En ESMETAL S.A., los costos para implementar esta filosofía de Producción Esbelta no fueron significativos; al contrario fueron mínimos en comparación a los resultados obtenidos.
- Se ha expuesto que un programa de capacitación teórica-práctica sobre el Sistema de Producción Esbelta junto a un proceso efectivo y continuo de comunicación, permite que el recurso humano de una empresa asuma su compromiso de participación dentro del proceso de implementación y desarrolle la creatividad para la búsqueda de soluciones a los problemas detectados.
- El recurso humano de ESMETAL S.A. jugó un papel importante a lo largo del proceso de implementación ya que ofrecieron la apertura necesaria y se habituaron de una cultura de trabajo en equipo, creando un ambiente de confianza al momento de desempeñar sus actividades.
- Para iniciar un proceso de cambio en una Empresa se debe contar con la decisión y el apoyo de los directivos de la misma, ellos deben estar concientes de sus principales problemas y de que la mejor forma de solucionarlos es el trabajo conjunto con sus operarios.
- La implementación de las 5S, el funcionamiento del sistema de halado mediante Kanbanes, un programa de Mantenimiento total productivo y la estandarización de los cambios de línea han permitido optimizar el tiempo del proceso productivo además de ayudar a conservar adecuadamente la maquinaria y equipo; y mantener el orden y limpieza permanente en las áreas de trabajo.

- ESMETAL S.A., al adoptar la Filosofía Lean, reacciona con mayor agilidad, tiene la capacidad de cumplir con cualquier modelo de carrocería que solicite el cliente en el tiempo determinado.
- La disciplina es el canal entre el Sistema de Producción Esbelta y el mejoramiento continuo implica el respeto por sí mismo y por los demás, así como el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de ESMETAL.
- La Gestión de la Calidad lleva consigo grandes responsabilidades: satisfacer continuamente al cliente, mejorar los procesos y la más importante, ofrecer un entorno de aprendizaje dentro de la organización.
- La Manufactura Esbelta es una buena opción para las empresas que pretenden ser competitivas, pues es una filosofía de producción que busca reducir las actividades que no agregan valor para que las organizaciones sean más flexibles o Lean (delgadas), para adaptarse a los requerimientos del mercado cambiante.
- Una vez que una empresa se embarca en el camino de la calidad, nunca podrá permanecer estática, o considerar que ha alcanzado la cima en lo que a los logros en la calidad se refiere.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se debe concientizar al personal de cada sección sobre la importancia que tienen las actividades que se realizan para la toma de tiempos, de manera que reflejen la realidad del proceso productivo para que se pueda realizar un diagnóstico adecuado y veraz.

- Se hace necesario una amplia difusión del apoyo que la alta gerencia está dando a la implementación del proyecto y hacer notar que se trata de un cambio permanente de proceso y de actitud.
- Se debe buscar el apoyo de los operarios quienes conocen perfectamente los procesos que llevan y son los que ofrecen soluciones para mejorarlos.
- El gerente de producción debe visitar constantemente la planta de producción para que se fomente la comunicación continua con los operarios y conozca sus inquietudes y necesidades laborales.
- Se sugiere que los directivos de la organización determinen períodos para la toma de tiempos del producto de mayor demanda en el mercado para evaluar continuamente la aplicación de los elementos técnicos administrativos y conocer nuevas actividades que no agreguen valor y puedan ser reducidas o eliminadas.
- Es importante que los documentos y formularios sean diseñados de acuerdo a las necesidades y requerimientos de la empresa.
- La gerencia de producción debe proporcionar los medios necesarios y motivar constantemente a los operarios para que apliquen y mejoren continuamente los elementos técnicos administrativos Lean que ha sido implementados para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo.
- Los operarios y directivos deben cumplir siempre las reglas y normas establecidas para que las herramientas de la Filosofía Lean cumplan sus objetivos.
- Actualizar constantemente los registros y documentos ya establecidos en la Filosofía Lean de acuerdo a las necesidades que se vayan presentado con el tiempo, de esta manera se inicia un proceso de mejora continua.

- Los operarios deben poseer los conocimientos básicos necesarios para manipular su maquinaria y así mantenerla en condiciones óptimas para que funcione sin inconvenientes.
- Establecer los objetivos que se desean alcanzar en forma conjunta, pues uno de los grandes errores consiste en pretender que la gente trabaje en base a objetivos ya planteados, sin tomar en cuenta los de ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HAY Edward; *“Justo a tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva”*; Editorial Norma; Bogotá; 2002.
- INSOTEC (Instituto de Investigaciones Socio Económicas y Tecnológicas); *“La*

pequeña industria metalmecánica en el Ecuador”; Editorial Fraga; 1983.

- JAMES Paul; “*Gestión de la Calidad Total. Un texto Introductorio*”; Editorial Prentice Hall Iberia; Madrid; 2000.
- LU David; “*Kanban, Just in time Toyota*”; Editorial Productivity Press; Oregon; 1989.
- MARIÑO Hernando; “*Gerencia de Procesos*”; Editorial Alfaomega; Bogotá; 2001.
- MORA E, CASTILLO A; “*Manufactura Esbelta: La experiencia Mexicana*”; Editorial Expansión; México; 2001.
- ONHO Taiichi; “*Toyota Production System: Beyond large scale production*”; Editorial Productivity Press; Oregon; 1998.
- QUALIPLUS; “*Lean Production Taller para manejo de Flujo de Valor*”; Editorial Qualiplus; Quito; 2005.
- SCHONBERGER Richard; “*Técnicas Japonesas de Fabricación*”; Editorial Limusa; México; 1999.
- SHINGO Shigeo, “*Revolution in manufacturing: the SMED System*”; Editorial Productivity Press; Massachusetts; 1985.
- WOMACK J, JONES D; “*Lean Thinking – banish waste and create wealth in your corporation*”; Editorial Simon and Schuter; Boston; 1996.
- WOMACK, JONES, ROSS; “*The machine that changed the world*”; Editorial Macmillan; New York; 1990.

WEB SITES

- www.cidem.com/cidem/binaris/5S_tcm48-8182.pdf
- www.cnp.org.co/lean/lean.php
- www.dgip.ver.ucc.mx/DGIP/documentos/documentos.htm

- www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/tiemposymovimientos.htm
- www.gestiopolis.com/la_empresa_magra
- www.institutolean.org/instituto.html
- www.leaninstitute.org
- www.primexpr.org

GLOSARIO

Aislamiento térmico: tratamiento especial de acondicionamiento a través de la inyección de poliuretano que se le da al furgón o caseta, especialmente cuando la carga a transportar debe mantenerse fría.

Análisis FODA: análisis del ambiente interno y externo de la empresa.

ANSI: American National Standard Institute.

Calidad: grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos (necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria).

Cambio de línea: proceso que implica el cambio de las partes de una máquina para elaborar un nuevo modelo de pieza.

Capacidad instalada: aptitud de la maquinaria para realizar un producto que cumple los requisitos para ese producto.

Caseta: carrocería metálica de carga que se monta sobre la base del balde del vehículo.

Cliente: organización o persona que recibe un producto.

Colocar: alinear objetos y ajustar unos en otros.

Comunicación: proceso que establece cómo se identifica, asimila e intercambia información en un período de tiempo lo que permite a las personas llevar a cabo sus responsabilidades.

Defecto: incumplimiento de un requisito.

Desperdicio: parte de una cosa que no se utiliza, o que no es posible o fácil aprovecharla. Se denomina así al sobrante de plancha o lámina, generado por la diferencia entre el ancho ocupado y el ancho real de la plancha.

Ensamblaje: actividades realizadas para la unión de partes y piezas de carrocerías como son el piso, los postes, el techo, los forros, etc.

Estandarización: ajustar el proceso a un único modelo general aceptado por todos.

Expectativas del cliente: lo que el cliente espera del producto y de cómo utilizarlo.

Fallas: defecto material de un producto o proceso.

Flujo de valor: son todas las actividades realizadas para diseñar, vender y suministrar un producto específico, desde la concepción de la materia prima hasta las manos del consumidor.

Fondeo: actividades de preparación de las piezas metálicas, realizadas para poder obtener una buena adherencia de la pintura final

Furgón: carrocería metálica de carga utilizada por vehículos grandes como los camiones

Gestión de la calidad: sistemas de funcionamiento de gestión basado en una cultura e ideología que busca la mejora continua del sistema completo de la organización, para satisfacer siempre al cliente.

Herramientas de Gestión de la Calidad: métodos estructurados usados para analizar los datos generados por un proceso para el desarrollo más eficaz de este.

Implementación: la aplicación de esfuerzo para conseguir un conjunto de objetivos o planes establecidos.

Instrumentos manuales de trabajo: herramientas utilizadas para realizar un trabajo manual.

Kanban: el término japonés Kanban significa "tarjeta de señal".

Maquinado: actividades que involucran el corte y formación de piezas necesarias mediante el plegado para la elaboración de carrocerías.

Mejora Continua: dirección positiva tomada a través de la aplicación de pasos crecientes para la continuidad del flujo de decisiones adoptadas en un período de tiempo.

Montaje: actividades relacionadas con la fijación de la base para la carrocería, además de la colocación de partes adicionales.

Orden de producción: documento elaborado por la gerencia de producción para iniciar el proceso de fabricación de un producto detallado en la misma.

Poliuretano: compuesto químico utilizado para aislar térmicamente a las carrocerías.

Proceso de Producción: conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Producción Esbelta (Lean Manufacturing): es un sistema que permite eliminar actividades que no añaden valor a los procesos y/o productos para que fluyan más rápido, con calidad y que el cliente lo reciba cuando lo necesite.

Producción: sistema de fabricación de productos por medio de procedimiento mecánicos.

Producto: resultado de un proceso.

Recurso humano: está conformado por el grupo de personas que trabajan dentro de una empresa cumpliendo diferentes tareas asignadas.

Satisfacción al Cliente: percepción del cliente sobre el grado en el que ha cumplido sus requisitos.

Single Minute Exchange of Die (SMED): significa "Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito".

Sistema: es un todo organizado con lógica, en que el funcionamiento global es mayor que la suma de sus partes.

Sistema de Halado: es un sistema de producción donde cada operación estira el material que necesita de la operación anterior.

Texapón (cp100): detergente 100% activo biodegradable que es utilizado para la eliminación de las grasas de las piezas metálicas.

Tiempo de ciclo: serie de acciones que una vez que terminan vuelven a repetirse en el mismo orden.

Tiempo de entrega: período de tiempo comprendido entre el pedido del producto y la entrega del mismo al cliente.

Total Productive Mantaince (TPM): significa Mantenimiento Total Productivo.

Trasladar: cambiar el objeto de lugar.

ANEXOS

ANEXO N° 1

FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS

ANEXO N° 2

TALLER DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL

- **CERTIFICADO**
- **PRESENTACIÓN EN DIAPOSITIVAS**
- **INSTRUCCIONES**

TALLER DE PRODUCCIÓN ESBELTA (LEAN MANUFACTURING)



EMPRESA ESMETAL S.A.

Instrucciones

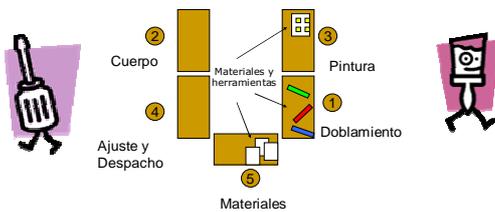


- La meta es fabricar 18 avioncitos en 3 minutos.
- La cantidad mínima aceptable por entrega al cliente es de 3 avioncitos
- Tiempo más allá de 3 minutos es considerado extra, CON costo adicional
- Cada grupo tiene 2 minutos máximo adicionales. El cliente recibirá todos los avioncitos entregados (hasta el límite de 18)
- Cuando termine el tiempo, el cliente detendrá el cronómetro



Secciones de producción

DISTRIBUCIÓN DE LAS SECCIONES DE TRABAJO



Distribución de las instalaciones de producción de cada una de las empresas conformadas para el taller

Reglas de la ronda 1



- No es permitido hablar
- No se pueden cambiar instrucciones
- No es permitido abandonar el sitio de trabajo.
- No se puede alterar las posiciones de las estaciones de trabajo
- La calidad es responsabilidad de cada uno



INFORME FINANCIERO EMPRESA AVIONCITO S.A.

Grupo: _____

| DETALLE | # | RONDA 1 | # | RONDA 2 | # | RONDA 3 | # | RONDA 4 |
|--------------------------|--------------------|---------|---|---------|---|---------|---|---------|
| INGRESOS | | | | | | | | |
| Aviones vendidos | \$100 (cada avión) | | | | | | | |
| Total Ingresos | | | | | | | | |
| COSTOS | | | | | | | | |
| Materia prima | \$ 40 x avión | | | | | | | |
| Trabajo por cada miembro | \$ 160 x persona | | | | | | | |
| Minuto extra (2 minutos) | \$ 41 x persona | | | | | | | |
| Sección 1 | \$ 10 x avión | | | | | | | |
| Sección 2 | \$ 15 x avión | | | | | | | |
| Sección 3 | \$ 20 x avión | | | | | | | |
| Sección 4 | \$ 25 x avión | | | | | | | |
| Rechazo | \$ 30 x avión | | | | | | | |
| General | \$ 100 x sección | | | | | | | |
| Total Costos | | | | | | | | |
| UTILIDAD | | | | | | | | |

¡¡Discusión !!



Tiempo de entrega

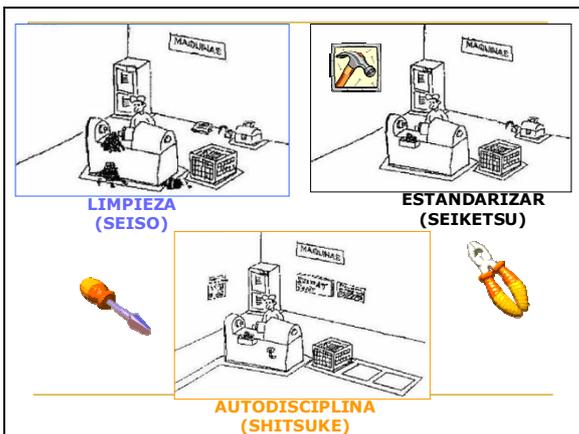
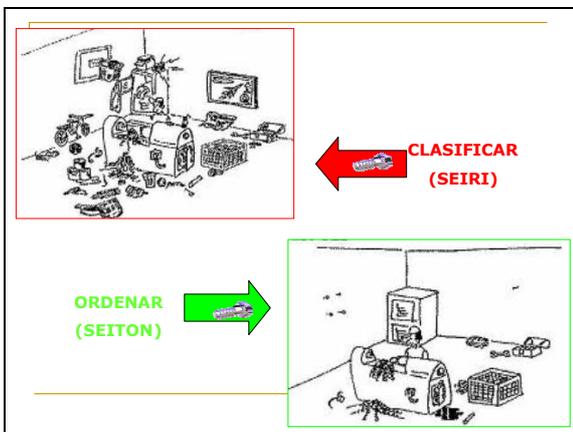
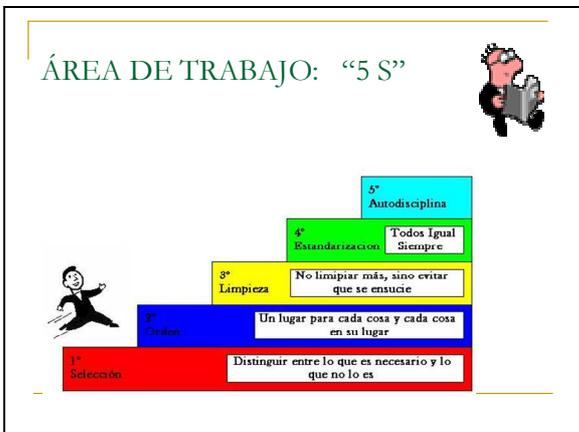
Área de trabajo

Comunicación

Instrucciones

Costos por fábrica





Reglas de la ronda 2

- Estándares claros
Usar / Verificar las muestras visuales (Todas)
- Inspección y retroalimentación
Se incentiva la conversación
- Tamaño del lote: 6 unidades
- Inicie la ronda con inventario cero.



CAMBIOS RÁPIDOS DE LINEA: "SMED"

Reducir los tiempos de cambio de modelo en las máquinas o líneas de producción

ETAPAS:

Eliminación del tiempo externo: Preparando todos los materiales necesarios para el cambio de línea

Analizar métodos: descubrir actividades que generan retrasos o esperas en el cambio de línea



Crear nuevos mecanismo: que agilicen los cambios de línea



Reglas de la ronda 3



- Se permite cambio de sitios de trabajo del operador (rotación) e incentivar a realizar rápido el trabajo.
- Seguir estrictamente las instrucciones.
- Tamaño del lote: 3 unidades
- Departamento 1 sigue produciendo sin interrupción con la siguiente secuencia:
3 azules
3 rojos
3 verdes
- Inicie la ronda con inventario cero.

¡¡Discusión !!



Comunicación

Motivación

Tipo de producto

Flujo del proceso



FLUJO DEL PROCESO: “SISTEMA DE HALADO” (Kanban)

Ejemplo: un supermercado



Cada operación toma el material que necesita de la anterior, sabiendo que siempre existirá la cantidad suficiente para continuar con el proceso.

Tarjeta de Señal o Kanban



Las funciones principales de un Kanban son: controlar la producción, colaborar con el mejoramiento de los procesos, sirve como orden de trabajo para los operadores, evita que avancen productos defectuosos

| | | | |
|------------------|--|-------|----|
| DIAMETRO NOMINAL | | GRUPO | 12 |
| ESPESOR NOMINAL | | | |
| MATERIA PRIMA | | | |
| LONGITUD | | | |
| CANTIDAD | | | |
| FECHA DE ENTREGA | | | |
| CLIENTE | | | |

Reglas de la ronda 4



- Integrantes del equipo transferirán sus propios materiales a la próxima estación
- Se produce solo cuando la “bodega del cliente este vacía”
- La primera estación producirá un solo avioncito en el siguiente orden: azul, rojo, verde.
- **IMPORTANTE:** llenar primero la línea de producción.

¡¡Discusión !!

Tiempo de entrega

Comportamiento de máquinas

Flujo de Producción




MAQUINAS: MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO

Se enfoca a desarrollar un sistema que previene la depreciación prematura de la maquinaria y equipo, tendiendo a eliminar accidentes, defectos y fallos en todo el ciclo de producción.



MANTENIMIENTO PREVENTIVO **MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

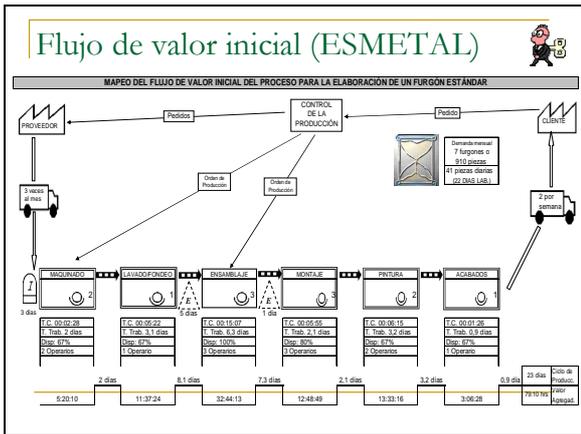
SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA

El objetivo es reducir actividades que no agregan valor

Mediante la aplicación de todas los elementos técnicos administrativos presentados

Personal es el protagonista de la implementación de estas herramientas.




TODO PROCESO PUEDE SER MEJORADO!!!!!!



INSTRUCCIONES PARA LAS RONDAS DEL TALLER DE CAPACITACIÓN

Estación 1. Doblado

- Tomar hoja de su lado derecho
- La hoja debe colocarse con los lados largos frente a usted
- Marcar en la esquina un color (ver detalle al final)
- Doblar la hoja en la mitad
- Depositar hoja doblada en el lado izquierdo

Notas:

Para la movilización de materiales los lotes son de 6 unidades (primeras rondas)
Los colores deben marcarse en el siguiente orden: 6 azules, 6 rojos, 6 verdes

Estación 2. Cuerpo

- Tome la hoja de su lado izquierdo
- Abra la hoja, doble la cara derecha hacia el centro de la hoja en un ángulo de 45°, Repita esta operación para el lado izquierdo
- Cierre la hoja y doble las alas hacia abajo, asegurándose que exista una distancia de 3 cm. +/- 0.5 cm. para el fuselaje.
- Deposite el material en el lado derecho

Estación 3. Pintura

- Tomar el material del lado derecho, pegar etiqueta a 2.5 cm. +/- 0.5 cm. de la punta del avión en el fuselaje, cuidando de mantener el siguiente orden:
 - Marca azul: Etiqueta verde
 - Marca roja: Etiqueta roja
 - Marca verde: Etiqueta amarilla

Estación 4. Ajuste y Despacho

- Tomar el material del lado izquierdo y colocar un clip grande en la punta del avión
- Si la etiqueta es roja pasar al área de bodegaje al lado derecho
- Si la etiqueta es amarilla colocar un clip pequeño en el fuselaje del avión y pasar al área de bodegaje al lado derecho.
- Si la etiqueta es de color verde, colocar 2 clips en la mitad del fuselaje del avión y pasar al área de bodegaje del lado derecho
- Para despachar al cliente, formar grupos de 3 aviones, asegurándose de que exista uno de cada color (rojo, amarillo, verde) y juntarlos con un clip en la mitad de los aviones.

Estación 5. Materiales

- A la estación 1 se debe entregar el material suficiente para realizar su tarea
- Debe recoger los materiales terminados de cada sección de trabajo y entregar a la siguiente

Importante:

El lote mínimo para mover entre cada estación de materiales es de 6 unidades, siempre del mismo color, excepto con los aviones terminados que pueden entregarse al cliente en grupo de tres unidades.

ANEXO N° 3

CARTELES “5S”

(Seiri)
Clasificar

**Clasificando
las
herramientas**



**Las encontrarás
más rápido !!!**



**El orden en el trabajo,
depende de ti**



(Seiton)
Ordenar

(Seiso)
Limpiar

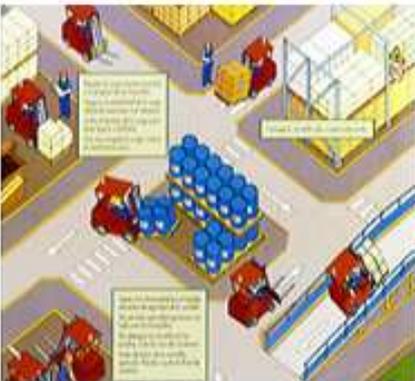
LIMPIEZA



**Una herramienta más
para tu salud !!!**

Estandarizar

(Seitetsu)
Estandarizar



La forma de mantener buenos hábitos de trabajo

Un lugar para cada cosa...

(Shitsuke)
Disciplina



....Y cada cosa en su lugar

ANEXO N° 4

TARJETAS KANBAN

CATEGORÍA 1: JUEGO DE TARJETAS KANBAN “FURGÓN”

FURGÓN

LARGO: _____
ALTO: _____
ANCHO: _____

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P. _____

CONJUNTO PISO Y POSTES

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P. _____

CONJUNTO TECHO

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P. _____

CONJUNTO ESTRUCTURAS

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P. _____

CONJUNTO FORROS

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P. _____

CONJUNTO PUERTAS

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P. _____

ACCESORIOS

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P. _____

CATEGORÍA 2: JUEGO DE TARJETAS KANBAN “CASETA”

LARGO: _____
ALTO: _____
ANCHO: _____

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

**C
A
S
E
T
A**

O.P.

**CONJUNTO POSTES
Y TECHO**

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P.

CONJUNTO FORROS

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P.

**CONJUNTO PUERTAS Y
ACCESORIOS**

CLIENTE: _____
CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P.

CATEGORÍA 3: JUEGO DE TARJETAS KANBAN “ESPECIAL”

TIPO: _____

LARGO: _____

ALTO: _____

ANCHO: _____

CLIENTE: _____

CHASIS: _____

Observaciones: _____

**E
S
P
E
C
I
A
L**

O.P

CONJUNTO

CLIENTE: _____

CHASIS: _____

Observaciones: _____

O.P

ANEXO N° 5

TOMA DE TIEMPOS DE CAMBIO DE LÍNEA

ANEXO N° 6

HOJAS DE CONTROL

PROGRAMA DE

MANTENIMIENTO TOTAL

PRODUCTIVO

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO
EMPRESA ESMETAL S.A.**



SECCIÓN: Maquinado

MES: _____

RESPONSABLE: _____

| INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | | |
|---|----------|----------|-------------|--------|-------|-------------|
| Maquinaria a Cargo | | | | | Fecha | Observación |
| | Revisión | Limpieza | Lubricación | Ajuste | | |
| Guillotina | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Plegadora Mecánica | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Plegadora Hidráulica | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Pullman | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO
EMPRESA ESMETAL S.A.**



SECCIÓN: Ensamblaje 1

MES: _____

RESPONSABLE: _____

| INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | | |
|---|----------|----------|-------------|--------|-------|-------------|
| Maquinaria a Cargo | | | | | Fecha | Observación |
| | Revisión | Limpieza | Lubricación | Ajuste | | |
| Esmeril | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Soldadoras | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Remachadora | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Roscadora | 1 | | | | | |

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO
EMPRESA ESMETAL S.A.**



SECCIÓN: Ensamblaje 2

MES: _____

RESPONSABLE: _____

| INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|--------------|--------------------|
| Maquinaria a Cargo | Revisión | Limpieza | Lubricación | Ajuste | Fecha | Observación |
| Esmeril | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Soldadoras | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Remachadora | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Pullman | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| Troqueladora | 1 | | | | | |

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO
EMPRESA ESMETAL S.A.**



SECCIÓN: Ensamblaje 3

MES: _____

RESPONSABLE: _____

| INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|--------------|--------------------|
| <i>Maquinaria a Cargo</i> | <i>Revisión</i> | <i>Limpieza</i> | <i>Lubricación</i> | <i>Ajuste</i> | <i>Fecha</i> | <i>Observación</i> |
| Esmeril | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Soldadoras | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Remachadora | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Taladro de sobremesa | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO
EMPRESA ESMETAL S.A.**



SECCIÓN: Pintura/Lavado y Fondeo

MES: _____

RESPONSABLE: _____

| INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|--------------|--------------------|
| <i>Maquinaria a Cargo</i> | <i>Revisión</i> | <i>Limpieza</i> | <i>Lubricación</i> | <i>Ajuste</i> | <i>Fecha</i> | <i>Observación</i> |
| Equipo Airlees | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Pulidoras | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| Inyectora de Poliuretano | 1 | | | | | |

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO
EMPRESA ESMETAL S.A.**



SECCIÓN: Acabados

MES: _____

RESPONSABLE: _____

| INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|--------------|--------------------|
| <i>Maquinaria a Cargo</i> | <i>Revisión</i> | <i>Limpieza</i> | <i>Lubricación</i> | <i>Ajuste</i> | <i>Fecha</i> | <i>Observación</i> |
| Compresores | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |

ANEXO N° 7

TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE FURGÓN (F4500)

ANEXO N° 8

TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO DE INYECCIÓN DE POLIURETANO (F4500-IP)

ANEXO N° 9

TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CASETA (CST2340)

ANEXO N° 10

TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CARROCERÍA ESPECIAL (CE-EEQ)

ANEXO N° 11

TOMA DE TIEMPOS DE VALIDACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE FURGÓN (F4500-V)

ANEXO N° 12

TOMA DE TIEMPOS PROCESO PRODUCTIVO DE FURGÓN LUEGO DE IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING (F4500-L)