

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



**PLAN DE MEJORA INTEGRAL PARA AUMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD MEDIANTE EL MAPEO DE FLUJO
DE VALOR EN FABRICACIONES METÁLICAS
FAMETAL SAC**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

VANESSA YSABEL MOREY SANCHEZ

Chiclayo, 11 de marzo de 2014

**PLAN DE MEJORA INTEGRAL PARA AUMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD MEDIANTE EL MAPEO DE FLUJO
DE VALOR EN FABRICACIONES METÁLICAS
FAMETAL SAC**

POR:

VANESSA YSABEL MOREY SANCHEZ

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

**MGTR. CESAR ULISES CAMA PELAEZ
PRESIDENTE**

**MGTR. EVANS NIELANDER
LLONTOP SALCEDO
SECRETARIO**

**DR. MAXIMILIANO RODOLFO
ARROYO ULLOA
ASEROR**

DEDICATORIA

A mis padres Ceferino e Isabel por su apoyo en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis hermanos César y Carlos, por su ayuda y cooperación brindada durante todo este tiempo y sobretodo en mi formación profesional y por haber fomentado en mí el deseo de superación

A mi asesor de tesis el Dr. Maximiliano Arroyo Ulloa por su orientación que me brindó para la realización de esta tesis, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora seguimos siendo amigos.

PRESENTACIÓN

En la siguiente tesis se muestra la aplicación de los conocimientos adquiridos dentro de la escuela de Ingeniería Industrial en lo referente al área de mejora de producción.

El tema de la presente investigación nació en base a la necesidad de que las empresas deben dar un giro a su forma tradicional de operar, optimizando procesos y eliminando desperdicios de producción. Es por ello que en esta investigación se propone un plan de mejora integral en los procesos de producción. Una de las acciones seleccionadas fue un estudio de tiempos y movimientos cronometrados en las diferentes estaciones de trabajo, esto fue de ayuda para resaltar que movimientos hechos por el operador no eran necesarios para la operación o cuales se podían reducir y que operaciones se podían modificar para lograr una reducción de tiempos de ciclos.

Esta es la forma como se planteó la tesis, no como un caso particular para la empresa FAMETAL SAC sino como un caso general, para empresas de este tipo cuya implantación lograría una mejora continua de sus productos y mayor producción mejorando lo referente a: partes críticas de la producción y disminuyendo fallas más comunes que existe en este proceso.

Los datos del presente documento contienen información veraz de fabricaciones metálicas FAMETAL SAC, donde parte de esa información como son informes económicos no pueden ser mostrados por pedido de la gerencia.

La autora

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo aumentar la productividad en una empresa de construcciones metálicas mediante la herramienta del mapeo de flujo de valor (VSM) que ha permitido no solo diagnosticar la situación de la empresa sino también detectar problemas de cuellos de botellas y desperdicios vinculados al proceso productivo, con el fin de determinar planes de acción que ayuden a identificar problemas y darles solución.

Para el desarrollo de la metodología se realizó un estudio detallado de tiempos en el proceso productivo para identificar los tiempos ocultos que no agregan valor agregado al proceso productivo, posteriormente se realizó el estado actual de la empresa con la ayuda del VSM y es aquí donde se identificó los principales tipos de desperdicios, una vez que estos fueron identificados se continúa con la priorización y de esta manera se determinó que técnicas son necesarias para lograr eliminarlos. Las técnicas que permitió eliminar tales desperdicios fueron el balanceo de línea, EOQ, almacenamiento en el punto de uso, el balanceo de línea nos permitió agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad es decir que en cada estación de trabajo cuente con un tiempo de proceso balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella. Referente al EOQ determinó la cantidad óptima de pedido para minimizar los costos y maximizar el valor cuando se renueva el inventario. Y el almacenamiento en el punto de uso sirvió para ubicar los insumos lo más cercano posible a las estaciones de trabajo.

Los resultados obtenidos se muestran en el nuevo VSM cuyos indicadores obtenidos mejoran y sustentan los criterios en la toma de decisiones de la empresa.

Palabras clave: metalmecánica, diagnóstico, VSM, productividad, indicadores, cuello de botella.

ABSTRACT

The objective of the present study was to increase productivity in a metal constructions company through the Value Stream Flow (VSM) tool that has not only diagnosed the company's situation but also detected bottleneck problems And waste related to the productive process, in order to determine action plans that help identify problems and solve them.

For the development of the methodology a detailed study of times in the productive process was carried out to identify the hidden times that do not add the added value to the productive process, after which the current state of the company was realized with the help of the VSM and it is here Was identified the main types of waste, once the issues were identified with the prioritization and determination of the techniques necessary to achieve success. The techniques that allowed to eliminate the outbursts were the balance of the line, EOQ, the storage at the point of use, the balance of the line allowed the activities were the operations that fulfilled with the determined time in order that each line of Production has continuity is To say that each workstation has a balanced process time, so the production lines can be continuous and have no bottlenecks. Regarding EOQ, he determined the optimal order quantity to minimize costs and maximize value when inventory is renewed. And the storage at the point of service served to locate the inputs as close as possible to the workstations.

The results obtained are shown in the new VSM whose indicators obtained improve and support the criteria in the decision making of the company.

Keywords: metal, diagnosis, VSM, productivity, indicators, bottlenecks.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
PRESENTACIÓN.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	15
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	15
2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	18
2.2.1 Manufactura	18
2.2.2 Sistemas de producción	21
2.2.2.1 Producción.....	22
2.2.2.2 Líneas de producción	22
2.2.2.3 Cuello de botella.....	23
2.2.2.4 Indicadores de producción	23
2.2.3 Manufactura esbelta.....	25
2.2.3.1 Principios de la manufactura esbelta.....	26
2.2.3.2 Beneficios de la manufactura esbelta.....	27
2.2.3.3 Desperdicios de producción	27
2.2.3.4 Clasificación de los desperdicios	28
2.2.3.5 Identificación de los desperdicios	28
2.2.3.6 Fuentes de desperdicios.....	29
2.2.3.7 Otras grandes pérdidas en plantas de procesos	29
2.2.3.8 Valor agregado	31
2.2.4 Medición del trabajo y estándares.....	31
2.2.4.1 Medición de trabajo.....	31
2.2.4.2 Estudio de tiempos	32
2.2.4.3 Importancia del estudio de tiempos.....	33
2.2.4.4 Técnicas de la medición del trabajo	34

2.2.4.5	Usos de los estudios de tiempos	34
2.2.5	Mapeo de flujo de valor	35
2.2.5.5	Tipo de flujo existente en la cadena de valor	37
2.2.5.6	Simbología a utilizar en el mapeo de flujo de valor	38
2.2.5.7	Descripción de la simbología del mapeo de flujo de valor	40
2.2.5.8	Metodología para la elaboración de flujo de valor	42
2.2.5.9	Manufactura celular	44
3	RESULTADOS	45
3.1	LA EMPRESA.....	45
3.1.1	Ubicación	46
3.1.2	Organigrama	46
3.1.3	Principales clientes.....	47
3.2	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	47
3.2.1	Estudio de mercado.....	47
3.2.2	Producto principal.....	48
3.2.3	Características específicas del producto.....	49
3.2.4	Requerimientos de calidad.....	50
3.2.5	Distribución hacia el cliente.....	50
3.2.6	Desperdicios	50
3.2.7	Proceso de producción – sillas	51
3.2.7.1	Recepción de la materia prima	51
3.2.7.2	Medir	51
3.2.7.3	Cortado.....	51
3.2.7.4	Doblado.....	52
3.2.7.5	Soldado.....	52
3.2.7.6	Lijado.....	52
3.2.7.7	Lavado	52
3.2.7.8	Pintado	53
3.2.7.9	Corte de base	53
3.2.7.10	Corte de tela.....	53
3.2.7.11	Rellenar	53
3.2.7.12	Cosser tela	53

3.2.7.13	Ensamblar.....	53
3.2.8	Proceso de producción – mesas.....	53
3.2.8.1	Recepción de la materia prima	53
3.2.8.2	Medir	53
3.2.8.3	Cortado.....	54
3.2.8.4	Doblado.....	54
3.2.8.5	Soldado.....	54
3.2.8.6	Lijado.....	54
3.2.8.7	Pintado	54
3.2.8.8	Corte de base	54
3.2.8.9	Ensamblar.....	54
3.2.9	Sistemas de producción	54
3.2.10	Análisis para el proceso de producción	55
3.2.10.1	Diagrama de Flujo – sillas.....	55
3.2.10.2	Diagrama de flujo – mesas.....	56
3.2.10.3	Especificaciones técnicas de juegos de comedor.....	57
3.2.10.4	Suministro e fábrica	57
3.2.11	Indicadores actuales de producción y productividad	58
3.2.11.1	Fases para el diseño actual del VSM	58
3.2.11.2	Determinación del tiempo base.....	59
3.2.11.3	Determinación del tiempo de tolerancias	59
3.2.11.4	Ejecución del control de tiempos	60
3.2.11.5	Identificación del número de operaciones en cada operación	65
3.2.11.6	Cálculo de indicadores actuales de sillas.....	72
3.2.11.7	Cálculo de indicadores actuales de mesas.....	75
3.3	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	75
3.3.1	Captación de información	76
3.3.2	Medidas de referencias	76
3.3.3	Identificar problemas del proceso, cultura y tecnología	77
3.3.4	Jerarquizar los problemas.....	79

3.4	DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	80
3.4.1	Plan de mejora	80
3.4.2	Planeación para eliminar desperdicios.....	80
3.4.3	Cálculos de los indicadores futuros – sillas	83
3.4.4	Cálculo de los indicadores futuros – mesas	85
3.5	CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES.....	86
3.5.1	Sillas	86
3.5.2	Mesas.....	86
3.6	ANÁLISIS BENEFICIO	87
4	CONCLUSIONES.....	88
5	RECOMENDACIONES.....	89
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
7	ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 2.1: BENEFICIOS DE LA MANUFACTURA ESBELTA.....	27
TABLA N° 2.2: DESPERDICIOS EN PROCESOS.....	28
TABLA N° 2.3: IDENTIFICACIÓN EN LOS RECURSOS EN LOS SISTEMA PRODUCTIVOS.....	28
TABLA N° 2.4: FUENTES DE DESPERDICIOS.....	29
TABLA N° 2.5: TÉCNICAS DE MEDICIÓN DE TRABAJO.....	34
TABLA N° 2.6: VENTAJAS DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR.....	36
TABLA N° 2.7: SIMBOLOGÍA DEL VSM.....	38
TABLA N° 2.8 CRITERIOS PARA IDENTIFICAR FAMILIAS.....	43
Tabla N° 3.1:ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	57
Tabla N° 3.2: SUMINISTRO DE FÁBRICA.....	57
TABLA N° 3.3: RANGO DE CALIFICACIÓN.....	61
TABLA N° 3.4: TIEMPO CRONOMETRADO DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES: SILLAS.....	63
TABLA N° 3.5: TIEMPO CRONOMETRADO DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES: MESAS.....	64
TABLA N° 3.6: NÚMERO DE OPERARIOS: SILLAS.....	65
TABLA N° 3.7: NÚMERO DE OPERARIOS: MESAS.....	66
TABLA N° 3.8: MEDIDAS DE REFERENCIAS : SILLAS.....	77
TABLA N° 3.9: MEDIDAS DE REFERENCIAS: MESAS.....	77
TABLA N° 3.10: CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS.....	78
TABLA N° 3.11: JERARQUIZACIÓN DE ACUERDO A LOS PROBLEMAS.....	79
TABLA N° 3.12: COMPARACIÓN DE INDICADORES - SILLAS.....	86
TABLA N° 3.13: COMPARACIÓN DE INDICADORES - MESAS.....	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO: N° 2.1 PROCESO DE MANUFACTURA.....	18
GRÁFICO N° 2.2: PROCESOS DE MANUFACTURA	19
GRÁFICO N° 2.3: ELEMENTOS DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR	37
GRÁFICO N° 2.4: METODOLOGÍA DEL FLUJO DE VALOR.....	42
GRÁFICO N° 3.1: ORGANIGRAMA DE FAMETAL S.A.C	46
GRÁFICO N° 3.2 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE VENTAS EN S/.....	48
GRÁFICO N° 3.3: DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES POR ACTIVIDAD DE MANUFACTURA DE SILLAS.....	55
GRAFICO N° 3.4: DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES POR ACTIVIDAD DE MANUFACTURA DE MESAS.....	56
GRÁFICO N° 3.5: FASES DE LA SITUACIÓN ACTUAL VSM.....	58
GRÁFICO N° 3.6: PRIMERA FASE DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR ACTUAL.....	67
GRAFICO N° 3.7: REPRESENTACION DE COLOCACION DE DATOS – SEGUNDA FASE	68
GRAFICO N° 3.8: SEGUNDA FASE DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR	69
GRÁFICO N° 3.9: REPRESENTACIÓN DE COLOCACIÓN DE DATOS – FASE FINAL....	70
GRAFICO N° 3.10: MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL – SILLAS	71
GRAFICO N° 3.11: MAPA DE FLUJO VALOR ACTUAL – MESAS	74
GRAFICO N° 3.12: DEFINICIÓN DE LOS PROBLEMAS DEL PROCESO.....	76
GRÁFICO N° 3.13: ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS DEL PROCESO.....	80
GRÁFICO N° 3.14: MAPA DE FLUJO DE VALOR FUTURO - SILLAS	82
GRÁFICO N° 3.15: MAPA DE FLUJO DE VALOR FUTURO - MESAS.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 3.1: UBICACIÓN DE FAMETAL S.A.C.....	46
FIGURA N° 3.2: DISEÑO DE JUEGO DE COMEDORES DE SEIS SILLAS	49
FIGURA N° 3.3: ALMACÉN DE TUBOS DE METAL	51
FIGURA N° 3.4: TINA DE LAVADO	52
FIGURA N° 3.5: CRONÓMETRO DIGITAL.....	60

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas manufactureras han sido objetos de cambios y transformaciones, en el contexto global donde nos encontramos y donde la competencia no tiene fronteras, resultado de la competencia por mantener y/o mejorar su posición en el mercado, recurren a una variada gama de estrategias para aumentar su presencia en el mercado y aumentar sus ventas, es por ello necesario dar un giro a la manera tradicional de operar de las empresas y optimizar los procesos productivos eliminando desperdicios que se generan en el mismo, cuales afectan a los indicadores de producción, así como las ventajas que están puedan tener.

Fabricaciones metálicas FAMETAL SAC es una empresa destinado a la fabricación de muebles para el hogar en la ciudad de Chiclayo, (ver Figura N° 3.1) dentro de los cuales tenemos: juegos de comedor de 4, 6 y 8 sillas; camas; sillas individuales; reposeros; cómodas; entre otros. Así mismo ofrece servicio de cortado, doblado de tubos y servicio de pintura.

El actual sistema de producción, es poco eficiente presentado problemas que aún no han podido solucionar cuales son: suministro de materia prima e insumos que se utilizan en la producción, este pedido se realiza en la ciudad de Chiclayo y en Lima. Los pedidos que se realizan en la ciudad de Lima se retrasan produciendo tiempos muertos y por ende atrasan la producción. Cuando llegan es almacenado en un lugar no apropiado, lejos del alcance de los trabajadores los cuales realizan movimientos innecesarios originando demoras en la producción (tiempos de producción no aprovechado). Otro de los problemas que afronta FAMETAL SAC es el retraso en las operaciones, es decir la operación siguiente no puede ser efectuada porque la anterior aún no ha sido terminada. Por ello es necesario un estudio de tiempos y un análisis de los procesos y actividades para determinar los problemas y desperdicios industriales presentes en cada etapa de su proceso productivo que no generan valor agregado a los productos; lo cual va a permitir reducción de tiempos, reducción de inventarios, mejora del proceso de producción y aumento de la productividad.

El mercado al cual destina la mayor parte de su producción son clientes distribuidores de artículos para el hogar, a nivel regional y nacional en grandes volúmenes de producción, motivo por el cual se ve influenciado por el precio, plazo de entrega propuesto dentro del contrato establecido, calidad del producto y el buen servicio. Sin embargo, no siempre se pueden ajustar los precios en acuerdo con el cliente, sin que las utilidades se vean disminuidas notablemente, bajo estas circunstancias el único camino es eliminar desperdicios de los procesos para reducir los costos.

Es de esta manera que se formula el problema de estudio: ¿Cómo optimizar los procesos de producción en fabricaciones metálicas FAMETAL SAC?

Siendo el objetivo central elaborar un plan de mejora integral que aumente la productividad mediante el mapeo de flujo de valor en la empresa. Para ello se identificará el producto principal, previo a ello se hará la evaluación de dicho producto de la situación actual mediante la herramienta del mapeo de flujo de valor, seguidamente se propondrá un plan de mejora integral; y finalmente se realizará un análisis beneficio en su implementación de dicho plan de mejora.

La importancia de este trabajo radica en presentar un plan de mejora en el proceso de producción en las empresas, en particular en las industrias manufactureras metal – mecánica siendo este un requisito para aumentar la productividad ya que el crecimiento de la demanda de sus productos, ha tenido una variación positiva a lo largo de la cadena de producción, para poder cubrir con toda esa demanda en el mercado es necesario que esta industria metal – mecánica deba cumplir un buen control de sus productos y de su materia prima a utilizar, es decir que tenga los materiales necesarios para satisfacer aquella demanda. A través de todo ello se busca la flexibilidad de los procesos manufactureros, así como la competitividad de las industrias, mejorando la productividad y su eficiencia productiva. El aumento de la productividad permite mejorar los indicadores de producción, la adopción e implementación de la estrategia del mapeo de flujo de valor permite reducir tiempos, se identificará los cuellos de botellas, movimientos innecesarios que realizan los operarios, etc. esto a corto y a la largo plazo será beneficioso para la empresa ya que conllevará a manejar sus procesos de una forma eficiente y ordenada, el cual permita a la empresa ser muy competitiva en relación a sus principales competidores.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Barca k. (2007), aplicó la metodología del mapeo de flujo de valor para la mejora del proceso de ensamble de PC's, lo cual ayudó a diagnosticar la situación actual de la empresa y a detectar los problemas y desperdicios vinculados a los procesos. Para el desarrollo de la metodología se realizó un estudio de tiempos y un análisis de los procesos y actividades para determinar los problemas y desperdicios presentes. También se analizó los indicadores de producción para medir la situación actual y la proyectada bajo la aplicación teórica de las mejoras. Como resultado, esta investigación obtuvo una reducción en el tiempo por el operario en el

ensamble, lo cual trajo resultados muy satisfactorios para la empresa de ensamblajes de PC's.

Ramesh V., Sreenivasa K., Srinivas (2008), desarrollaron su trabajo de estudio en una industria manufacturera donde planteó la implementación del Mapeo de Flujo de Valor cuyo objetivo principal es saber el estado actual de esta industria. Se analizó la reducción de tiempos así mismo el cuello de botellas de las actividades, se aplicó conocimientos de manufactura esbelta, diagrama de Pareto, causa y efecto para identificar los principales problemas en la producción, con estos datos se llevó a cabo un diagnóstico actual como el diagnóstico futuro. Los resultados obtuvieron un enorme potencial en cuanto a la reducción de tiempo y la mejora del proceso de fabricación, reducción de inventarios, aumento de la productividad.

Barboza S., Macedo M., Ferrari D. (2008), diseñaron un plan bien estructurado para mejorar la productividad, rentabilidad, calidad, reducción de residuos y el tiempo de entrega en una fábrica de yeso, cuyo objetivo es separar lo que agrega valor ante los ojos del cliente y lo que no agrega valor, proponiendo mejoras estructuradas con el fin de obtener un proceso estable y un flujo extendido produciendo lo que el cliente espera, en el tiempo que desea y la cantidad que desea. Para ello se aplicó la herramienta del Mapeo de Flujo de Valor teniendo como base el estado actual de la empresa, proponiendo una mejora en su estado futuro.

Sandro Cantidio (2005), realizó un estudio en una empresa de envasado, mediante la herramienta del Mapeo de Flujo de Valor, permitiendo mejoras en el proceso de producción, es decir como una oportunidad para mejorar su productividad, reducir costos, aumentar la rentabilidad, reducir el desperdicio y aumentar la competitividad en el mercado nacional. El principal objetivo fue el estudio de la cartografía de la cadena de valor que separa lo que añade valor a los ojos del cliente y lo que no agrega valor y se propone mejoras estructuradas a fin de lograr un proceso estable y un flujo extendido, produciendo lo que el cliente espere, en el tiempo que desea, la cantidad que está dispuesto a pagar. Este estudio muestra cómo el Mapeo de Flujo de Valor puede ofrecer oportunidades para adquirir una empresa de embalaje, que trabaja con el sistema de fabricación por lotes y los niveles de stock.

Ferrerira E., Colencia A., Simoes E., Menino S. (2005), Realizó un análisis de la cadena de valor aplicado en una textilera, identificando y eliminando los residuos de todas las operaciones, es decir de aquellos que no añaden valor al producto. El objetivo principal de esta investigación es presentar las ventajas competitivas de la empresa aplicando el mapeo de flujo de valor y una mayor implicación de los trabajadores en todos los niveles. Esta herramienta, mapeo de flujo de valor, analizara las variables de las cadenas de valor productivas, tales como: la relación de la maquina/proceso organizado por el flujo de producción, el tiempo de la

determinación de la manipulación, los desperdicios, número de empleados, la distancia entre cada línea de proceso, y la demanda. De las acciones propuestas en las actividades se elaboró el mapa actual y futuro, las mejoras son muy evidentes, puesto que el tiempo de espera se redujo en un 58,9 %, con una reducción en el tiempo de 4.6 días a 2.7 días. La empresa tuvo un aumento en la capacidad mensual teniendo en cuenta el mes de 30 días. La distancia recorrida por el proceso de producción se redujo en un 18.7 % por el desplazamiento de los operarios y del material a utilizar.

Rojas, D (2010), desarrolló un análisis de la aplicación del mapeo de flujo de valor, identificando de esta manera los residuos y despilfarro dentro de la producción, ya que el proceso de desarrollo de productos es cada vez más crítico para la competitividad empresarial, debido al aumento y diversidad y variedad de productos y la reducción del ciclo de vida de estos. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la contribución de la utilización de la técnica de mapeo de proceso de desarrollo de producto magro. Se visualizó la situación actual y futura de la empresa. Este trabajo busca demostrar la aplicación de los conceptos del pensamiento Lean y las herramientas para su aplicación, se demostró que la herramienta del mapeo de flujo de valor es útil para ser aplicado al proceso de desarrollo de productos y ayudar a la identificación de los residuos. La eliminación de los residuos en la empresa con la ayuda del mapeo de flujo de valor que contribuye a reducir el tiempo de espera de este proceso. el principal objetivo fue alcanzado, ya que la aplicación de dicha herramienta identificó los residuos inherentes al proceso y proponer mejoras con el fin de eliminar aquellos residuos y tiempos de espera. El plazo de entrega y el valor es bajo en 54.8 % y 24.4 % respectivamente, y una mayor eficacia en 67.2 %.

Gonzales A., Velázquez M. (2012), desarrollaron la metodología Lean, basada en el Mapeo De Flujo De Valor siendo su objetivo principal implementar dicha herramienta en su etapa actual para la empresa Agronapal en el área de producción de cables para maquinarias. El VSM ayudó a diagnosticar la situación actual de la empresa y a detectar los problemas y desperdicios vinculados a los procesos para finalmente seleccionar las técnicas de producción esbelta para eliminar dichos desperdicios.

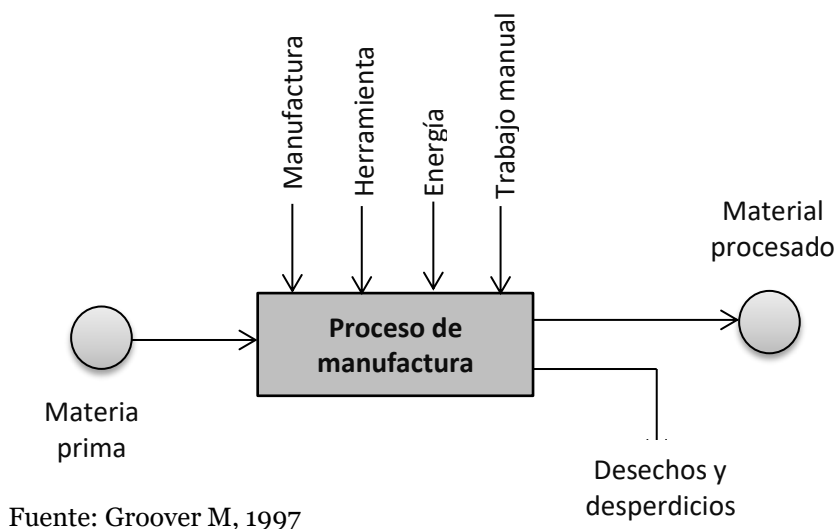
El VSM finaliza con la propuesta del dibujo del mapa de la situación futura en donde se ve la cadena logística con la aplicación de las mejoras planteadas. Para el desarrollo de la metodología se realizó un estudio de tiempos en la cadena logística, se hizo un análisis de los procesos y actividades para determinar los problemas y desperdicios presentes.

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1 Manufactura

Aplicación de procesos químicos y físicos que alteran la geometría, las propiedades, o el aspecto de un determinado material para elaborar partes o productos terminados. Los procesos para realizar la manufactura involucran, una combinación de máquinas, herramientas, energías y trabajo manual tal como se describe en el Gráfico N° 2.1 Groover M. (1997).

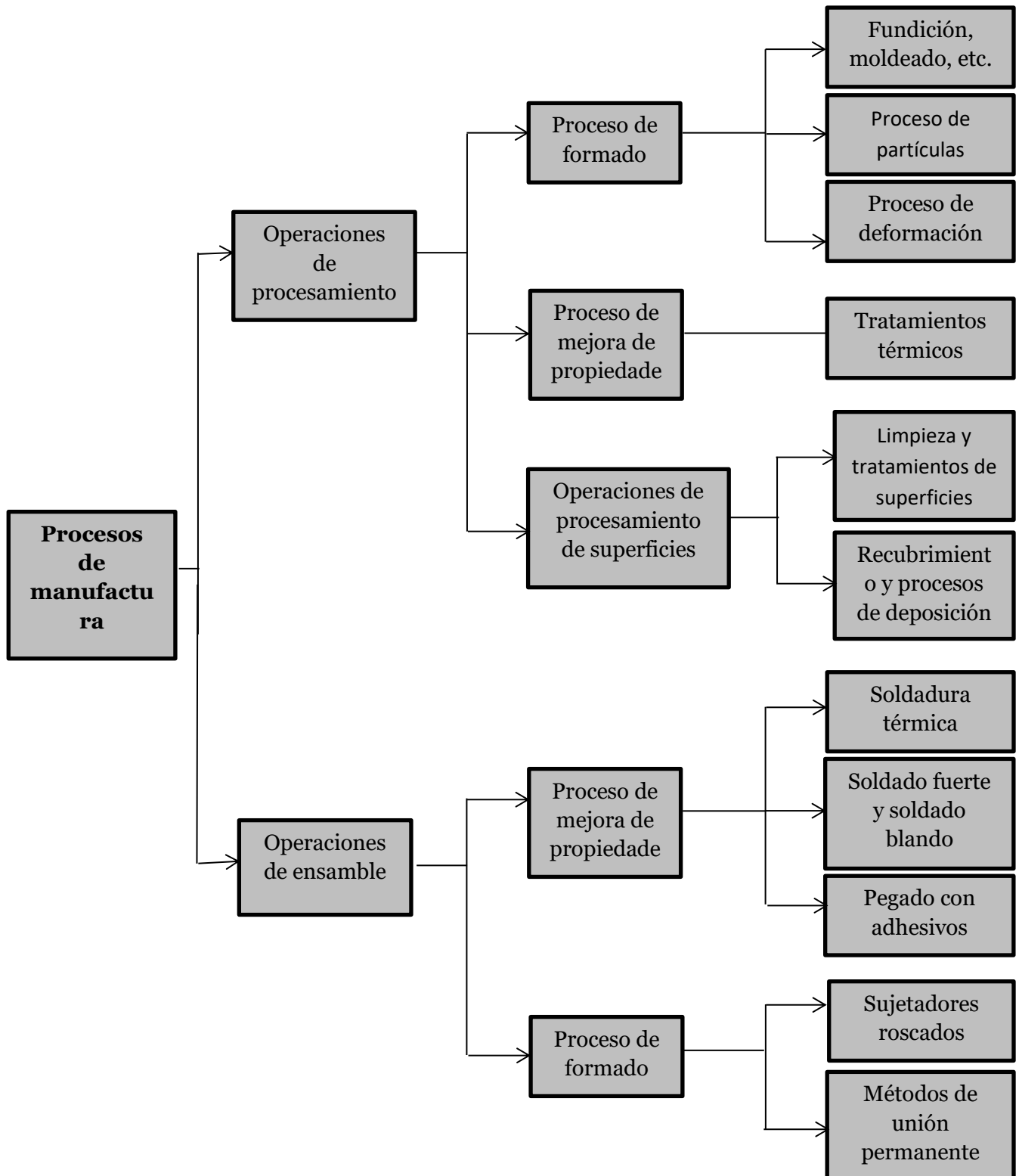
GRÁFICO: N° 2.1 PROCESO DE MANUFACTURA



Operaciones de procesamiento: las operaciones de procesos son aquellas que utilizan energía con el fin de alterar la forma, propiedades físicas o apariencia de un objeto de un estado a otro con el fin de darle un valor agregado.

Operaciones de ensamble: dos o más partes son unidas para formar una nueva entidad, los componentes de éstas quedan unidos en forma permanente o semipermanente.

GRÁFICO N° 2.2: PROCESOS DE MANUFACTURA



Fuente: Groover M., 1997

➤ **Maquinado o deformación**

Proceso de manufactura de deformación en cortante del material de trabajo, lo que produce la viruta, la cual al ser removida queda expuesta la nueva superficie. Es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de la dilatación térmica.

➤ **Limpieza y tratamiento térmico**

- **Limpieza mecánica.-** implica la remoción de la suciedad, capas de óxido ligeras o películas de la superficie de trabajo de la pieza, mediante abrasivos o acciones mecánicas similares.
- **Limpieza química.-** comprende la remoción de aceite y grasas de la superficie. Los principales métodos de limpieza química son: 1) limpieza alcalina. 2) limpieza por emulsión. 3) limpieza con solventes. 4) limpieza acida. 5) limpieza ultrasónica.

➤ **Soldadura**

- **Tipos de soldadura**

Soldadura por fusión.- estos procesos usan calor para fundir los metales base. En muchas operaciones de soldadura por fusión, se añade un metal de aporte a la combinación fundida para facilitar el proceso y aportar volumen y resistencia a la unión soldada.

Soldadura de estado sólido.- este proceso se refiere a los procesos de unión en los cuales la fusión proviene de la aplicación de presión solamente o una combinación de calor y presión. Algunos procesos representativos a estos son:

- a. Soldadura por difusión, las partes se colocan juntas bajo presión a una temperatura elevada.
- b. Soldadura por fricción, es un proceso similar al de difusión, solo que la temperatura se obtiene al friccionar las partes a unir.
- c. Soldadura ultrasónica, se realiza aplicando una presión moderada entre las dos partes y un movimiento oscilatorio a frecuencias de contacto. La combinación de las fuerzas

normales y vibratorias produce intensas tensiones que remueven las películas superficiales y obtienen la unión atómica de las partes.

Soldadura de punto.- es un método de soldadura por resistencia que se basa en presión y temperatura, en el que se calienta una parte de las piezas a soldar por corriente eléctrica a temperaturas próximas a la fusión y se ejerce una presión entre las mismas. Generalmente se destina a la soldadura de chapas o laminas metálicas, aplicable normalmente entre 0.5 mm y 3 mm de espesor.

Soldadura de arco.- es el procedimiento más importante y casi exclusivamente utilizado para las estructuras metálicas. Las piezas se unen al provocar un arco eléctrico entre ellas y un electrodo revestido que constituye el metal de aportación.

2.2.2 Sistemas de producción

Cada empresa adopta un sistema de producción para realizar sus operaciones y producir sus productos o servicios de la mejor manera posible, para así garantizar su eficiencia y eficacia. El sistema productivo es la manera por la cual la empresa ordena sus organismos y realiza sus operaciones de producción para lograr una interdependencia lógica entre todas las etapas del proceso productivo, desde el momento en que los materiales y las materias primas salen del almacén hasta llegar al almacén como producto terminado. Chiavenato (2000).

El proceso productivo se inicia cuando las entradas e insumos vienen de los proveedores e ingresan en el sistema de producción a través del almacén de materiales y materias primas, y allí se guardan hasta la eventual utilización para la producción.

La producción procesa y transforma los materiales y materias primas en productos terminados, los que son guardados en el almacén de producto terminado hasta la entrega a los clientes y consumidores.

Un sistema productivo es una red de procesos orientada a un objetivo a través de la cual fluyen entidades.

- Tiene un objetivo principal, que generalmente será el de ganar dinero.
- Contiene procesos, estos pueden ser los procesos físicos de fabricación habituales (corte, taladrado, soldadura, etc.), pero también se incluyen otros procesos que soportan y ayudan a los

procesos directos de fabricación o transformación de los productos (gestión de pedidos, expediciones, mantenimiento, etc.).

- Las entidades no incluyan solamente piezas o productos fabricados, sino que también la información que se emplea para controlar el sistema.
- El flujo de entidades a través del sistema describe como se procesan los materiales y la información. La gestión de este flujo es la tarea más importante de un responsable de producción.

2.2.2.1 Producción

La producción es una actividad económica de la empresa, cuyo objetivo es la obtención de uno o más productos o servicios (según el tipo de empresa y su producción), para satisfacer las necesidades de los consumidores, es decir, a quienes pueda interesar la adquisición de dicho bien o servicio. La actividad económica se lleva a cabo por medio de la ejecución de un conjunto de operaciones integradas en procesos. Este proceso debe estar sujeto a los métodos de operación más adecuados y a la gestión y control económico que traten de lograr la máxima eficiencia, minimizando el tiempo y el coste del proceso y elevando al máximo la productividad, así como gestionando la forma óptima la calidad del producto, de manera que se logre también obtener el máximo valor añadido. Cuatrecasas L. (2009).

2.2.2.2 Líneas de producción

➤ Líneas de producción

Grupo de operaciones que cambian o forman las características físicas o químicas finales del producto, la materia prima se traslada de estación en estación.

➤ Línea de ensamble

Lugar donde los componentes de trabajos están ordenados en razón de los pasos sucesivos que sigue la producción de un producto. De hecho, la ruta que sigue cada pieza es una línea recta. Para la fabricación de un producto, las piezas separadas pasan de una estación de trabajo a otra a un ritmo controlado y siguiendo la secuencia necesaria para fabricarlo. Chase, Jacos y Aquilano (2000).

Llegada de componentes individuales de una determinada pieza al lugar de trabajo y salida de estas partes juntas

(pieza armada) para ser determinada en otros ensambles más voluminosos. Desarrollar una línea de montaje balanceada requiere planeación lógica e implica la distribución de todas las tareas entre las estaciones de trabajo para que todas ellas puedan llevar a cabo sus tareas aproximadamente en el mismo tiempo. Si la línea estuviera perfectamente balanceada, el tiempo en cada estación de trabajo sería idéntico. Sule D. (2001).

2.2.2.3 Cuello de botella

Disminuye la velocidad en los procesos incrementan los tiempos de espera y reducen la productividad, trayendo como consecuencia final el aumento de los costos.

Los cuellos de botella producen una caída considerable de la eficiencia en un área determinada del sistema, y se presentan tanto en el personal como en la maquinaria, debido a diferentes factores como falta de preparación, entrenamiento o capacitación en el caso del personal, o la falta de mantenimiento apropiado para el caso de las máquinas y equipos. Casas, N. (1999).

2.2.2.4 Indicadores de producción

➤ Producción

Ritmo al que el sistema genera dinero por medio de las ventas. La producción está dada por la siguiente fórmula.

$$P = \frac{Tb}{c}$$

Tb: tiempo base (tiempo total disponible para producir un determinado periodo)

C: ciclo de producción (cuello de botella)

P: producción

➤ Tiempo muerto

Periodo de pérdidas de productividad debido a la deficiencia propia del proceso. Suma de los tiempos ociosos de cada estación.

$$tm = kc - \sum t$$

tm: tiempo muerto
K: número de estaciones de trabajo
c: cuello de botella

➤ **Eficiencia**

$$E = \frac{\sum(n_i * t_i)}{n * c} * 100$$

$$E = \frac{\sum t_i}{n * c} * 100$$

n: número total de máquinas en la red determinada
c: cuello de botella
 $\sum Ti$: Suma de los tiempos de cada estación de trabajo, considerando el número de máquinas/estaciones en cada una.

➤ **Tiempo de ciclo**

Mayor cantidad de tiempo que demora una unidad de producción en una determinada etapa del proceso productivo.

- Tiempo de ciclo individual.- tiempo que dura cada operación.
- Tiempo de ciclo total.- tiempo de todas las operaciones y se calcula sumando el tiempo de ciclo individual de cada operación.

➤ **Tiempo de espera**

Tiempo que espera una pieza no por un recurso, sino por otra pieza con la que va a armarse.

➤ **Tiempo promedio**

Suma de todos los tiempos en operación, dividido entre el número de operaciones.

➤ **Tiempo normal**

Ajustan las variaciones entre los trabajadores lentos y rápidos.

$$TN = TO \times ID$$

TO: Tiempo observado

ID: Índice o factor de desempeño

➤ **Tiempo estándar**

Es el tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes y variables), así como los elementos casuales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos. A estos tiempos se le agregan los suplementos o tolerancias (personales, por fatiga).

$$TE = TN \times (1 + T)$$

TN: Tiempo normal

T: Tolerancias o suplementos (%)

➤ **Lote de transferencia**

Cantidad de producto que se transfiere desde una operación a la siguiente

2.2.3 Manufactura esbelta

La manufactura esbelta, también conocida como manufactura flexible, es una metodología que utiliza una diversidad de herramientas enfocadas a eliminar todas las operaciones o desperdicios que no agregan valor al producto, servicio o procesos, implementando un sistema de mejora continua mejorando el valor de cada actividad realizada. Esta metodología nació en Japón y está basado en el sistema de producción de Toyota.

Su principal objetivo es hacer eficiente los procesos, permitiendo el flujo de proceso pieza a pieza, mediante la reducción de tiempo y de inventario principalmente, con lo que el proceso se agiliza y la empresa pueda entregar sus productos a tiempo, con un menor

costo, amentar la satisfacción de sus clientes y a la vez obtener un margen de utilidad favorable.

2.2.3.1 Principios de la manufactura esbelta

Bravo, R. (2008) Para consolidar una metodología de pensamiento esbelto, hay que considerar cinco principios fundamentales tales como:

- Definir el valor agregado desde el punto de vista del cliente. Tener claramente definidos los requerimientos del cliente.
- Identificar la corriente de valor del proceso y producto, es decir analizando la cadena de procesos productivos, identificando las restricciones o cuellos de botella y desperdicios existentes, así como procesos que generan valor agregado al producto.
- Crean un flujo más adecuado teniendo en cuenta la mejora continua, enfocándose a eliminar todas aquellas restricciones existentes y desperdicios durante el proceso administrando los procesos de valor agregado.
- Producir solo lo que requiere el cliente teniendo en consideración tres condiciones importantes tales como: cantidad requerida, calidad y fecha de entrega.
- Perseguir la perfección manteniendo controlados los procesos importantes y tener un enfoque de mejora continua, que permita mejorarlos constantemente manteniendo la secuencia fundamental de la manufactura esbelta las cuales son: medir, analizar, mejorar y controlar.

Una de las bondades principales de este sistema es que al tener un proceso más eficiente y con menos desperdicios, el beneficio obtenido por la empresa resulta significativo, ya que no requiere de grandes inversiones para lograr excelentes resultados. Una de las herramientas filosóficas es la aplicación del Mapeo de Flujo de Valor, siendo su objetivo la eliminación de desperdicio entre los cuales son: tiempos de espera, movimientos, transporte, exceso de inventario, etc.

2.2.3.2 Beneficios de la manufactura esbelta

La implantación de manufactura esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera la manufactura esbelta se puede observar en la siguiente Tabla N° 2.1.

TABLA N° 2.1: BENEFICIOS DE LA MANUFACTURA ESBELTA

Reducción de costos de producción
Reducción de inventarios
Reducción de tiempo de entrega
Mejor calidad
Menos Mano de obra
Mayor eficiencia de equipo
Disminución de desperdicios

Fuente: Jaramillo, 2010
Elaboración propia

2.2.3.3 Desperdicios de producción

➤ Definición

Naturalmente son todas las actividades de un proceso que no aportan valor añadido al producto, las cuales deben eliminarse.

Los desperdicios según Toyota son “todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacios y tiempo del operario que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto”.

2.2.3.4 Clasificación de los desperdicios

TABLA N° 2.2: DESPERDICIOS EN PROCESOS

Desperdicios	Descripción
Tiempo de preparación	Tiempo cuando la línea de producción está inactiva preparación de maquinaria.
Tiempo de falla	tiempo cuando la línea de producción está inactiva por fallas en el equipo
Transporte	Movimientos de materiales o productos hacia diferentes
Sobre procesamiento	Procesos de manufactura que son innecesarios y no agregan valor
Movimientos innecesario	Movimiento del personal durante la producción
Inventario de materia prima	Almacenamiento innecesario de materiales
Inventario de producto terminado	Almacenamiento innecesario de productos terminado

Fuente: Cuatrecasas, 2009

Elaboración: Propia

I.2.3.5 Identificación de los desperdicios

TABLA N° 2.3: IDENTIFICACIÓN EN LOS RECURSOS EN LOS SISTEMA PRODUCTIVOS

Recurso del sistema productivo	Desperdicios
Recurso del sistema productivo	Pueden estar en porcentajes muy elevados de sus tiempos (con frecuencia más del 80%), almacenados, en espera de ser trasportados o procesados, o en traslado, pero NO en proceso.
Personal	Puede ser una fracción muy elevada de su tiempo parado, vigilando un proceso, o un movimiento que no añada valor al producto, buscando herramientas, material.
Máquinas y equipamiento de producción	Se da frecuentemente despilfarros cuando están paradas o funcionando a una velocidad menor a la de su rendimientos, esperando materiales que no llegan, etc.

Fuente: Cuatrecasas, 2009

Elaboración: Propia

I.2.3.6 Fuentes de desperdicios

TABLA N° 2.4: FUENTES DE DESPERDICIOS

Desperdicios	Descripción
Sobreproducción	Producir cualquier cosa que no sea para usar o vender inmediatamente. Es el peor tipo de desperdicio, debido a que ayuda a generar los demás desperdicios
Esperas	Tiempo ocioso generado al esperar personal, materiales, mediciones, información entre operaciones o durante una operación
Transporte	Trasladar materiales por distancias mayores a lo estrictamente necesario(normalmente por erro de layout) o por crecimiento no planificado de la empresa
Exceso de inventario	Stock excesivo de materia prima, material en proceso o producto acabado
Defectos	Producir material defectuoso, lo que a su vez genera: inspección, retrabajo, rechazos, pérdida de productividad
Exceso de movimiento	Cualquier movimiento más allá de lo necesario para realizar una operación que agregue valor.
Sobreprocesamiento	Realizar más operaciones que las necesarias para el producto (normalmente por error del proyecto del equipo o proceso)

Fuente: Bravo D., 2008
Elaboración Propia

I.2.3.7 Otras grandes pérdidas en plantas de procesos

Las plantas de producción presentan grandes pérdidas en sus procesos productivos Lefcovich, M. (2004), las cuales son:

- Pérdidas por paradas.- es el tiempo perdido al detenerse la producción para un mantenimiento anual planeado o un servicio periódico. En estas paradas los especialistas de mantenimiento realizan las inspecciones periódicas requeridas por ley o por política interna y tratan de revertir el deterioro mientras la planta esta parada. Estos trabajos son necesarios para mantener el rendimiento de la planta y asegurar su integridad y seguridad.

- Pérdidas por ajustes de producción.- es el tiempo periódico cuando los cambios en requerimientos de oferta y demanda, obligan a ajustes en planes de producción.
- Pérdidas por fallas de equipo.- es el tiempo perdido cuando la planta se detiene porque el equipo pierde repentinamente sus funciones específicas. Se distinguen dos tipos de pérdidas relativas a equipos. Una es la pérdida total de función, la cual corresponde a un paro por rotura, y la otra es la reducción de función, la cual corresponde a la pérdida de rendimiento por defectos físicos mientras opera la planta.
- Pérdidas por fallas de proceso.- es el tiempo perdido cuando la planta se detiene por factores externo al equipo, como errores operativos o cambios en las propiedades físicas o químicas de las sustancias procesadas. Estas fallas de proceso sólo pueden reducirse si se eliminan sus fuentes.
- Pérdidas normales de producción.- estas ocurren durante el arranque de la planta, paro de planta o cambio de producto.
- Pérdidas anormales de producción o de rendimiento.- tienen lugar cuando la planta opera por debajo de su capacidad, como resultado del mal funcionamiento o por condiciones anormales que reducen su rendimiento.
- Pérdidas por defectos de calidad.- estas incluyen el tiempo perdido e producir productos rechazados, pérdidas físicas en material y pérdidas financieras por reducción de precio de producto.
- Pérdidas por reproceso.- son perdidas por reciclaje, que ocurren cuando el material rechazado, debe ser devuelto a un proceso previo para corregirlo. No solo deben observarse las condiciones del producto final, sino analizar las pérdidas en los procesos intermedios, lo cual origina una reducción en la tasa de producción y pérdida de energía por reciclaje.

- Pérdidas de materiales.- maquinarias con fugas de materiales.
- Pérdidas de energía.- maquinarias con fugas de fuente de energía.

I.2.3.8 Valor agregado

Las actividades que agregan valor al producto son aquellas por las que está dispuesto a pagar, se identifican porque generalmente son las operaciones que lo transforman en su forma física o integran el servicio, desde el punto de vista del cliente.

➤ **Actividades con valor añadido**

Transforman los materiales o la información de manera que se adaptan a las necesidades de los usuarios, los cuales se hallan dispuestos a pagar por ellas. Ejemplo: pintura, ensamblado, soldado, etc.

➤ **Actividades sin valor añadido**

Cualquier actividad necesaria para el sistema o proceso, dados los medios o tecnología actuales, pero no contribuyen a comunicar valor al producto. Ejemplo: inventarios, almacén, trasportes, inspecciones, etc.

De esta forma, el mejoramiento se debe enfocar en aquellas actividades que agregan valor o en aquellas actividades que no agregan valor pero que son necesarias para el proceso. Si se mejoran las actividades innecesarias, se “está perdiendo el tiempo”, porque el objetivo es eliminarlo.

I.2.4 Medición del trabajo y estándares

2.2.4.1 Medición de trabajo

Chase, Jacobs, Aquilano (2006) El propósito fundamental de la medición del trabajo es establecer tiempos que sirvan de modelo para un trabajo. Estos estándares son necesarios por cuatro motivos:

- Programar el trabajo y asignar la capacidad.- todos los enfoques de programación requieren que se estime la cantidad que tomará desempeñar el trabajo programado.
- Ofrecer una base objetiva para motivar a la fuerza de trabajo y para medir el desempeño de los trabajadores.- los estándares medidos tienen especial importancia cuando se emplean planes de incentivo basados en la cantidad de producto.
- Presentar cotizaciones para nuevos contratos y evaluar el desempeño de los existentes.- preguntas como ¿podremos hacerlos? ¿Cómo vamos? Presuponen la existencia de estándares.
- Proporcionar puntos de referencia para las mejoras.- además de la evaluación interna, los equipos usan los puntos de referencia para comparar los estándares del trabajo en su compañía con los de puestos similares en otras organizaciones.

2.2.4.2 Estudio de tiempos

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El analista de tiempos debe saber cuándo es mejor utilizar una cierta técnica y llevar a cabo su utilización juiciosa y correctamente.

Los principales objetivos del estudio de tiempos son:

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajo.
- Conservar los recursos y minimizan los costos.

- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad
- Maximizar la seguridad, la salud, y el bienestar de todos los trabajadores

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios.

2.2.4.3 Importancia del estudio de tiempos

La medición del trabajo hoy en día involucra no únicamente el trabajo de los obreros en sí, sino también el trabajo de los ejecutivos.

- Evaluar el comportamiento del trabajador. Esto se lleva a cabo comparando la producción real durante un período de tiempo dado con la producción estándar determinada por la medición del trabajo.
- Comparación de métodos de trabajo. Cuando se consideran diferentes métodos para un trabajo, la medición del trabajo puede proporcionar la base para la comparación de la economía de los métodos. Esta es la esencia de la administración científica, idear el mejor método con base en estudios rigurosos de tiempo y movimiento.
- Facilitar los diagramas de operaciones. Uno de los datos de salida para todos los diagramas de sistemas es el tiempo estimado para las actividades de trabajo. Este dato es derivado de la medición del trabajo.
- Establecer incentivos salariales. Bajo incentivos salariales, los trabajadores reciben más paga por más producción. Para reforzar estos planes de incentivos se usa un estándar de tiempo que define al 100% la producción.

2.2.4.4 Técnicas de la medición del trabajo

TABLA N° 2.5: TÉCNICAS DE MEDICIÓN DE TRABAJO

Técnicas	Descripción
Basados en la experiencia	Registros históricos Registros históricos corregidos Estimación directa del analista
Observación y medición directas	Estudio con cronómetro Muestreo del trabajo tiempos agregados Datos estándar
Tiempos predeterminados	Series MTM (Method Time Measurement) MODAPST (Modular Arrangement Of Predetermines Times Estándar)

Fuente: Espinoza, 2005
Elaboración: Propia

2.2.4.5 Usos de los estudios de tiempos

- Determinar el número de máquinas que hay que adquirir.
- Determinar el número de personas de producción que hay que contratar.
- Determinar los costos de manufactura.
- Programar máquinas, operaciones y personas para hacer el trabajo y entregarlo a tiempo usando menos inventario.
- Determinar el balanceo de líneas de ensamble, cargar las celdas de trabajo con la cantidad adecuada de trabajo y equilibrarlas.
- Determinar el rendimiento de los trabajadores e identificar las operaciones que tienen problemas y ser corregidas.
- Pagar incentivos por rendimientos extraordinario por equipo o individual.

- Evaluar ideas de reducción de costos y escoger el método necesario más económico con base en un análisis de costos y no opiniones.
- Evaluar las nuevas adquisiciones de equipo a fin de justificar su gasto.
- Elaborar presupuestos del personal de operación para medir el rendimiento de la gerencia.

I.2.5 Mapeo de flujo de valor

El mapeo de flujo de valor (Value Stream Mapping, VSM), se presenta como una técnica relacionada con la manufactura esbelta que sirve como pivote y base para el rediseño de los sistemas productivos bajo en enfoque Lean. Se trata de una técnica relativamente reciente que viene a dar respuesta a las necesidades planteadas por las empresas manufactureras a desarrollar cadenas de valor más competitivas, eficientes y flexibles con las que se afronta las dificultades de la economía actual. Serrato I. (2007).

En concreto, el VSM fue desarrollado por Toyota como parte de su sistema de producción, el sistema en el que se basa, por completo, el lean manufacturing. Al VMS Toyota lo llamó Material and Information Flow Mapping, y con él representa, de forma muy visual, la situación actual y la ideal a alcanzar, para un sistema productivo a convertir en una implantación lean, incluyendo los grandes flujos: el de las operaciones de la secuencia del proceso, el de los materiales y el de la información. El mapeo de flujo de valor es una técnica que se utiliza para analizar el flujo de información y de materiales requeridos para llevar un producto o servicio al consumidor. Con esta herramienta se eliminara costos y reducirás operaciones, hasta la materia prima que va pasando por el proceso de transformación y manufactura. Gonzales A., Velázquez M. (2012) La Tabla N° 2.6 muestra las ventajas de utilizar un mapa de flujo de valor.

TABLA N° 2.6: VENTAJAS DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR

-
1. Ayuda a visualizar el flujo de información
 2. Ayuda a visualizar las fuentes de los desperdicios en el flujo de valor.
 3. Forma la base de un plan de implementación, al ayudar en el diseño de cómo debería operar el flujo dentro de la empresa
 4. Muestra el vínculo entre el flujo de información y el flujo de materiales.
-

Fuente: Cuatecasas, 2010

Elaboración: Propia

Serrato I. (2007) el propósito de la herramienta es mapear las actividades con o sin valor añadido necesarias para llevar una familia de productos desde materia prima a producto terminado, con el objeto de localizar oportunidades de mejora mediante pautas basadas en conceptos de producción ajustada para posteriormente graficar un posible estado futuro y lanzar proyectos de mejora.

La razón para que la productividad mejore, se enfoca en hacer que la metodología ayude a exponer los problemas futuros de la organización y de la calidad en el sistema. Así, el ataque sistemático contra los desperdicios o mudas, es también una solución a los factores de la mala calidad así como también en problemas fundamentales de la gestión. Gonzales A., Velázquez M. (2012). Los 7 desperdicios, basuras o mudas comúnmente aceptadas en el sistema de producción de Toyota originalmente son:

- Sobreproducción (más de a necesaria)
- La espera
- El transporte
- Procesos inadecuados
- Inventario innecesario
- Movimiento innecesario
- Defectos (corrección de errores)

I.2.5.5 Tipo de flujo existente en la cadena de valor

- **Flujo de materiales**

Desde cuando se reciben las materias primas de los proveedores, hasta la entrega final del producto al cliente.

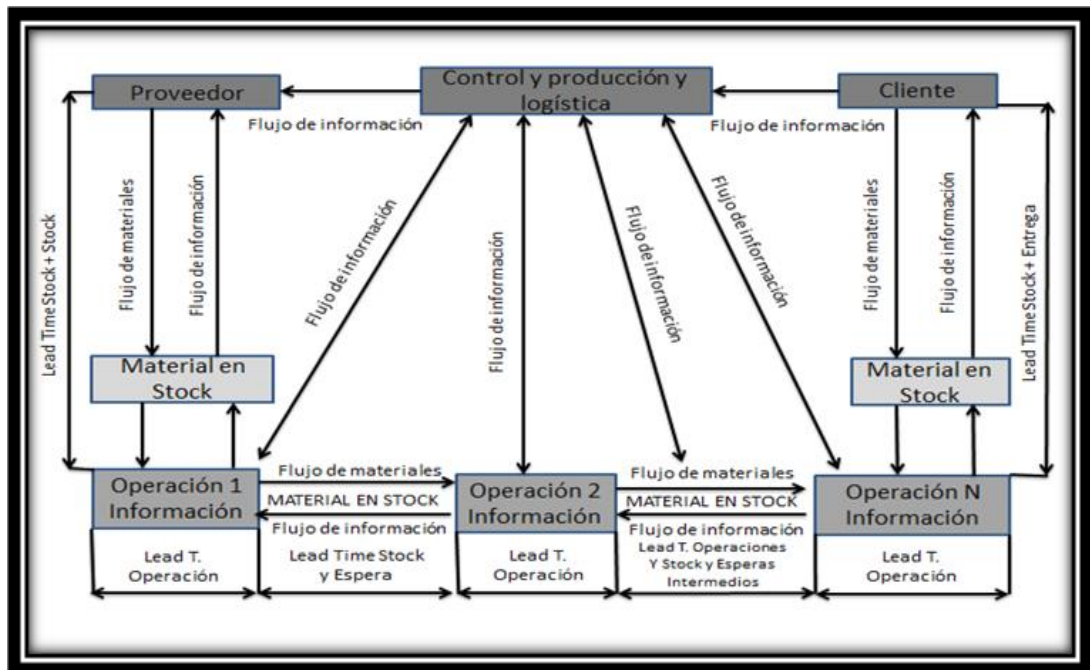
- **Flujo de información**

Soporta o direcciona el flujo a través de las operaciones, para transformar las materias primas en productos terminados. Desde cuando el cliente realiza la orden del producto, hasta cuando las materias primas se encuentran listas, para ser procesados en la primera operación y se realiza la entrega al cliente.

- **Flujo de personas y procesos**

Soportan los otros dos flujos. Es necesario para que los otros flujos se realicen en la compañía y no se detenga la producción.

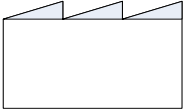


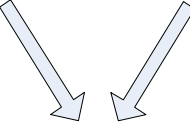

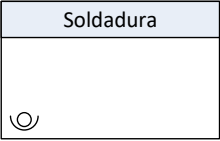
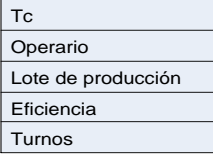


GRÁFICO N° 2.3: ELEMENTOS DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR

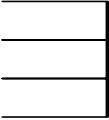




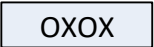
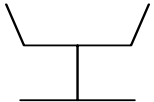







Fuente: Cuatrecasas, 2009

I.2.5.6 Simbología a utilizar en el mapeo de flujo de valor

TABLA N° 2.7: SIMBOLOGÍA DEL VSM

	<p>Cliente o proveedor</p>
	<p>Información manual</p>
	<p>Información electrónica</p>
	<p>Cargamentos o fletes de transportes</p>
	<p>Embarque</p>
	<p>Proceso</p>
	<p>Cuadro de datos</p>
	<p>Inventario</p>
	<p>Flecha de empuje</p>

	Supermercado
	Retiro de material
	Canal FIFO
	Kanban de producción
	Kanban de movimiento
	Nivelación de cargas
	Ubicación del Kanban
	Mejora
	Flecha de retirada 1
	Flecha de retirada 2
	Flecha de retirada 3
	Flecha de retirada 4

Fuente: Bravo, 2009

I.2.5.7 Descripción de la simbología del mapeo de flujo de valor

- Cliente o proveedor

Representa al proveedor y se coloca dentro del mapeo, en la parte superior del lado izquierdo y el cliente está representado también por este icono, pero este se coloca en la parte superior en el lado derecho, representando o indicando el flujo de información.

- Información manual

Proporciona información manual para la elaboración de los productos, generalmente se enfoca en las ordenes de trabajo.

- Información electrónica

Determina la cantidad de fabricación o respuesta de la empresa.

- Cargamentos o fletes de transportes

Representa movimiento de materias primas desde los proveedores hasta el lugar de la fábrica, o el movimiento de embarques de productos terminados desde la fábrica hasta el cliente.

- Embarque

Se refiere al transporte, ya sea de servicio al cliente o bien del transporte del surtimiento de la materia prima a la empresa o fábrica.

- Cuadros de datos

Este icono se coloca debajo de la operación a realizar y contiene información importante y/o datos requeridos para el análisis y la aplicación del método. La información básica que se coloca en un cuadro de datos, corresponde al ciclo de producción, lote de producción, la disponibilidad de la máquina, etc.

- **Inventario**

Muestran inventarios dentro de dos procesos, en el mapeo de los estados actuales. La cantidad de inventario puede ser aproximada o exacta, y esto se anota abajo del triángulo. Este icono también representa almacenamiento para las materias primas y productos terminados.

- **Flecha de empuje**

Representa el empuje del material de una operación a otra o de un proceso al siguiente.

- **Supermercado**

Es un inventario pequeño y disponible para cuando el cliente solicite algunos productos, se puede tomar de allí y automáticamente se genera una tarjeta de fabricación para reposición del material tomado del supermercado. Un supermercado reduce sobreproducción.

- **Canal FIFO**

Se usa cuando los procesos se conectan con un PEPS método que limita la introducción de información. El producto que primero se fabrica es el que primero se va a enviar a su siguiente operación o embarque.

- **Kanbam de producción**

Equivale a una orden de producción de un producto concreto en una cantidad concreta y las especificaciones convenientes.

- **Kanbam de movimiento**

Equivale a una orden de retirada o transporte de materiales o producto (es decir un lote de transferencia) desde la estantería o supermercado en una cantidad dada.

- **Nivelación de carga**

Se utiliza en los kanban para nivelar la producción.

- Mejoras

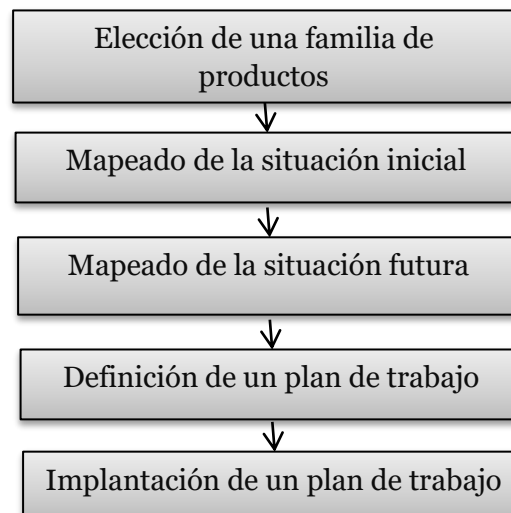
Se emplea generalmente en el mapeo de la cadena de valor futura, ya que en él, se aplica las mejoras del proceso.

I.2.5.8 Metodología para la elaboración de flujo de valor

Al trabajar con el mapa de cadena de valor se debe conformar un equipo de trabajo que este abierto al cambio y dispuesto a trabajar en la implementación de la metodología, siendo el paso siguiente seleccionar una familia de productos dentro de la planta. Una familia de productos se puede definir como un grupo de productos que pasa a través de procesos similares.

Una vez que se han identificado las familias de productos, se selecciona una de ellas y se crea el mapa de cadena de valor actual. Para dibujar el mapa de valor actual, se recoge información del piso de producción. Posteriormente, a partir del mapa de cadena de valor actual, se creara un mapa de cadena de valor futuro, que es una representación del estado futuro al cual se desea alcanzar. El paso final es preparar un plan de implementación, que describe como se planea materializar el estado futuro deseado.

GRÁFICO N° 2.4: METODOLOGÍA DEL FLUJO DE VALOR



Fuente propia

- Elección de una familia de productos

Es necesario focalizar el proceso de mapeado es una única familia de productos, graficar todas las referencias que se producen en una planta resulta complicado y no conduce a desarrollar de manera adecuada las pautas de la manufactura esbelta.

Como familia de producto se podría definir a un grupo de productos que pasan por similares procesos de operación hasta la entrega del producto al cliente. Así mismo en la siguiente Tabla N° 2.8 se señala criterios la agrupación de estas.

TABLA N° 2.8 CRITERIOS PARA IDENTIFICAR FAMILIAS

1. Tipo de producto	Cada familia la conforman productos del mismo tipo o misma función
2. Mercado	mercado geográfico o tipo de cliente: distribuidor, final , etc.
3 Clientes	Familia de productos que se venden a uno o varios clientes concretos
4. Grado de contacto con el cliente	Agrupar productos de acuerdo con el grado de influencia que tiene el cliente con el producto final
5. Volumen de ventas	agrupar productos con similar volumen de ventas
6. base competitiva	agrupar sus productos en base a sus argumentos de ventas
7. tipo de proceso	aquellos productos con similares procesos en la misma familia
8. características de productos	productos con similares características físicas o materias primas

Fuente: Serrano, 2007

- Mapeado de la situación inicial o actual

El mapeo inicial de flujo de valor se inicia en base a la Tabla N° 2.7 que representan la simbología de los iconos a utilizar, se dibuja el mapa con la situación actual de la cadena de valor, incluyendo los indicadores que se considere necesarios para medir su desempeño. Algunos ejemplos pueden ser tiempo de

ciclo, eficiencia, turnos, número de operarios, disponibilidad de los equipos, etc.

- **Mapeado de la situación final**

Una vez que se haya realizado el mapa presente, se puede detectar oportunidades de mejoramiento. Con base a estas oportunidades, se dibuja un mapa que permita visualizar el estado futuro de la cadena de valor después de que se han implementado acciones de mejora.

- **Mapeado de un plan de trabajo e implementación de oportunidades de mejora**

Las oportunidades de mejoramiento identificadas en el mapa presente, deben estar priorizadas en un plan de trabajo.

- **Implantación de un plan de trabajo**

Las oportunidades de mejoramiento identificadas en el mapa presente, deben ser priorizadas y programadas en un plan de trabajo al cual se le asignen responsabilidades y fechas de cumplimiento. Debe estar soportado en las herramientas lean y aplicando la metodología kaisen.

I.2.5.9 Manufactura celular

Esta técnica ayuda a decidir la ubicación más apropiada de los equipos y maquinarias en el departamento de producción. Los beneficios de una buena distribución celular logran la reducción del inventario, trabajo en proceso, tiempo de puesta en marcha, manipulación de material, balanceo de trabajo, mejora el uso de recursos humanos, mejora el control y la automatización, reduce el tiempo perdido por transporte y mejora el área de trabajo general. La manufactura celular incluye principalmente el balanceo del trabajo relacionando el tiempo de ciclo con el tiempo total.

III. RESULTADOS

En este apartado se llevó a cabo el análisis de la viabilidad, donde se desarrolló los objetivos específicos de la investigación con una secuencia lógica.

3.1 LA EMPRESA

Fabricaciones metálicas FAMETAL SAC es una empresa dedicada a la fabricación de muebles para el hogar y oficina de metal y de melamima, que fue fundada el 01 de Noviembre del año 2005, establecida en la calle Coricancha N° 601 distrito La Victoria – Chiclayo el cual cuenta con un área de 1000 m² total.

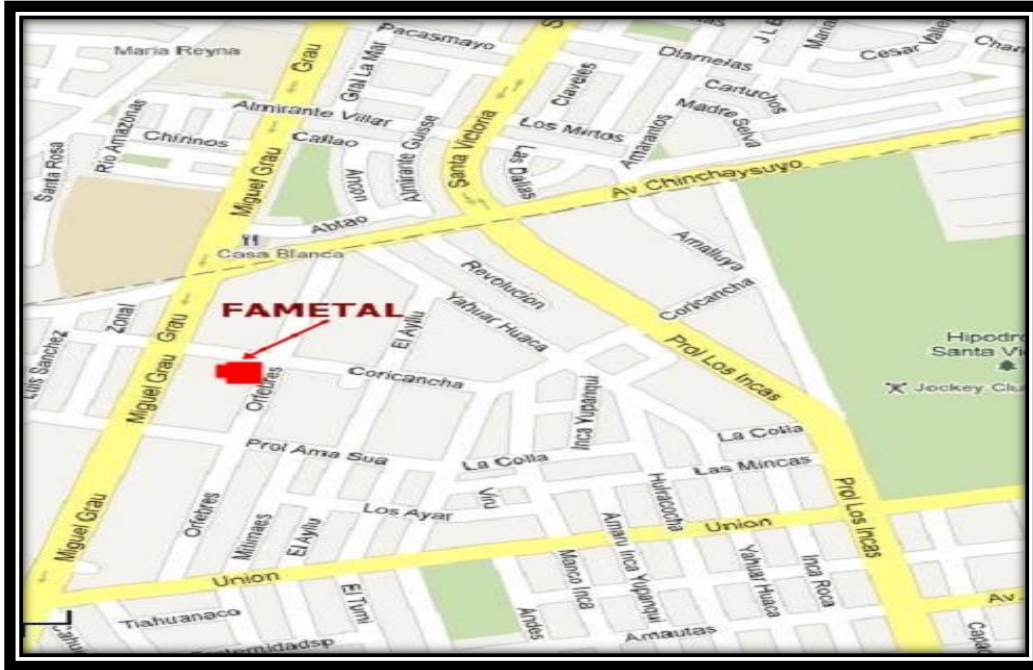
Su variedad de productos van desde juegos de camas, camarotes, juegos de comedor, mesas de centro, reposteros, roperos, sillones, entre otros. También se incursionó en la fabricación de carpetas para colegios e institutos y universidades de la región, siendo el primer fabricante en usar la pintura en polvo con horno electroestático, lo que hace que se encuentre a la vanguardia con el uso de esa tecnología, obteniendo productos con pintura de alta calidad y duración, convirtiéndose en una ventaja competitiva de FAMETAL SAC para con las otras empresas dedicadas a la carpintería metálica en la región Lambayeque.

Actualmente cuenta con 16 trabajadores y se perfila como una de las empresas líder en el sector de la fabricación de muebles para el hogar y la oficina, ya que fabrica muebles de calidad a precios competitivos, abasteciendo el mercado de la región Lambayeque, Jaén - San Ignacio, Bagua Chica, Bagua Grande y Moyabamba.

Así mismo FAMETAL SAC tiene como misión satisfacer la demanda regional de muebles para el hogar y oficina, apoyando en todo momento al desarrollo de la región Lambayeque.

3.1.1 Ubicación

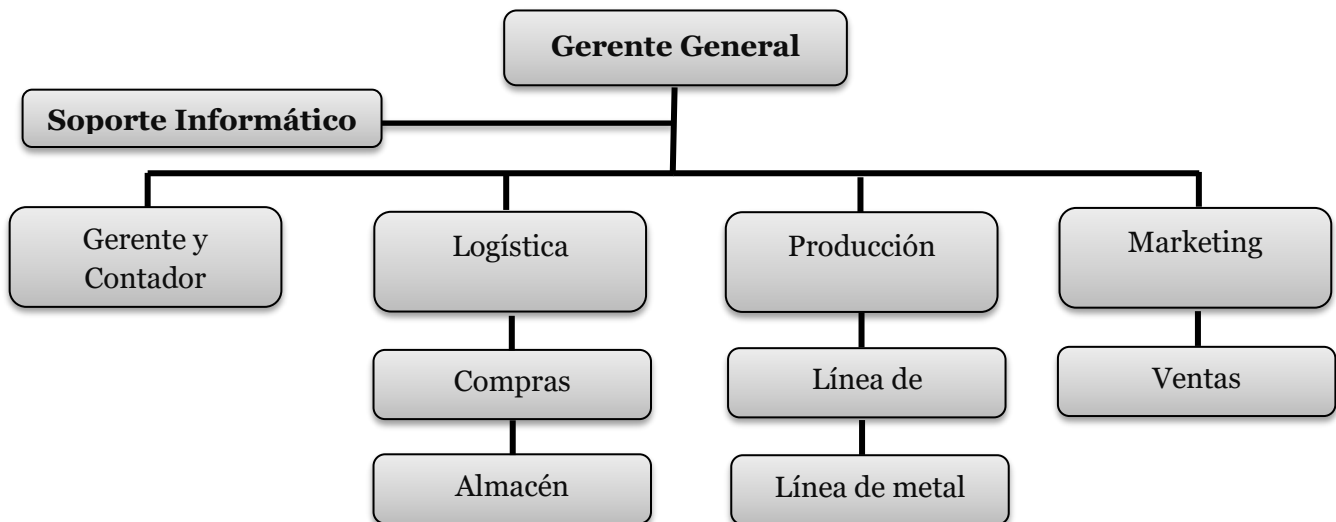
FIGURA N° 3.1: UBICACIÓN DE FAMETAL SAC



Fuente: Google Maps

3.1.2 Organigrama

GRÁFICO N° 3.1: ORGANIGRAMA DE FAMETAL SAC



Fuente: Propia a partir de datos de la empresa

3.1.3 Principales clientes

El cliente en FAMETAL SAC es la persona que solicita una cierta cantidad de productos, dependiendo de las necesidades que desee satisfacer. El cliente es contactado por la empresa (cartera de clientes) o se contacta con la empresa para poder solicitar los productos deseados. El cliente establece los parámetros del producto, en el caso que requiera uno en particular, que compete al área de ventas industriales, el producto se fabrica en la planta de producción, luego de que planificación decida de qué forma se producirá. De tenerse el producto en el inventario, pasa a ser vendido directamente en el área de ventas comerciales.

Existen dos tipos de clientes:

- Clientes comerciales

Realizan pedidos en cantidades moderadas, sin embargo estos se repiten cada cierto tiempo, es por esto que la empresa procura tener productos en el inventario, anticipándose.

- Clientes industriales

Realizan pedidos únicos en cantidades considerables, algunos pedidos se encuentran en inventario, pero la mayoría de estos pedidos se realizan luego de acordar un plazo de entrega. Estos tipos de pedidos generalmente son solicitados por empresas que están realizando algún tipo de ampliación de su infraestructura, en la requieren de los productos que FAMETAL SAC fabrica.

3.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.2.1 Estudio de mercado

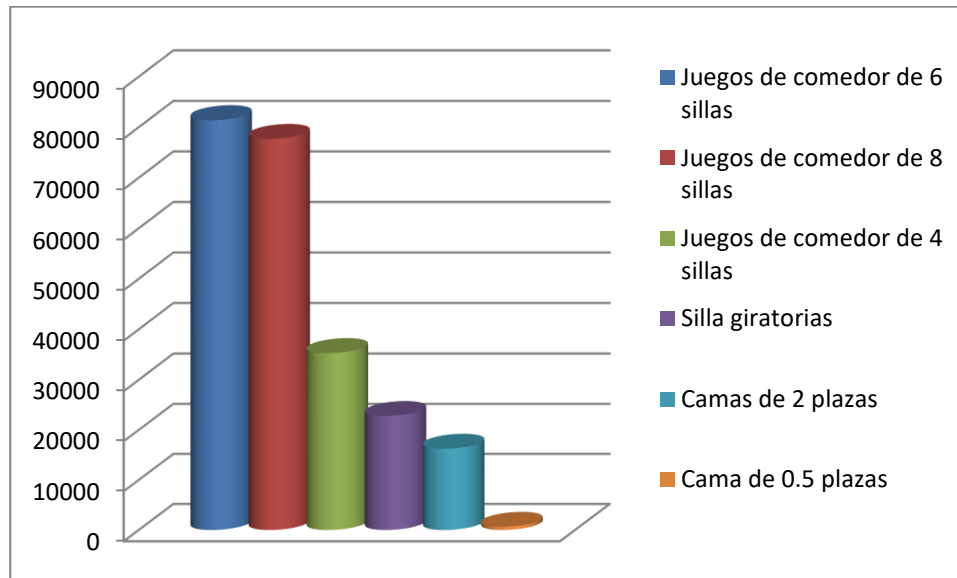
Para la elaboración de un plan de mejora integral que aumente la productividad se identificará el producto principal de fabricaciones metálicas FAMETAL SAC siendo este el primer objetivo, para lo cual se realizó un análisis de los productos que se elaboran en la línea de metal.

La línea de metal tiene varios productos, dentro de ello tenemos: Juego de comedor de 6 sillas, juego de comedor de 8 sillas, juego de comedor de 4 sillas, sillas giratorias, sillas anatómicas, mesas, banquetas, camas de 2 plazas, etc. Para un mejor análisis de estudio se ha elegido un solo producto.

La elección del producto principal es la que presenta mayor ingreso por ventas a la empresa, Gráfico N° 3.2, así mismo en

donde el proceso de fabricación muestra las actividades de producción que involucra a todos los productos.

GRÁFICO N° 3.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE VENTAS EN S/.



Fuente: FAMETAL SAC
Elaboración: Propia

El Grafico N° 3.2 representa los ingresos por ventas de los productos de la línea de metal, siendo el producto que ha tenido mayor venta: el juego comedor de 6 sillas, totalizando un valor de 81400 soles en el año 2011.

3.2.2 Producto principal

Juego de comedor de 6 sillas, es el mueble más demandado por el mercado, es el producto donde se aprecia todas las actividades de producción incluyendo manipulación de tubos de metal, melamine y telas para el caso de los asientos de las sillas. El producto consta de una mesa y seis sillas y su diseño puede ser clásico, moderno, rustica, etc. En la Figura N° 3.2 se muestra el diseño clásico del juego comedor de 6 sillas.

FIGURA N° 3.2: DISEÑO DE JUEGO DE COMEDORES DE SEIS SILLAS



Fuente: FAMETAL SAC

3.2.3 Características específicas del producto

La gran diversidad de comedores que se pueden encontrar en el mercado, donde se puede optar cualquier tipo de comedor según las necesidades que el cliente tenga, pues estos se diferencian por su precio, su tamaño, los materiales que se utilizaron en su elaboración, su calidad, el número de sillas que integra, y su estilo decorativo, que tienden a influir en el precio del comedor.

Los juegos de comedor constan de una mesa y seis sillas y son fabricados con tubos de metal, el tipo de soldadura que se utiliza es soldadura de punto, la cual está distanciada aproximadamente de 30 mm como máximo. Los cortes de los tubos y sus dobleces no deben tener filos cortantes ni rebabas.

Antes de la aplicación de la capa de pintura, esta se limpiará a través de la actividad del lijado a la superficie metálica, siendo la siguiente actividad el lavado la cual le quitará las impurezas impregnadas en el material, el acabado se hará en base de pintura anticorrosiva epóxica. Se aceptará otro tipo de

acabado y pintado, el cual deberá ser debidamente sustentado y aprobado por el propietario.

El juego de comedor de 6 sillas será cuidadosamente embaladas, forradas con plástico y cartón, aseguradas mediante una cinta altamente resistente que se les coloca alrededor de estas, lo cual va a permitir un adecuado desplazamiento. El juego de comedor de 6 sillas deberán ser cubiertas con cinta para el servicio de distribución para garantizar un desplazamiento y almacenaje prolongado en un ambiente adecuado.

3.2.4 Requerimientos de calidad

Las verificaciones y pruebas a las que se someten los juegos de comedores de 6 sillas son las siguientes.

- Dimensiones y sus componentes
- Diseño
- Espesor de la pintura
- Verificación de los puntos de soldadura: no mayor de 30 mm entre punto de soldadura
- Inspección de defectos de los tubos de metal que no presenta rebabas ni zonas ásperas o cortantes.

3.2.5 Distribución hacia el cliente

Los productos son distribuidos por medio de vehículos (camionetas), los cuales son propios y permiten entregar el producto a los mismos hogares de los clientes.

Cuando la entrega es al cliente industrial, los productos son transportados de la misma manera hacia el lugar acordado con dichos clientes o en otros de los casos el mismo cliente recoge su pedido asegurándose así la conformidad de éstos.

3.2.6 Desperdicios

Cuando se habla de desperdicios se refiere a los tiempos ociosos, tiempos de espera, cuello de botella que existen en las diferentes etapas de fabricación, este problema lo constituyen principalmente: la mano de obra y la maquinaria.

3.2.7 Proceso de producción – sillas

3.2.7.1 Recepción de la materia prima

Una vez que se realizan los pedidos a la ciudad de Chiclayo y Lima, la materia prima (tubos de metal) es transportada a la empresa para la fabricación de diversos productos, se compra tubos de diferentes características y diferentes espesores, así como tubos de sección circular, ovalada, elíptica o rectangular.

FIGURA N° 3.3: ALMACÉN DE TUBOS DE METAL



Fuente: FAMETAL SAC

3.2.7.2 Medir

Después de hacer la recepción de materia prima, Éstas pasan a medirse, la medida es estándar de acuerdo a su forma, tamaño y es de fabricación exclusiva de la empresa metal – mecánica.

3.2.7.3 Cortado

Este proceso consiste en cortar el material de acuerdo a las especificaciones del cliente. Se hace referencia al cortado de patas, de los respaldares, etc. este proceso consiste en colocar los tubos metálicos en una prensa, con el propósito de fijarlos para efectuar el corte.

3.2.7.4 Doblado

El doblado consiste en darle las formas que deben adquirir para construir las sillas, mesas, etc. para la realización de esta actividad se utilizan dobladoras manuales de tubos. Esto se realiza de acuerdo al diseño del producto.

3.2.7.5 Soldado

Una vez que la materia prima es cortada y doblado esta procede a soldarse, el tipo de soldadura que se utiliza es soldadura de punto, que sirve para unir las piezas metálicas.

3.2.7.6 Lijado

Se realiza el lijado para eliminar algunas asperezas e impurezas existentes.

3.2.7.7 Lavado

En esta actividad se realiza el lavado para terminar de quitar las impurezas y cuando este etapa de pintura esta quede en perfecto estado. El lavado se realiza con ácido y agua.

FIGURA N° 3.4: TINA DE LAVADO



Fuente: FAMETAL SAC

3.2.7.8 Pintado

El proceso de pintado cuenta con dos hornos, la pintura que se utiliza es pintura en polvo. El color de la pintura es de acuerdo a la preferencia del cliente.

3.2.7.9 Corte de base

El corte de base se realiza tanto para el respaldar, como para el asiento de la silla, tomando las dimensiones respectivas.

3.2.7.10 Corte de tela

El corte de tela se realiza tanto para el respaldar, como para el asiento de la silla.

3.2.7.11 Rellenar

El material que se utiliza para el relleno es huapi.

3.2.7.12 Coser tela

Se realiza por medio de grapas.

3.2.7.13 Ensamblar

Consiste el adaptar el asiento y el respaldar en la estructura de la silla, para lo cual se utilizan tornillos, para finalizar se colocan los tapones a las patas de las sillas.

3.2.8 Proceso de producción – mesas

3.2.8.1 Recepción de la materia prima

La materia prima (tubos de metal) llegan de las ciudades Chiclayo y Lima, para empezar con el proceso productivo.

3.2.8.2 Medir

La medida es estándar de acuerdo a su forma o tamaño.

3.2.8.3 Cortado

Se corta el material de acuerdo a la medida que se ha realizado en la operación anterior.

3.2.8.4 Doblado

Consiste en dar forma a las estructuras para la elaboración de las mesas.

3.2.8.5 Soldado

El siguiente paso es el de soldar el conjunto de piezas formando el modelo de estructura, mesas.

3.2.8.6 Lijado

El lijado se realiza para retirar esperaras de la estructura armada, mesas.

3.2.8.7 Pintado

Este proceso de pintado cuenta con dos hornos, la pintura que se utiliza es pintura en polvo. El color de la pintura es de acuerdo a la preferencia del cliente.

3.2.8.8 Corte de base

La siguiente operación es el corte de base de la mesa, que es de material de triplex.

3.2.8.9 Ensamblar

Consiste el adaptar la base en la estructura de la mesa, para lo cual se utilizan tornillos, para finalizar se colocan los tapones a las patas de las mesas.

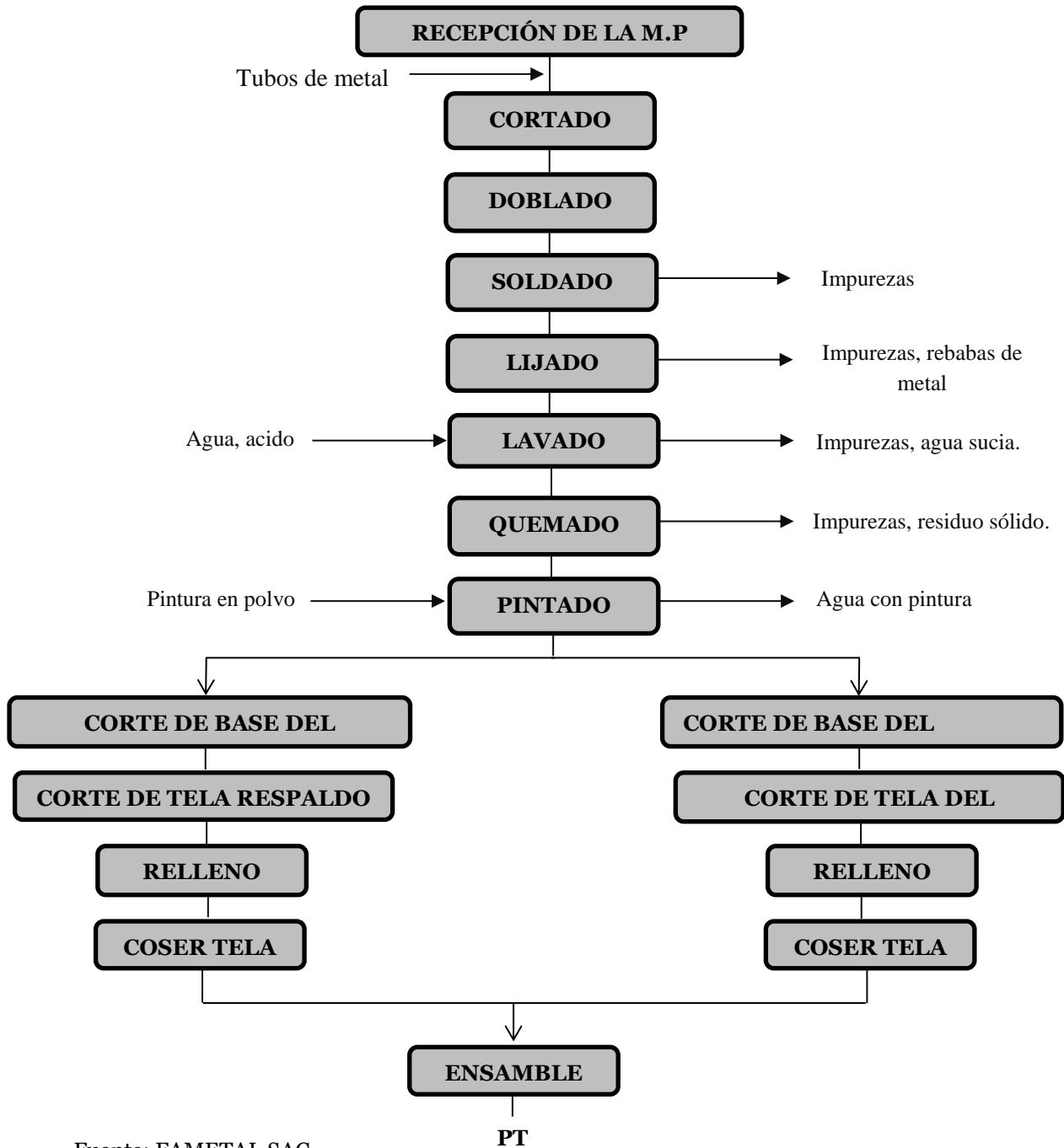
3.2.9 Sistemas de producción

El sistema de producción que sigue el proceso de fabricación de FAMETAL SAC está enfocado al proceso, debido a los diversos productos que se fabrican, en la cual las operaciones se agrupan según los tipos de procesos, por ejemplo las operaciones de la empresa que involucren pintura se agrupan en una sola área formando solo el área de pintura.

3.2.10 Análisis para el proceso de producción

3.2.10.1 Diagrama de Flujo – sillas

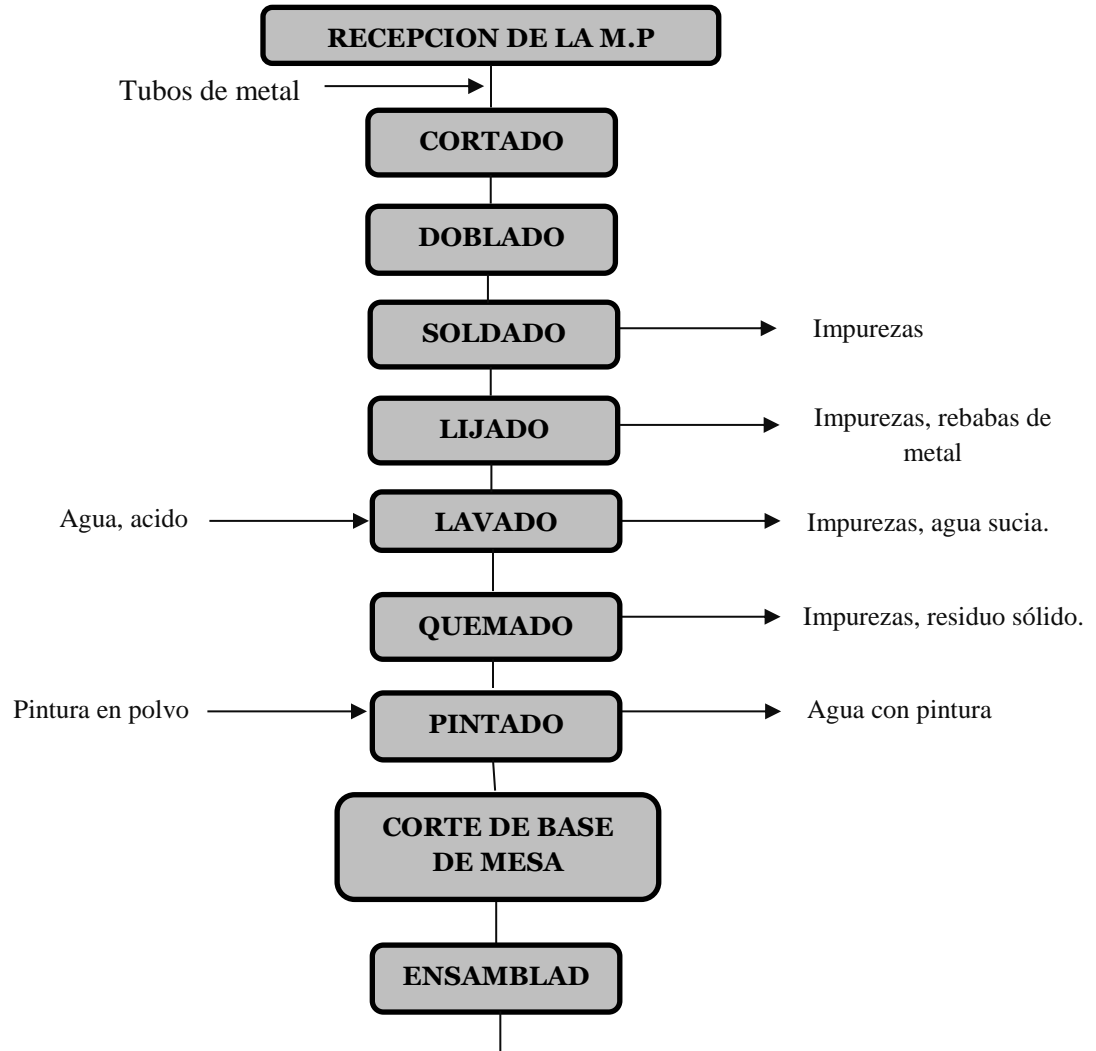
GRÁFICO N° 3.3: DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES POR ACTIVIDAD DE MANUFACTURA DE SILLAS



Fuente: FAMETAL SAC
Elaboración: Propia

3.2.10.2 Diagrama de flujo – mesas

GRÁFICO N° 3.4: DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES POR ACTIVIDAD DE MANUFACTURA DE MESAS



Fuente: FAMETAL SAC
Elaboración: Propia

PT

3.2.10.3 Especificaciones técnicas de juegos de comedor

Tabla N° 3.1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Item	Características	Descripción	Unid Medidas	
1	Fabricante	FAMETAL SAC		
2	Modelo	Anatómicos, florencia, etc.		
3	Material	Tubos de metal		
4	Dimensiones			
Sillas	Altura total		cm	93
	Anchura máx.		cm	43
	Altura asiento		cm	49
	Altura		cm	75
Mesas	Ancho		cm	140
	Anchura del tablero		cm	90
5	Pintura	1 capa		

Fuente: FAMETAL SAC

Elaboración: Propia

3.2.10.4 Suministro e fábrica

TABLA N° 3.2: SUMINISTRO DE FÁBRICA

Suministro	Actividad	Unida	
		d	Presentación
Tubos de metal		m	Tubos de 5m
Pintura Epoxica	Pintado base	kg	Unid de 1 kg
	Pintada		
	Pintado electrostático		
	electrostático	kg	unid de 1 kg
Soldadura	Soldado	kg	Bosas de 2 kg
			Lámina de 22,5 x 28
Lijas para metal	Lijado	Unid	cm
Agua	Lavado	m3	
Detergentes	Lavado	kg	Bolsa de 250 kg
Pernos			
Telas		m	
Melamine			
	Relleno de		
Huapi	asientos	kg	Sacos de 50 kg
Tapones		Und	

Fuente: FAMETAL SAC

Elaboración: Propia

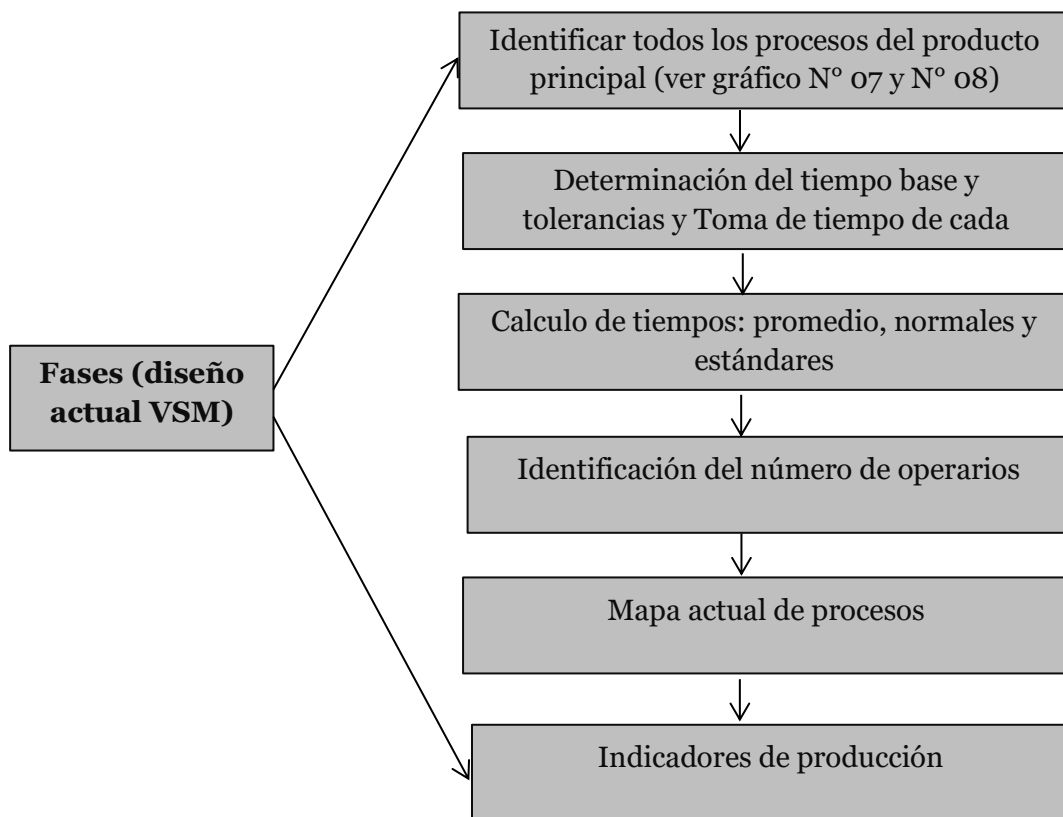
3.2.11 Indicadores actuales de producción y productividad

Para el logro del segundo objetivo, el cual es, la evaluación del producto principal con la herramienta del mapeo de flujo de valor, se hará el control de tiempos que nos permitirá calcular los indicadores de producción de los procesos del producto principal de fabricaciones metálicas FAMETAL SAC

3.2.11.1 Fases para el diseño actual del VSM

El procedimiento seguido por la autora para el diseño actual del mapa de flujo de valor, se muestra en el siguiente Gráfico N° 3.5

GRÁFICO N° 3.5: FASES DE LA SITUACIÓN ACTUAL VSM



Elaboración: Propia

3.2.11.2 Determinación del tiempo base

Fabricaciones metálicas FAMETAL SAC trabaja de la siguiente manera:

Lunes a sábados (6 días a la semana), siendo su horario de 8:00 am – 12:00 pm y 15:00 pm – 18:00 pm (8 horas al día).

$$\begin{aligned} &= (6 \text{ días/sem} * 8 \text{ horas/días}) \\ &= 48 \text{ horas/sem} \end{aligned}$$

El tiempo se obtendrá descotando los días domingos, que se utilizará 26 días efectivos de trabajo, 48 horas semanales.

Al mes → 30 días → menos 4 domingos → 26 días efectivos

48 h/sem * 1 sem/6 día = 8 h/día → PROMEDIO DE HORAS LABORABLES AL DIA.

3.2.11.3 Determinación del tiempo de tolerancias

Hora de entrada.- 8:00 am en punto, con una tolerancia de 10 min en la mañana y tarde.

(L – S) 10 min/entrada * 2 entrada/día = 20 min/día.

20 min/día * 26 día/mes = 520 min/mes → Tiempo base proyectado.

$$12\ 480 \text{ min/mes} \quad \text{——} \quad 100\%$$

$$520 \text{ min/mes} \quad \text{——} \quad X$$

$$X = 4,16 \% \text{ tolerancia}$$

Disponiendo de la diferencia del 100% y el 4.16% de tolerancias, es decir el 95,84 % del tiempo base.

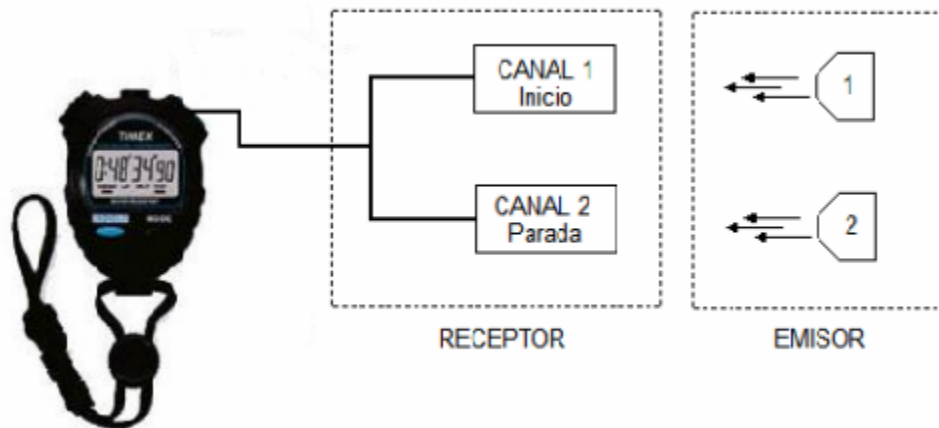
$$12480 \text{ min/mes} * 0,9584 = 11960 \text{ min/mes} = 460,032 \text{ min/día} \quad \text{→} \quad \textbf{T tiempo Base Real}$$

3.2.11.4 Ejecución del control de tiempos

El estudio de tiempos juega un papel importante en la productividad de cualquier empresa de productos o servicios. Con éste se pueden determinar los estándares de tiempo para la planeación, calcular costos, programar, contratar, evaluar la productividad, establecer planes de pago, entre otras actividades por lo que, cualquier empresa que busque un alto nivel competitivo debe centrar su atención en las técnicas de estudio de tiempos, y tener la capacidad de seleccionar la técnica adecuada para analizar la actividad seleccionada.

Primeramente se realizó la toma de tiempos por cada operación, para ello se efectuó constantes visitas a fabricaciones metálicas FAMETAL SAC la toma de tiempos se hizo con la ayuda de un cronómetro, por se un instrumento con mayor exactitud para este tipo de control.

FIGURA N° 3.5: CRONÓMETRO DIGITAL



Fuente: Rojas, 2007

Debido a que las operaciones se realizan en intervalos de tiempos irregulares, se procedió a cronometrar los tiempos de las operaciones, en la

Tabla N° 3.4 y N° 3.5 se observa los tiempos cronometrados de las 16 operaciones de proceso (sillas) y de las 9 operaciones de proceso (mesas), respectivamente en un número limitado de observaciones (10 observaciones); una vez cronometrado se procede a calcular el tiempo promedio el cual se calcula sumando los tiempo de la operaciones y dividiendo entre el número de tiempo cronometrado (entre 10), de manera siguiente se calcula el tiempo normal, para este cálculo se toma en cuenta el índice de desempeño del operario, esto es de acuerdo a la experiencia, habilidad, esfuerzo, condiciones que tenga el operario dentro de su centro de trabajo, en la Tabla N° 3.3 se muestra los tipos de calificaciones del operario en base a su índice de desempeño.

TABLA N° 3.3: RANGO DE CALIFICACIÓN

Calificación de operario	Factor de desempeño %
Lento	80 - 99 %
Normal	100%
Experto	101 - 120%

Fuente: Matthew, 2009

En este estudio se toma como referencia el factor de desempeño de 0,8%, lo que equivale a un operario con desempeño lento, entre las características posee ciertas aptitudes para el trabajo con poca experiencia. De manera siguiente se calculó el tiempo estándar, en este caso se tiene en cuenta las tolerancias o suplementos del proceso, la tolerancia equivale a 4,16 % (ver página 56). El cálculo de tiempo facilita la labor del analista, obteniendo mayor precisión, velocidad de aplicación y resultados más confiables, comprensibles y rápidos. Lázaro, M. (2005).

En la Tabla N° 3.4 observamos el tiempo promedio, el tiempo normal y el tiempo estándar.

Para obtener el tiempo promedio de la operación N° 1 Cortado se realizó la sumatoria de los tiempos que cronometrados en la estación de trabajo.

$$- 3,8 + 3,8 + 3,8 + 3,8 + 3,8 + 3,8 + 3,8 + 3,8 + 3,8 + 3,8 = \mathbf{38 \text{ min}}$$

El resultado de los 38 min lo dividimos en 10 obteniendo un resultado de 3.8 min (tiempo promedio)

De igual forma el cálculo es el mismo para la obtención del tiempo promedio en las diferentes operaciones de trabajo.

Para el cálculo del tiempo normal se utilizará la siguiente fórmula (ver página 22)

$$\mathbf{TN = TO \times ID}$$

TO: Tiempo observado (tiempo promedio)

ID: Índice o factor de desempeño

(0.8 operario con desempeño lento)

Reemplazando la fórmula con los datos obtenidos, el cálculo sería de la siguiente manera:

$$TN = TO \times ID$$

$$TN = 3,8 \times 0,8\%$$

$$TN = 3,04 \text{ min}$$

Para las demás operaciones, el cálculo del tiempo normal se realiza de igual forma que la anterior.

Finalmente veamos el cálculo del tiempo estándar, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula (ver página 22)

$$\mathbf{TE = TN \times (1 + T)}$$

TN: Tiempo normal

T: Tolerancias o

suplementos (%)

$$TE = TN \times (1 + T)$$

$$TE = 3,04 \times (1 + 4,16\%)$$

$$TE = 3,167 \text{ min}$$

TABLA N° 3.4: TIEMPO CRONOMETRADO DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES: SILLAS

SECUENCIA DE OPERACIONES		TIEMPO CRONOMETRADO										MINUTOS		
N°	OPERACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T Promedio	T normal	T estándar
1	Cortado	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,04	3,167
2	Doblado	3,69	3,70	3,70	3,70	3,69	3,75	3,69	3,70	3,70	3,70	3,70	2,96	3,083
3	Soldado	8,24	8,24	8,24	8,24	8,23	8,24	8,24	8,24	8,23	8,26	8,24	6,59	6,862
4	Lijado	4,84	4,84	4,85	4,85	4,84	4,85	4,85	4,84	4,85	4,85	4,85	3,88	4,037
5	Lavado	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	4,22	4,396
6	Quemado	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,20	3,333
7	Pintado	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,49	0,505
8	Corte base de respaldo	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,16	0,164
9	Corte base de asiente	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19	0,20	0,19	0,20	0,20	0,16	0,163
10	Corte tela de respaldo	0,17	0,16	0,15	0,15	0,17	0,15	0,17	0,16	0,16	0,17	0,16	0,13	0,134
11	Corte tela de asiento	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,13	0,134
12	Relleno de respaldo	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,09	0,091
13	Relleno de asiento	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,09	0,090
14	Unir tela de respaldo	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,021
15	Unir tela de asiento	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,021
16	Ensamble	1,89	1,94	1,91	1,90	1,78	1,94	1,91	1,90	1,93	1,94	1,90	1,52	1,585
TOTAL												33,37	26,70	27,79

Fuente: FAMETAL SAC
Elaboración: Propia

TABLA N° 3.5: TIEMPO CRONOMETRADO DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES: MESAS

SECUENCIA DE OPERACIONES		TIEMPO CRONOMETRADO										MINUTOS		
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T Promedio	T normal	T estándar
1	Cortado	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	2,88	3,14
2	Doblado	3,50	3,50	3,49	3,49	3,50	3,51	3,50	3,52	3,52	3,52	3,50	2,80	3,01
3	Soldado	8,06	8,06	8,23	8,06	8,23	8,23	8,23	8,23	8,22	7,67	8,12	6,50	6,96
4	Lijado	4,26	4,25	4,25	3,79	5,04	4,57	4,49	4,49	5,02	5,03	4,52	3,62	5,06
5	Lavado	5,30	5,31	5,30	5,30	5,30	5,30	5,31	5,31	5,31	5,31	5,30	4,24	4,81
6	Quemado	3,99	3,99	3,99	3,99	3,69	3,68	3,70	3,70	3,72	3,75	3,82	3,06	4,02
7	Pintado	0,65	0,64	0,65	0,64	0,64	0,65	0,64	0,64	0,65	0,64	0,64	0,51	2
8	Unir tela de asiento	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,19	0,160
9	Ensamble	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,00	2,28
TOTAL												32,26	25,81	26,86

Fuente: FAMETAL SAC
Elaboración: Propia

3.2.11.5 Identificación del número de operaciones en cada operación

Las Tablas N°3.6 y N°3.7 muestra el número de operarios que cuenta la empresa en la actualidad por operaciones para la elaboración de sillas y mesas (juego de comedor de 6 sillas). Los operarios que se emplean en la fabricación de sillas son las mismas en la fabricación de mesas.

TABLA N° 3.6: NÚMERO DE OPERARIOS: SILLAS

N°	OPERACIÓN	NÚMERO DE OPERARIOS
1	Cortado	3
2	Doblado	3
3	Soldado	2
6	Lijado	1
7	Lavado	2
8	Quemado	1
9	Pintado	1
10	Corte base de respaldo	1
11	Corte base de asiento	= Operación 10
12	Corte tela de respaldo	= Operación 10
13	Corte tela de asiento	= Operación 10
14	Relleno de respaldo	= Operación 10
15	Relleno de asiento	= Operación 10
16	Unir tela de respaldo	= Operación 10
17	Unir tela de asiento	= Operación 10
18	Ensamble	1
19	Colocar tapones	1
	TOTAL	16

Fuente: Propia

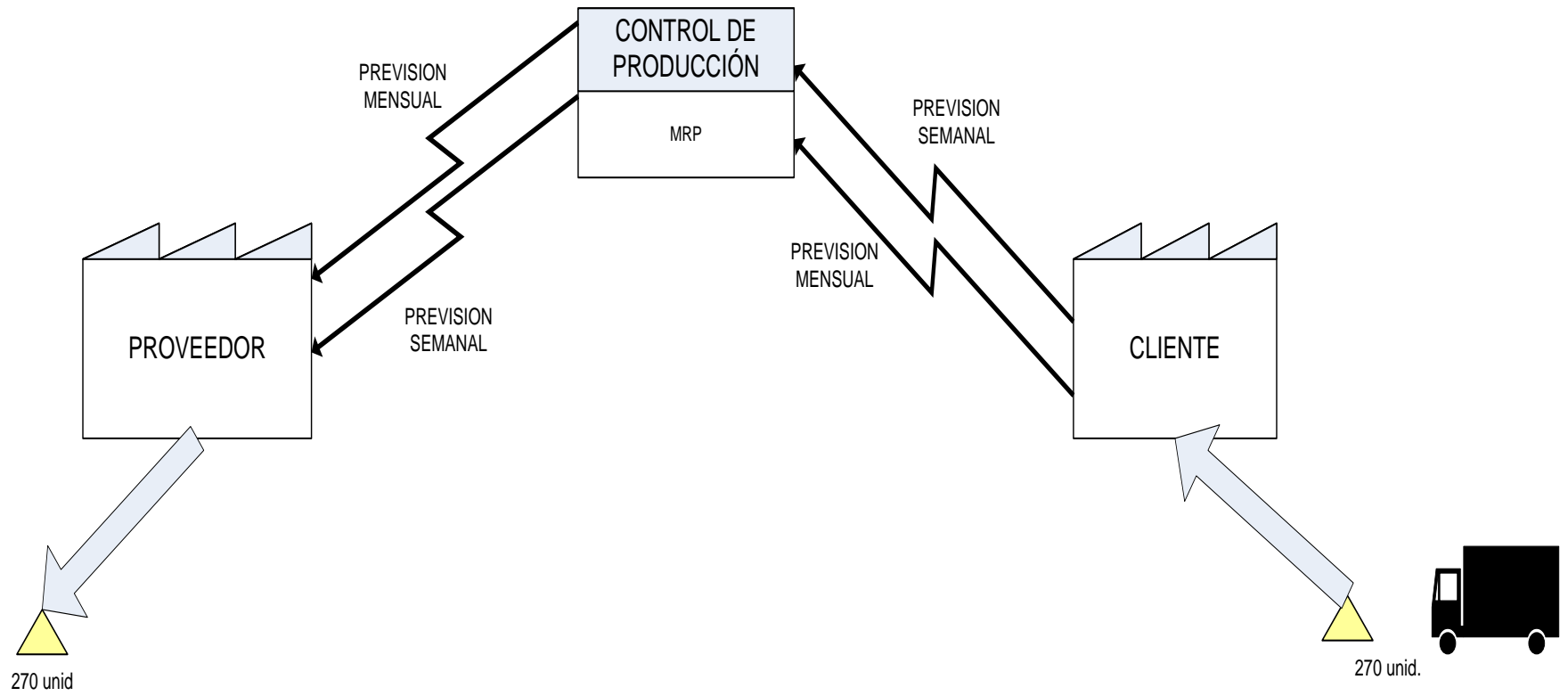
TABLA N° 3.7: NÚMERO DE OPERARIOS: MESAS

SECUENCIA DE OPERACIONES		NÚMERO DE
N°	OPERACIÓN	OPERAROS
1	Cortado	3
2	Doblado	3
3	Soldado	2
4	Lijado	1
5	Lavado	2
6	Quemado	1
7	Pintado	1
8	Corte base mesa	1
9	Ensamble	1
10	Colocar tapones	1
	TOTAL	16

Fuente: Propia

Conociendo la información suficiente, podemos comenzar la construcción del mapa de flujo de valor a la que llamaremos VSM actual. Esta primera fase está dada con el flujo de información que une los elementos externos (clientes y proveedor de materiales) a través de la dirección de producción y logística de la planta en la fase que afecta a la cadena logística. Se observan dos flechas en zigzag para indicar que la transferencia de información es electrónica desde el cliente hasta la PC&L y desde este hasta el proveedor. Por otra parte desde el proveedor de materiales, parte un camión semanal con la carga precisa para llevar a cabo la correspondiente producción. (Gráfico N°3.6)

GRÁFICO N° 3.6: PRIMERA FASE DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR ACTUAL



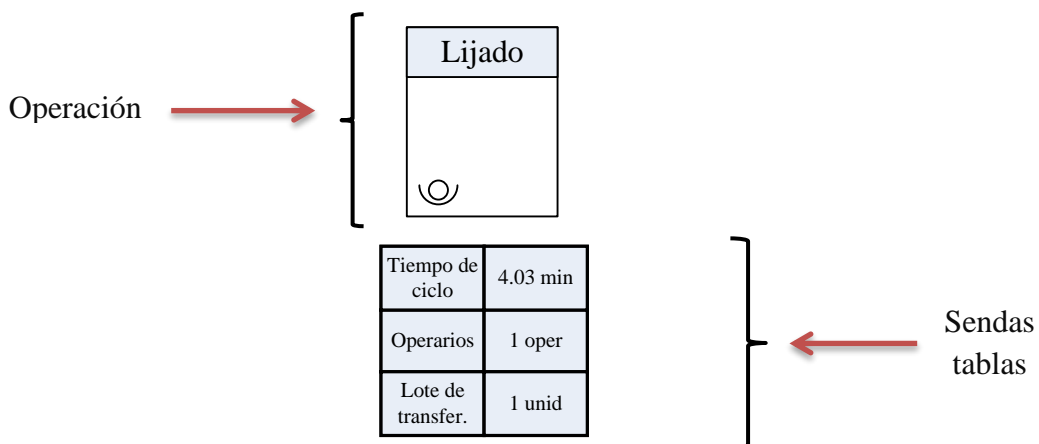
Elaboración: Propia

La Gráfico N° 3.7 muestra cómo se va llenando las operaciones con sus respectivos datos a utilizar, en este caso la operación es la del lijado, y en la parte inferior se muestra una sendas tablas con sus respectivos datos a utilizar.

La Gráfico N° 3.8 da a conocer la segunda fase del VSM, en la que se ha añadido el flujo de los procesos y sus operaciones en la secuencia en que operan y el modo en que entregan los materiales, con este flujo se cierran en circuito el conjunto de flujos de los procesos y la información mediante las entregas del producto al cliente y las del proveedor al proceso.

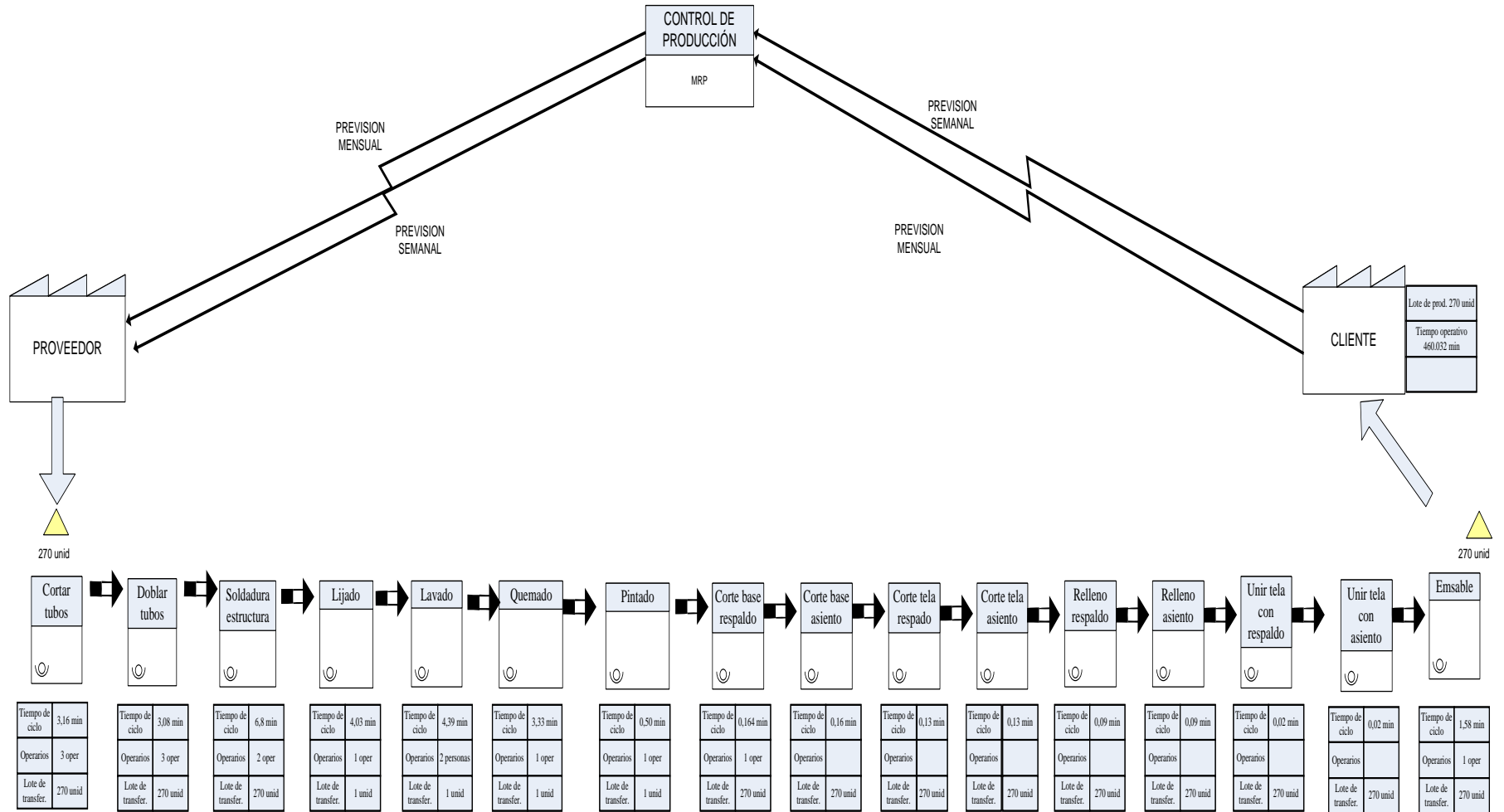
Las representaciones de las operaciones en esta segunda fase del mapa de flujo de valor se han representado mediante rectángulos con su denominación y un icono por cada operario de que disponen, bajo los rectángulos se hallan sendas tablas con los datos de interés de cada operación, todo ello siguiendo la simbología presentada en la Tabla N° 2.7. Los datos de interés que se ha considerado para cada una de las operaciones son: tiempo de ciclo, número de trabajadores y el tamaño de lote de transferencia. Se puede incluir mucho más datos en cada operación, pero una de las ventajas de la representación visual del mapeo de flujo de valor se aprovecha mejor si no se incluye en él una cantidad excesiva de datos y símbolos.

GRÁFICO N° 3.7: REPRESENTACIÓN DE COLOCACIÓN DE DATOS – SEGUNDA FASE



Elaboración: Propia

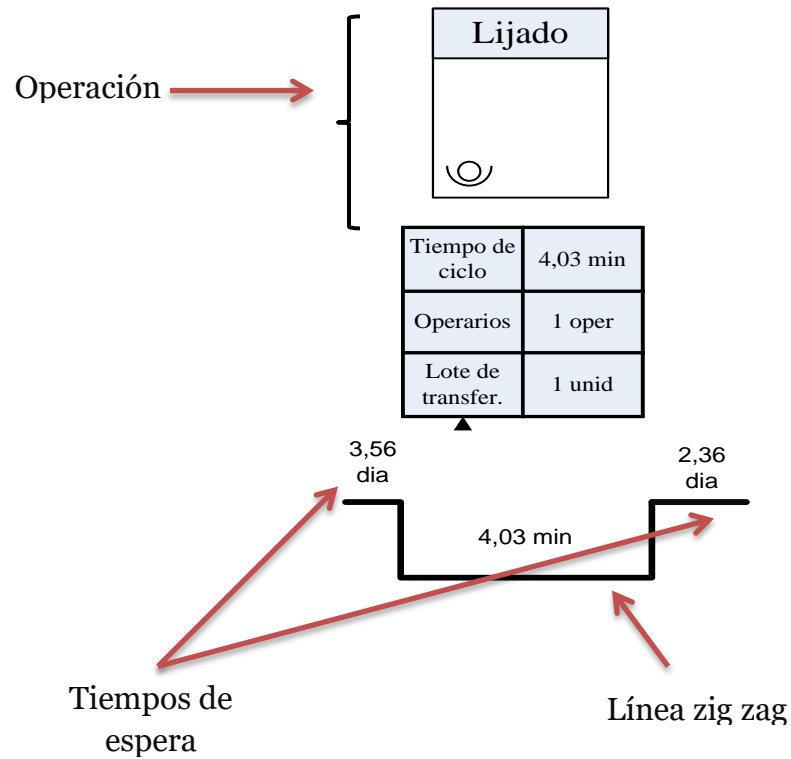
GRÁFICO N° 3.8: SEGUNDA FASE DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR



Elaboración: Propia

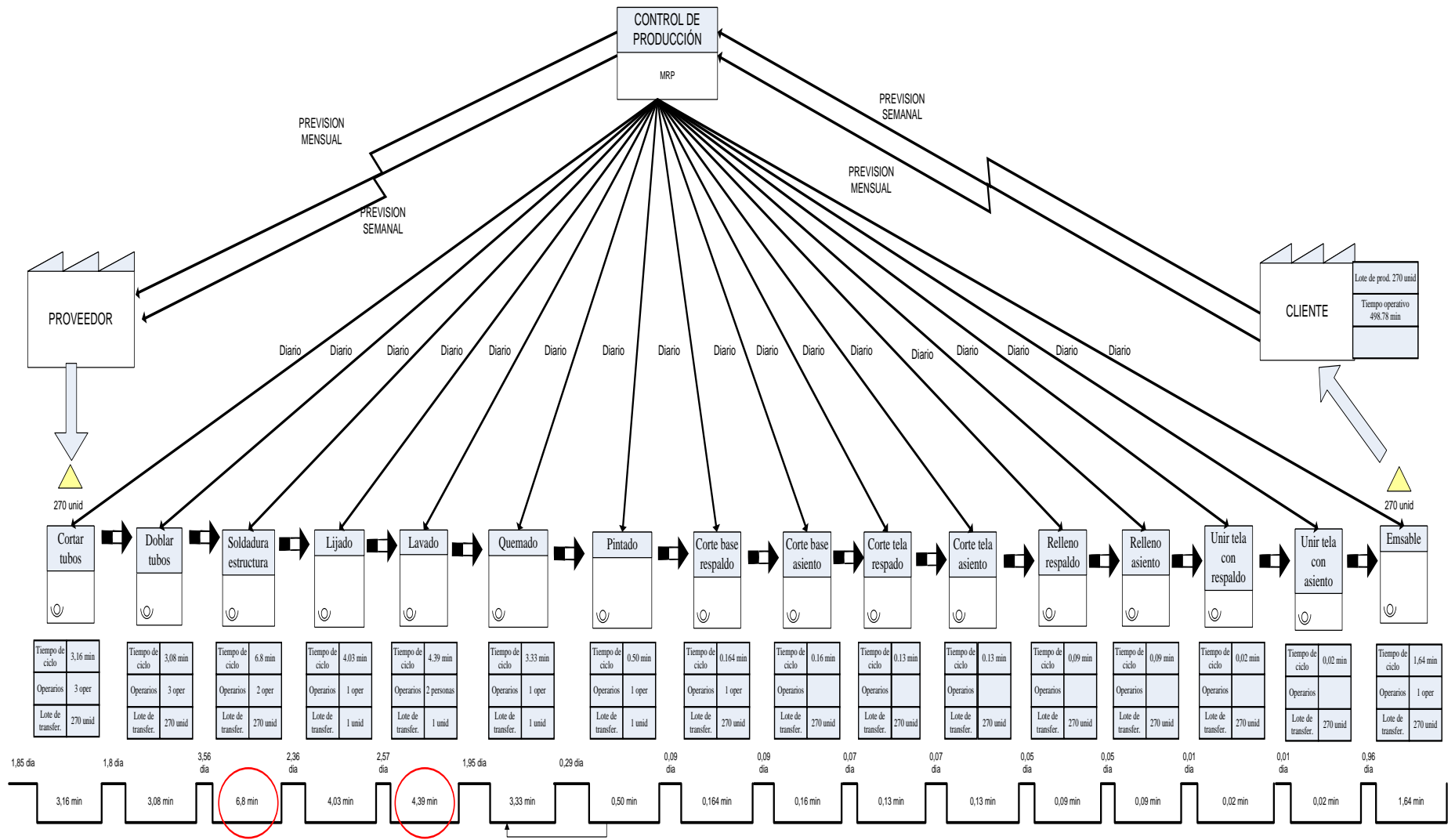
Para completar el mapeo de flujo de valor nos falta la última fase, para hacer funcionar la producción a lo largo de los flujos establecidos en el mapa de valor. A continuación se presenta como es que se sigue diseñando el VSM, en la Gráfico N° 3.9 observamos una línea en zigzag inferior, los tiempos en los que cada unidad de material permanece en cada etapa de su recorrido: en la zona inferior de dicha línea, el tiempo en que el material está en proceso, identificando así su tiempo de ciclo (para ser más exactos, se refiere a sus tiempos de proceso de cada unidad de producto). En las zonas superiores de la línea zigzag se representan los tiempos de espera entre operaciones.

GRÁFICO N° 3.9: REPRESENTACIÓN DE COLOCACIÓN DE DATOS – FASE FINAL



Elaboración: Propia

GRÁFICO N° 3.10: MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL – SILLAS



Elaboración: Propia

Tiempo entrega= 15,78 días
 Tiempo de proceso total= 27,79 min
 Eficiencia= 31,43 %

Una de las características de las industrias modernas es que han incorporado a sus procesos, elementos de gestión que les permitan evaluar sus logros o señalar equivocaciones para aplicarlos correctivos necesarios. Para medir el desempeño de una industria en cuanto a productividad, se debe disponer de indicadores que permitan interpretar en un momento dado las fortalezas, las debilidades, las oportunidades y las amenazas; por lo tanto es importante clarificar y precisar las condiciones necesarias para construir aquellos realmente útiles para el mejoramiento de las organizaciones.

Un indicador es una magnitud que expresa el comportamiento o desempeño de un proceso, que al compararse con algún nivel de referencia permite detectar desviaciones positivas o negativas. También es la conexión de dos medidas relacionadas entre si, que muestran la proporción de la una con la otra. Al trabajar con indicadores, exige el disponer de todo un sistema que abarque desde la toma de datos de la ocurrencia del hecho, hasta la retroalimentación de las decisiones que permitan mejorar los procesos. Los indicadores se deben establecer desde el mismo momento en que se elabora el plan de desarrollo estratégico y se aplican a éste un plan operativo, en la etapa de evaluación.

3.2.11.6 Cálculo de indicadores actuales de sillas

- Producción

$$P = \frac{Tb}{c}$$

$$\begin{aligned} P &= 460,032 \text{ min/día} / 6,8 \text{ min/unid} \\ P &= 460,032 \text{ min/día} * 1 \text{ día} / 8 \text{ h} / 6,8 \text{ min/unid} \\ P &= 57,504 \text{ min/h} / 6,8 \text{ min/unid} \\ \mathbf{P} &= \mathbf{8,45 \text{ unid/h}} \end{aligned}$$

- **Tiempo muerto**

$$tm = kc - \sum t$$

$$tm = 16 (6,8 \text{ min/unid}) - 27,79 \text{ min/unid}$$

$$\mathbf{tm = 81,01 \text{ min/unid}}$$

- **Eficiencia**

$$E = \frac{\sum t_i}{n * c} * 100$$

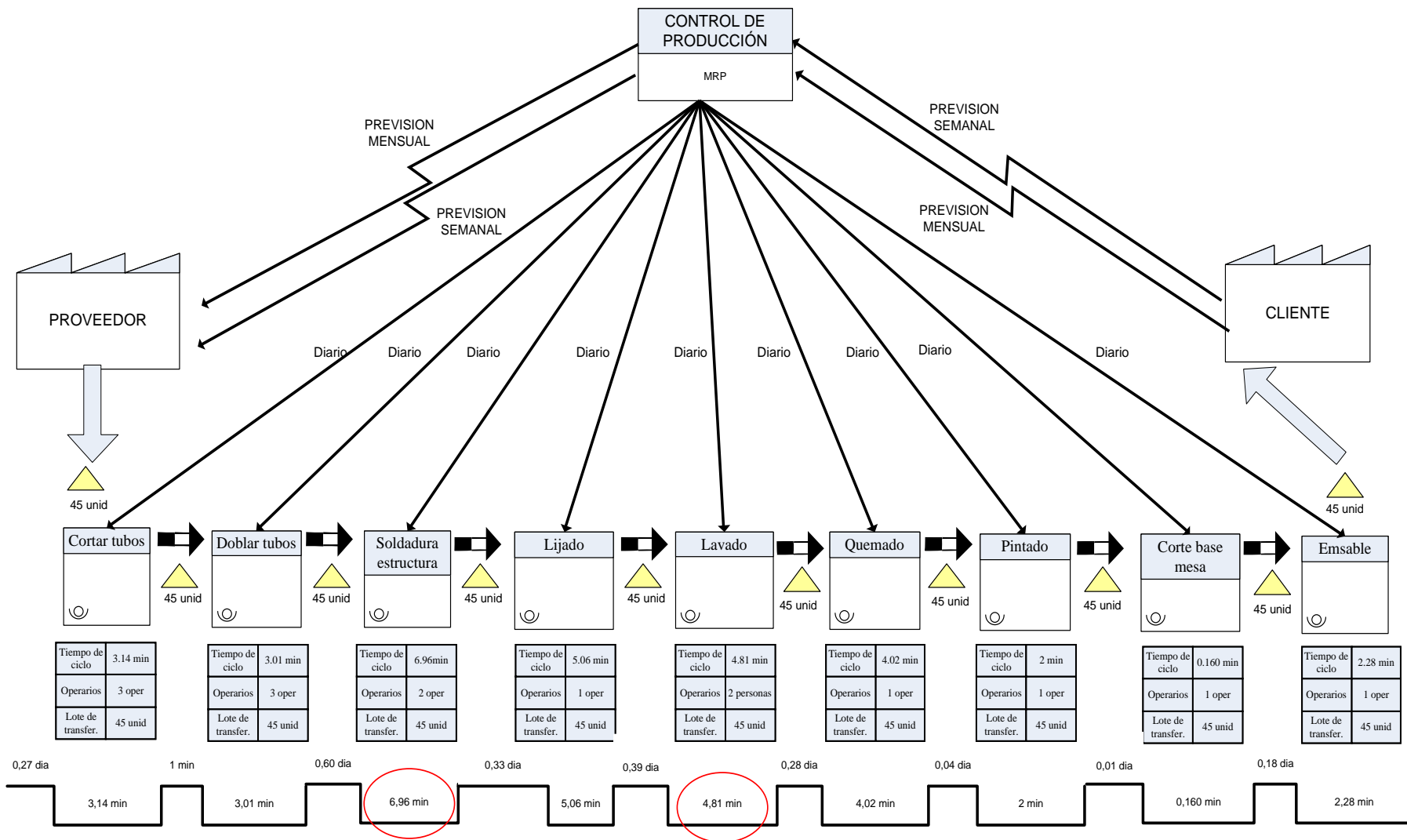
$$E = (27,79 \text{ min/ unid} / (13*(6,8 \text{ min/unid})) * 100$$

$$\mathbf{E = 31,43 \% \text{ (eficiencia global del proceso)}}$$

- **Tiempo de proceso total**

$$\mathbf{\text{Tiempo de proceso total} = 27,79 \text{ min/unid}}$$

GRÁFICO N° 3.11: MAPA DE FLUJO VALOR ACTUAL – MESAS



Elaboración:

Propia

Tiempo entrega= 3,1 días
 Tiempo de proceso total= 31,44 min
 Eficiencia= 44,13%

3.2.11.7 Cálculo de indicadores actuales de mesas

- Producción

$$P = \frac{Tb}{c}$$

$$P = 498,78 \text{ min/día} / 6,96 \text{ min/unid}$$
$$P = 498,78 \text{ min/día} * 1 \text{ día} / 8 \text{ h} / 6,96 \text{ min/unid}$$
$$P = 57,504 \text{ min/h} / 6,96 \text{ min/unid}$$
$$\mathbf{P = 8,26 \text{ unid/h}}$$

- Tiempo muerto

$$tm = kc - \sum t$$

$$tm = 9 (6,7615 \text{ min/unid}) - 26,86 \text{ min/unid}$$
$$\mathbf{tm = 33,99 \text{ min/unid}}$$

- Eficiencia

$$E = \frac{\sum t_i}{n * c} * 100$$

$$E = (26,86 \text{ min/ unid} / (9 * (6,7615 \text{ min/unid}))) * 100$$
$$\mathbf{E = 44,13 \% \text{ (eficiencia global del proceso)}}$$

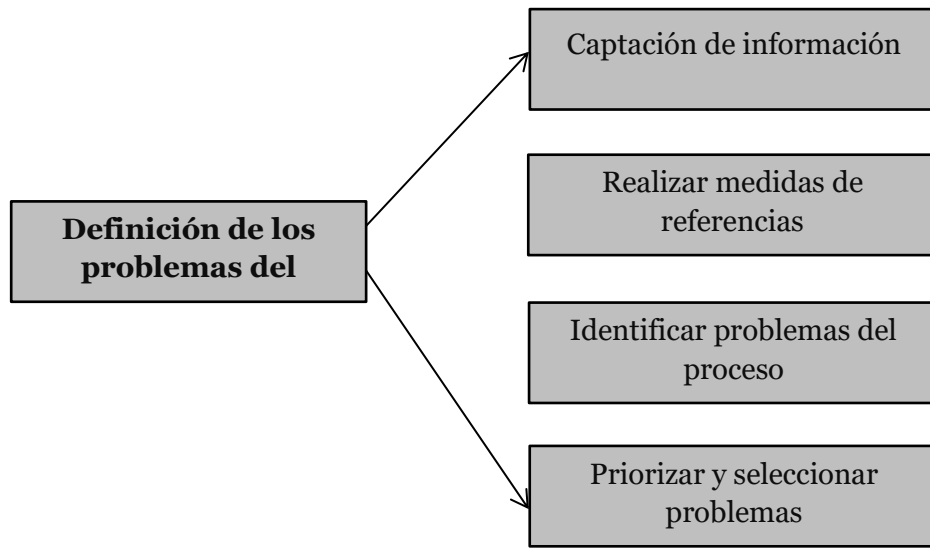
- Tiempo de proceso total

$$\mathbf{\text{Tiempo de proceso total} = 31,44 \text{ min/unid}}$$

3.3 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

Para realizar una correcta identificación de los problemas en fabricaciones FAMETAL SAC este estudio se basa en el Gráfico N° 3.12 que se describe a continuación.

GRÁFICO N° 3.12: DEFINICIÓN DE LOS PROBLEMAS DEL PROCESO



Elaboración: Propia

3.3.1 Captación de información

Basados en la conversación realizada con el encargado de producción; se afirmaron los problemas, los cuales fueron: mala distribución de las actividades de trabajo, en cuanto a su tiempo de operación, creando cuellos de botella y acumulación de productos, líneas de producción desbalanceadas, insumos muy alejados del área de trabajo, número de trabajadores mal planificados.

3.3.2 Medidas de referencias

Las medidas de referencias evaluadas son la producción, tiempo de proceso total y su eficiencia.

Estos indicadores se escogieron por los siguientes motivos:

Producción, se escogió para tener referencia de cuantas sillas o mesas por día (juegos de comedor de 6 sillas) se produce en fabricaciones metálicas FAMETAL SAC

Tiempo de proceso total, se le consideró para tener un tiempo tope para la realización de sillas y mesas (juegos de comedores de 6 sillas). En este estudio se analiza el tiempo desde que se mide el material hasta que se ensambla y se obtenga el producto final.

Eficiencia, se determinó para conocer la utilización correcta de los recursos (medios de producción) disponibles.

Estos factores nos permitirán identificar la situación actual de las fabricaciones metálicas FAMETAL SAC de igual manera nos permitirá establecer los objetivos de mejoras.

TABLA N° 3.8: MEDIDAS DE REFERENCIAS : SILLAS

Medidas	Antes de mejoras
Producción	8,45 sillas/hora
Tiempo muerto	81,01 min/unid
Eficiencia	31,43 % (global)
Tiempo de proceso	27,79 min/unid

Elaboración: Propia

TABLA N° 3.9: MEDIDAS DE REFERENCIAS: MESAS

Medidas	Antes de mejoras
Producción	8,26 mesas/hora
Tiempo muerto	33,99 min/unid
Eficiencia	44,13 % (global)
Tiempo de proceso	31,44 min/unid

Elaboración: Propia

3.3.3 Identificar problemas del proceso, cultura y tecnología

Entiéndase por problema de Proceso, todos los problemas aplicados al proceso de producción; problemas por cultura, cuando estos hacen ineficiente el uso de las actitudes, valores, creencias, expectativas y costumbres de los trabajadores del proceso; y problemas por tecnología, se manifiesta en la aplicación inapropiada de conocimientos y técnicas para lograr una tarea asignada. Se clasifico a los problemas en la Tabla N° 3.10 de acuerdo a las siguientes justificaciones.

TABLA N° 3.10: CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS

Problemas	Clasificación de los problemas
Mala distribución de las actividades de trabajo	Problema de cultura/problema de proceso
Líneas de productos desbalanceados	Problema de cultura/problema de proceso
Insumos muy alejados del área de trabajo	Problema de cultura/problema de proceso
Número de trabajadores mal planificados	Problema de proceso
Tiempo de preparación muy largos	Problema de proceso/problema de tecnología

Elaboración: Propia

a. Mala distribución de las actividades

Es un problema de cultura porque al realizar el trabajo de forma desordenada no todos se esfuerzan de la misma manera, si se los requiere en otra actividad los operarios prefieren estar estacionados produciendo la falta de continuidad en el proceso.

También es un problema de proceso, porque se generan paros innecesarios que afectan a la continuidad del proceso.

b. Insumos alejados del área de trabajo

Es un problema de cultura porque los operarios ya están familiarizados con la mesa de trabajo, colocan los insumos según les convenga y no teniendo la idea clara que la colocación de los insumos entre más cercana sea es mejor.

Es un problema de proceso porque al estar los insumos distantes del área de trabajo, se aumenta el tiempo de realizar cada actividad e incrementa el tiempo total que se requiere para obtener el producto final.

c. Números de trabajadores mal planificados

Es un problema de proceso porque al ver más o menos operarios, influye en los costos de mano de obra y en el

tiempo que se lleva en terminar todas las sillas y mesas (juegos de comedores de 6 sillas).

d. Tiempo de preparación muy largos

Es un problema de proceso porque no se coordina bien el juego comedor que se van a realizar, por consiguiente faltan los insumos necesarios para ello. Al ir los operarios y al no a ver insumos se produce demoras, en si no se puede avanzar nada.

Es un problema de tecnología porque se podría remplazar por maquinaria menos obsoleta con la que se cuenta

3.3.4 Jerarquizar los problemas

Una vez que se clasificó los problemas, se clasifican y/o jerarquiza de acuerdo a las frecuencias. Tabla N° 3.11.

TABLA N° 3.11: JERARQUIZACIÓN DE ACUERDO A LOS PROBLEMAS

Clasificación de problemas	Número de problemas
Problemas de proceso	5
Problema de cultura	3
Problema de tecnología	1

Elaboración: Propia

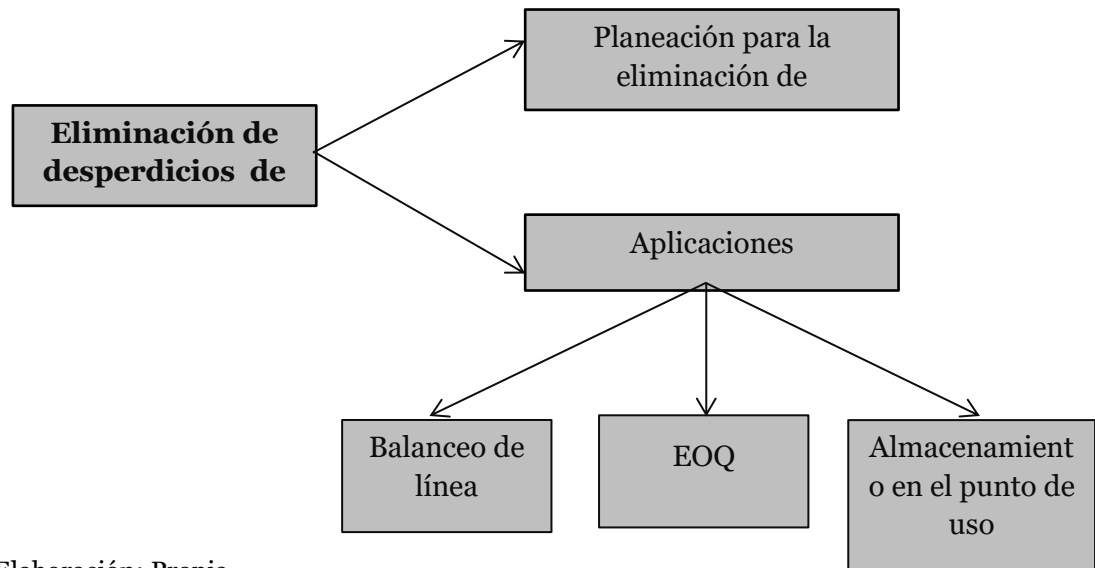
Podemos concluir que tenemos identificado en nuestro proceso tres tipos de problemas, siendo el 55,5 % los problemas de proceso, 33,3 % problemas de cultura y 12,5 % de tecnología.

3.4 DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.4.1 Plan de mejora

Para la realización del objetivo tres, el cual es proponer un plan de mejora integral; se ejecutó un correcto plan de mejoras y está basado en el Gráfico N° 3,13 donde muestra las diferentes técnicas para la eliminación de desperdicios en el proceso.

GRÁFICO N° 3.13: ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS DEL PROCESO



Elaboración: Propia

3.4.2 Planeación para eliminar desperdicios

En la planeación para eliminar desperdicios aplicaremos técnicas de producción lean, las cuales son:

- Balanceo de línea
- EOQ
- Almacenamiento en el punto de uso

En la planeación para eliminar desperdicios aplicaremos técnicas de producción lean, las cuales son:

¿Qué se obtiene realizando un adecuado balanceo de línea?

Todos los operarios que realizan operaciones distintas en una línea de producción trabajan como una unidad, por lo que la velocidad de producción de la línea depende el operario más lento. El problema del balance de líneas de producción consiste en distribuir físicamente las tareas o procesos individuales entre las estaciones o celdas de trabajo, con el objetivo de que cada estación de trabajo nunca este ociosa.

Realizando un balanceo de línea se mejora el ritmo de producción, se determina el número adecuado de operarios a utilizar y se estandariza actividades para la elaboración de sillas, mesas (juegos de comedor).

Realizando un balanceo de línea, servirá para producir óptimas cantidades en cada centro de trabajo, de manera en que podamos producir solamente la cantidad necesaria requerida. O realizar trabajos de manera equitativa manteniendo el flujo continuo de trabajo de producción, también se reducirá la elaboración de grandes cantidades de tiempo anticipado a un tiempo determinado.

Establecer una línea de producción balaceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimientos de recursos, etc.

¿Dónde aplicaremos el EOQ?

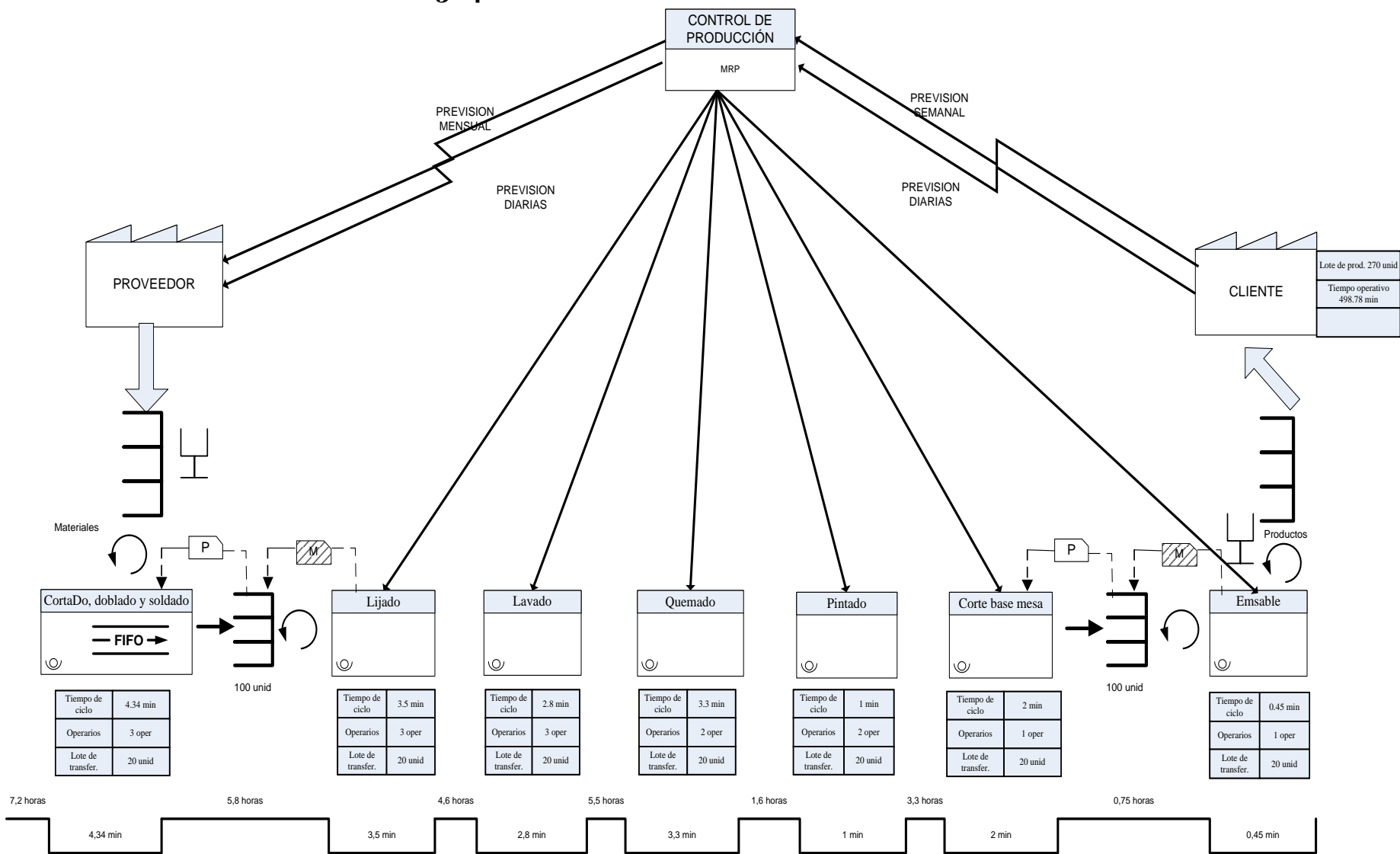
Se aplicará EOQ en el proceso de elaboración de sillas y mesas eliminado las grandes cantidades de inventario.

¿Dónde se aplicara la técnica de almacenamiento en el punto de uso y para que nos sirve en el proceso?

La técnica de almacenamiento en el punto de uso se la aplicara específicamente en la actividad de cortado y soldado. Esto nos sirve para facilitar el trabajo de los operarios de esas estaciones de trabajo, ubicando los insumos lo más cercamos posible, ya que se encuentran distantes, con el fin de que se realice el trabajo mejorando el tiempo de desempeño. Habiendo dado respuesta a estas preguntas se propondrá las mejoras.

Efectuando un almacenamiento en el punto de uso, servirá para ubicar de manera cercana la cantidad optima de insumos de cada centro de trabajo, con lo que se busca que el operario realice movimientos fáciles y poder aumentar su desempeño.

GRÁFICO N° 3.14: MAPA DE FLUJO DE VALOR FUTURO - SILLAS



Elaboración: Propia

Tiempo entrega= 28,75 horas
 Tiempo de proceso total= 17,39 min
 Eficiencia= 39,3 %

3.4.3 Cálculos de los indicadores futuros – sillas

- Producción

$$P = \frac{Tb}{c}$$

$$P = 498,78 \text{ min/día} / 3,4 \text{ min/unid}$$
$$P = 498,78 \text{ min/día} * 1 \text{ día} / 8 \text{ h} / 3,4 \text{ min/unid}$$
$$P = 57,504 \text{ min/h} / 3,4 \text{ min/unid}$$
$$\mathbf{P = 16,9 \text{ unid/h}}$$

- Tiempo muerto

$$tm = kc - \sum t$$
$$tm = 16 (3,4 \text{ min/unid}) - 17,39 \text{ min/unid}$$
$$\mathbf{tm = 37,01 \text{ min/unid}}$$

- Eficiencia

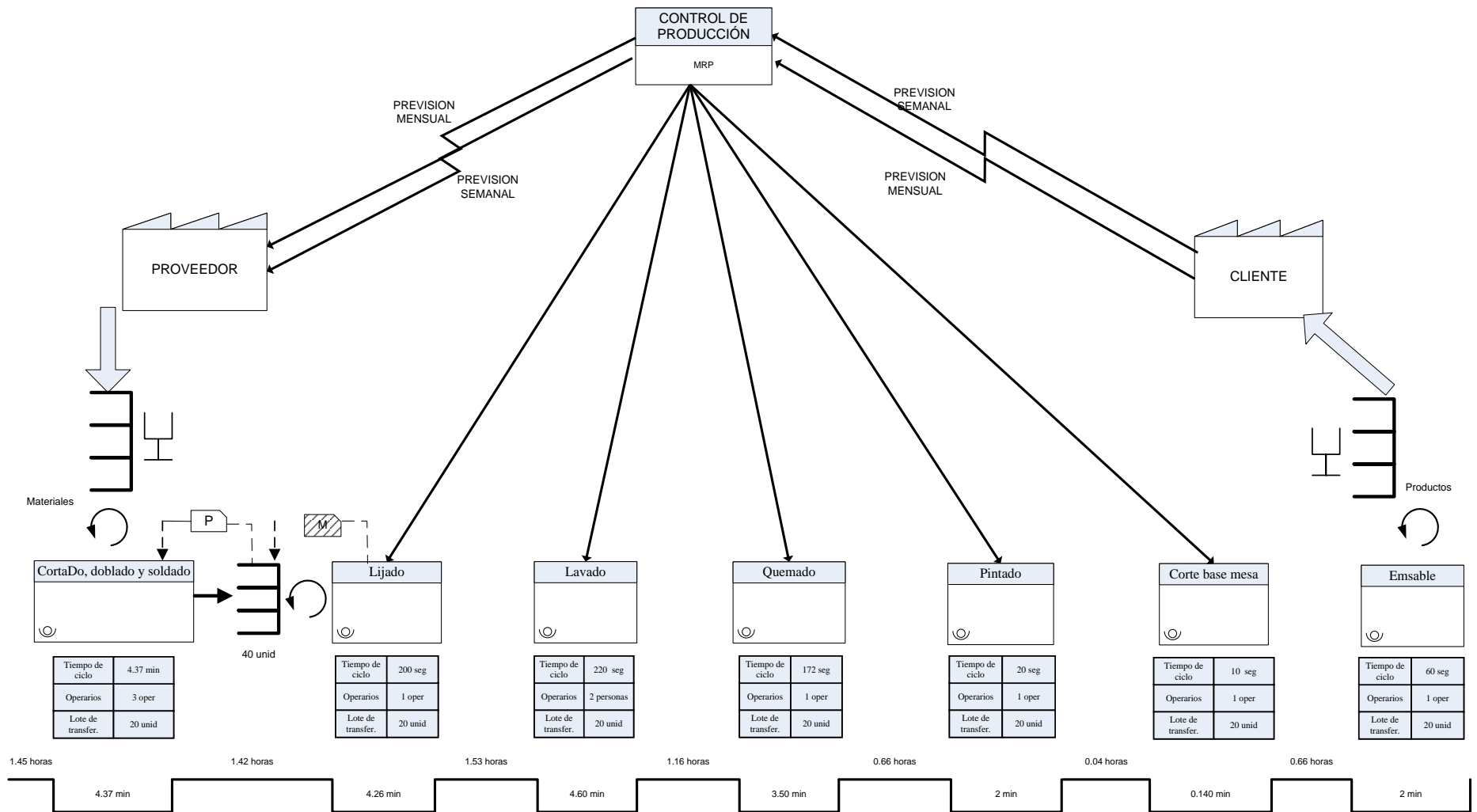
$$E = \frac{\sum t_i}{n * c} * 100$$

$$E = (17,39 \text{ min/ unid} / (13 * (3,4 \text{ min/unid}))) * 100$$
$$\mathbf{E = 39,3 \% \text{ (eficiencia global del proceso)}}$$

- Tiempo de proceso total

$$\mathbf{\text{Tiempo de proceso total} = 19,39 \text{ min}}$$

GRÁFICO N° 3.15: MAPA DE FLUJO DE VALOR FUTURO - MESAS



Elaboración: Propia

Tiempo entrega= 6,92 horas
 Tiempo de proceso total= 20,87 min
 Eficiencia= 50,4 %

3.4.4 Cálculo de los indicadores futuros – mesas

- Producción

$$P = \frac{Tb}{c}$$

$$P = 498,78 \text{ min/día} / 3,4 \text{ min/unid}$$
$$P = 498,78 \text{ min/día} * 1 \text{ día} / 8 \text{ h} / 4,6 \text{ min/unid}$$
$$P = 57,504 \text{ min/h} / 4,6 \text{ min/unid}$$
$$\mathbf{P = 12,5 \text{ unid/h}}$$

- Tiempo muerto

$$tm = kc - \sum t$$

$$tm = 9 (4,6 \text{ min/unid}) - 20,87 \text{ min/unid}$$
$$\mathbf{tm = 20,53 \text{ min/unid}}$$

- Eficiencia

$$E = \frac{\sum t_i}{n * c} * 100$$

$$E = (20,87 \text{ min/ unid} / (9*(4,6 \text{ min/unid})) * 100$$
$$\mathbf{E = 50,4 \% \text{ (eficiencia global del proceso)}}$$

- Tiempo de proceso total

$$\mathbf{\text{Tiempo de proceso total} = 20,87 \text{ min/unid}}$$

3.5 CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES

A continuación, en las Tablas 3.12 y Tabla 3.13 se presentan la comparación de indicadores actuales y futuros de sillas y de mesas, logrando aumentar su producción, eficiencia y disminuyendo el tiempo muerto y el tiempo total de proceso.

3.5.1 Sillas

**TABLA N° 3.12: COMPARACIÓN DE INDICADORES
- SILLAS**

Medidas	Antes	Después
Producción	8,45 sillas/hora	16,9 sillas/hora
Tiempo muerto	81,01 min/unid	81,01 min/unid
Eficiencia	31,43 % (global)	39,3 % (global)
Tiempo de proceso	27,79 min/unid	19,39 min/unid

Elaboración: Propia

3.5.2 Mesas

**TABLA N° 3.13: COMPARACIÓN DE INDICADORES
- MESAS**

Medidas	Antes	Después
Producción	8,23 mesas/hora	12,5 mesas/hora
Tiempo muerto	33,99 min/unid	20,53 min/unid
Eficiencia	44,13 % (global)	50,4 % (global)
Tiempo de proceso	31,44 min/unid	20,87 min/unid

Elaboración: Propia

3.6 ANÁLISIS BENEFICIO

En este capítulo se explica los resultados que se obtienen después de la aplicación de las mejoras, demostradas en el capítulo anterior. La aplicación de las mejoras a los diversos problemas identificados en los capítulos anteriores permitió reducir los niveles de desperdicios en las operaciones de producción, lo que implica la importancia de su aplicación. A continuación estimamos los siguientes beneficios.

- Fabricaciones metalmecánicas FAMETAL SAC puede conocer su situación actual de producción, cuáles son sus limitaciones, en que operación de producción está fallando.
- El plan de mejora que se propone en FAMETAL SAC, la empresa puede duplicar su producción de 8 unid/h a 16 unid/h en sillas, en cuanto a mesas aumentó de 8 unid/h a 12 unid/h en mesas.
- Las técnicas de balanceo de línea y almacenamiento en el punto de uso permitió a la línea de producción disminuir sus tiempos total en proceso y sus tiempos de entrega, en cuanto al tiempo total de proceso de sillas paso de ser 27,79 min/unid a ser 19,39 min/unid; el tiempo total de proceso en mesas paso a ser de 27,79 min a 19,39 min/unid.

El diseño de una célula de manufactura que congregate los procesos que intervienen en el cortado, doblado y soldado, también los procesos de corte de base, corte de tela, relleno y la unión de todos ellos, produjo muchos beneficios en entre lo que se destaca es una mayor eficiencia del 31,43% al 39,3% de eficiencia para las sillas

IV. CONCLUSIONES

- El desarrollo del VSM se realizó a las actividades del juego comedor de 6 sillas siendo este el producto más vendido y donde se puede apreciar la mayor cantidad de procesos donde involucra manipulación de tubos de metal hasta melamine e incluso telas para el asiento y respaldar de las sillas.
- En la identificación de problemas se obtuvo, mala distribución de las estaciones de trabajo, líneas de productos desbalanceados, insumos alejados del área de trabajo y número de trabajadores mal planificados. Para la ejecución del plan de mejora se tuvo en cuenta las técnicas de balanceo de línea lo cual permite equilibrarla y almacenamiento en el punto de uso
- La eliminación de los desperdicios (tiempos de producción) con la ayuda del VSM contribuye a reducir los tiempos, se observa una reducción del tiempo total de proceso 27,79 min paso a ser 19,39 min. El diseño de una célula de manufactura en el cortado, doblado y soldado y otra célula en los procesos de corte de base, corte de tela, relleno y la unión de todos ellos, produjo muchos beneficios en entre lo que se destaca es una mayor eficiencia del 31,43% al 39,3% de eficiencia en la producción de sillas y en cuanto a las mesas aumentó de 44,13% a 50,4% de eficiencia.
- Con los planes de mejora la empresa puede trabajar solo 1 turno de producción puesto que este se logró duplicar en cuanto a la producción de sillas de 8,45 a 16,9 y en cuanto a la producción de mesas fue de 8,23 a 12,15.

V. RECOMENDACIONES

- Se debe hacer una conciencia general y plena en todos los miembros de la célula de manufactura sobre la importancia de la aplicación de las técnicas de mejoras implementadas ya que son un beneficio para la empresa y para ellos mismo, esta actitud positiva y compromiso con las metodologías sugeridas deberá ser asumidas por todos los miembros de la empresa.
- Realizar una charla informativa y de motivación para los operarios que laboran, con el fin de capacitarlos y que se involucren en las mejoras.
- Se recomienda a la empresa realizar mantenimientos preventivos a las máquinas una vez cada semana, este mantenimiento puede ser realizado por los mismos operadores los días sábados que tienen menos trabajos por realizar.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barcia. K. 2007. Metodología para mejorar un proceso de ensamble aplicando el mapeo de la Cadena de Valor (VMS). En Revista. Tecnológica EPSOL. Vol. 20. Pag. 31 – 38. <http://www.fimcp.espol.edu.ec/kbarcia/VSM%202007.pdf> (Acceso Setiembre 01, 2011)
- Bravo R., Reyes C., Martínez J. 2008. Manufactura esbelta aplicada en fabricación de alambres conductores de plata para contactos eléctricos. <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/5016/1/MANUFACTURAESB.pdf> (Acceso setiembre 04, 2011)
- Cabral D. Aplicacao do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa do sector metal mecanico. Brazil (2008) <http://www.grima.ufsc.br/dissert/DissertDaviCabralRosa.pdf>. (Acceso Setiembre 03, 2011)
- Cano A.. Aumento de la capacidad instalada de producción en una Planta de engobes cerámicos (2009). http://www.bdigital.unal.edu.co/809/1/8026497_2009.pdf (Acceso Setiembre 03, 2011)
- Espinoza F. 2010. Apunte sobre métodos y tiempos. http://ing.otalca.cl/~fespinos/22-Metodos_tiempos.pdf (Acceso setiembre 05, Mayo)
- Serrano, I. 2007. Análisis de la aplicabilidad de la técnicas value stream mapping n el rediseño de sisemas productivos. <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7957/tibl.pdf;jsessionid=15>

[D2D065BC098866BD4F21628D7B979B.tdx2?sequence=1](http://www.aedb.br/seget/artigos09/368_Artigo_Fluxo.pdf) (Acceso setiembre 3, 2011)

- Costa M., Da Silva E., Urbanavicus V.. Mapeamento do Fluxo de Valor da Linha de Producao de Aneis Fofos Nodular”. (2007) http://www.aedb.br/seget/artigos09/368_Artigo_Fluxo.pdf. (Acceso Setiembre 03, 2011)
- Duarte M., venicis M. Mapeamento do fluxo de valor aplicado ao servico de pos venda de uaconcessionaria de automoveis. (2010) http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2011/artigos/E2011_T00084_PCNO6773.pdf. (Acceso Setiembre 05, 2011)
- Ferreyra E., Colenci A., Simoes E. Menino S. Gerenciamiento da Cadeia de Valor aplicado em uma Industria Textil e do Vestuario. (2008) En: CEETEPS. : <http://www.centropaulasouza.sp.gov.br/pos-graduacao/workshop-de-pos-graduacao-e-pesquisa/anais/2008/comunicacao-oral/formacao-tecnologica/Gerenciamiento%20da%20Cadeia%20de%20Valor.pdf>. (Acceso Setiembre 04, 2011)
- Ramesh,V. Sreenivasa Prasad, T.R.Srinivas. (2008) Implementation of a Lean Model for Carrying out Value Stream Mapping in a Manufacturing Industry”. En: Journal of Industrial and Systems Engineering. Vol. 2, N° 3, pag. 180-196. <http://www.jise.info/issues/volume2no3/02-V2N3-Full.pdf>.(Acceso Setiembre 01, 2011)

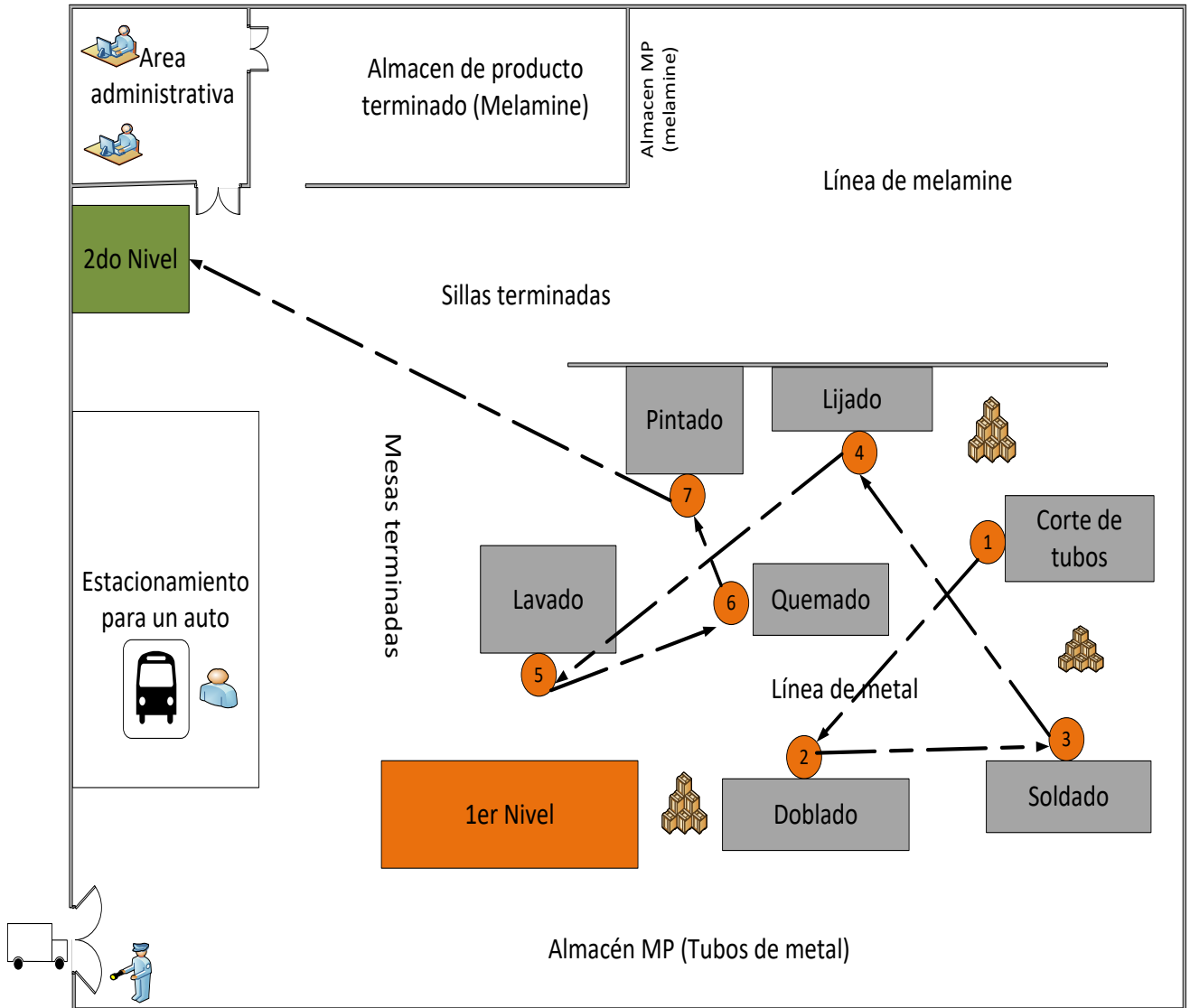
Serrato I., Sudupe E., Ochoa C. “Un ejemplo de actuación sobre la planificación de la producción con un enfoque de producción ajustada (lean manufacturing):el caso de una acería”. (2004) biblioteca.universia.net/.../ejemplo-actuacion-planificacion-produccion.(Acceso Setiembre 03, 2011).

VII. ANEXOS

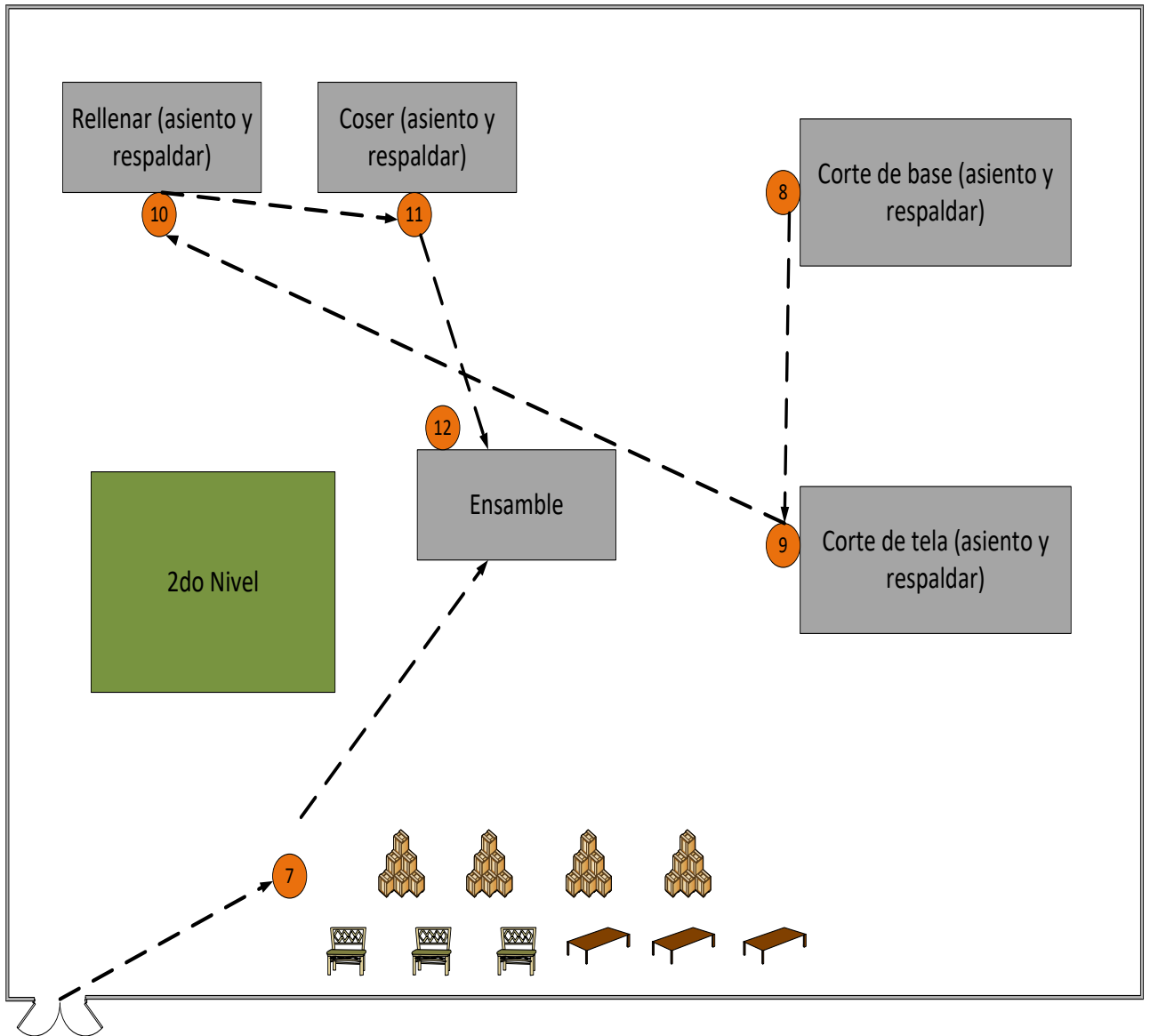
Anexos A. Hojas de control para la toma de tiempos

Hoja de toma de tiempos																
Encargado:							Turno:									
Tipo de producto:							Fecha:									
Hora de inicio:							Hora de término:									
N°	Operaciones	Observaciones										ΣT	T. Promedio	T. Normal	T. Estándar	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
01																
02																
03																
04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
TOTAL																

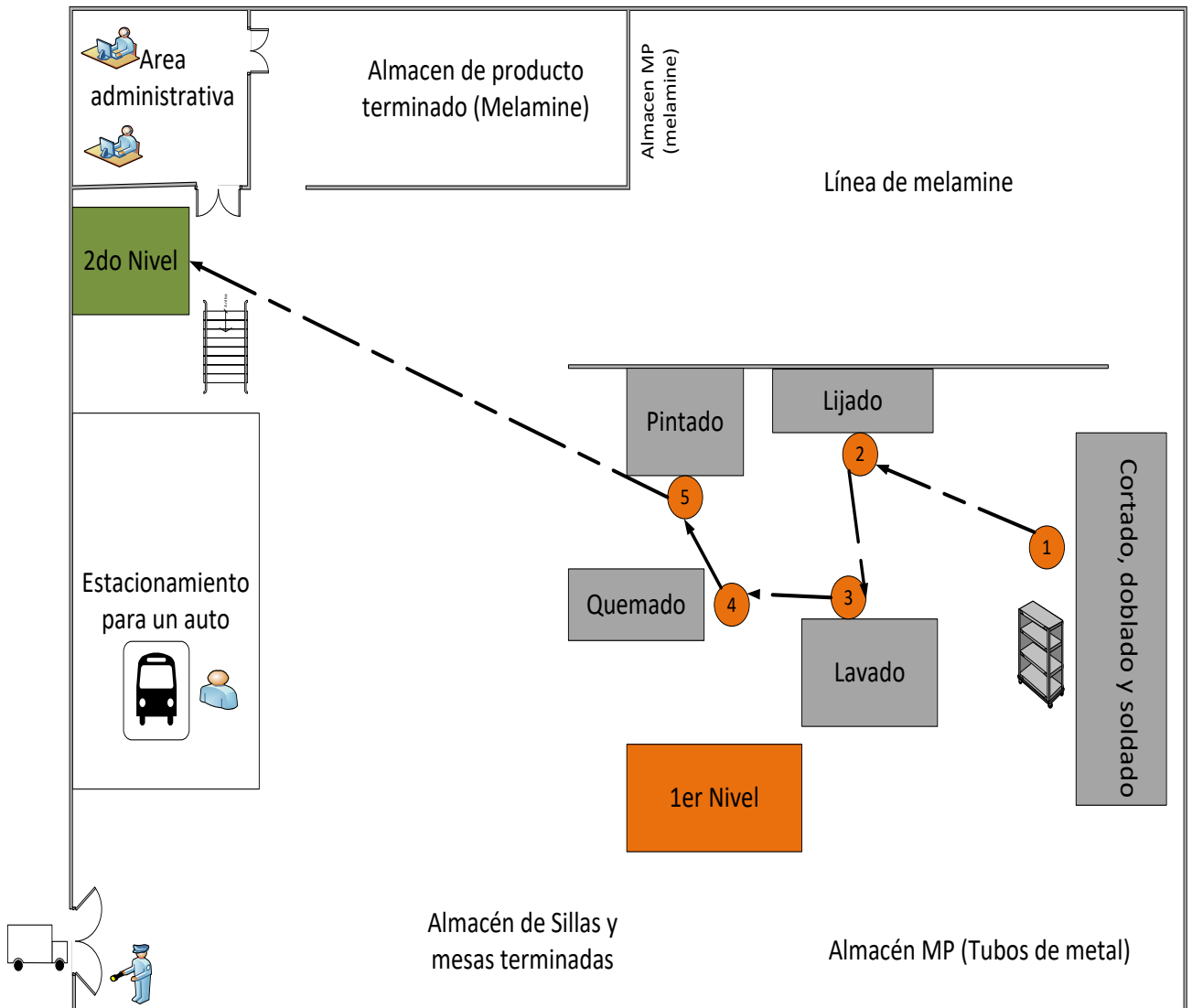
Anexos B. Diagrama de recorrido actual – 1er nivel



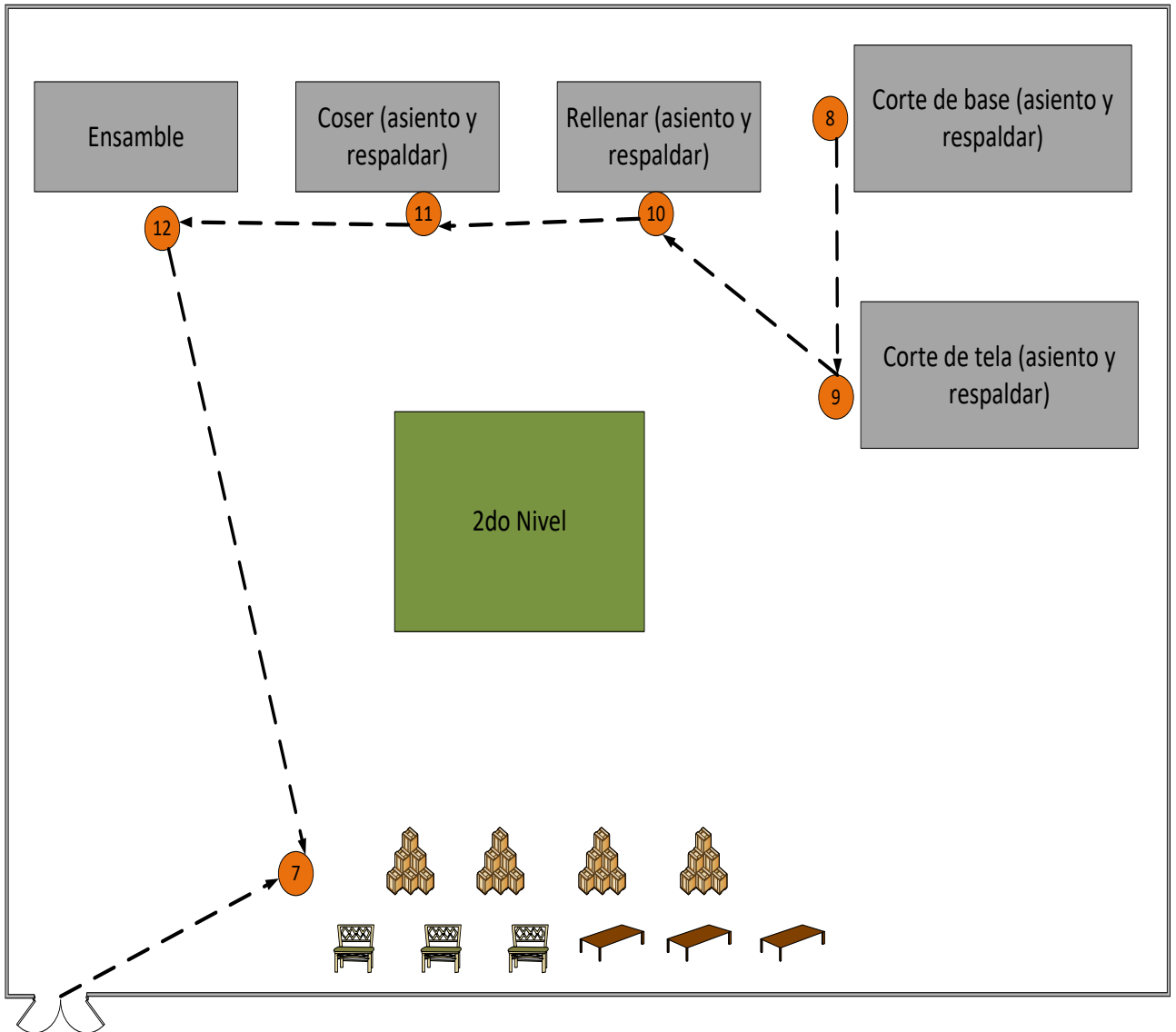
Anexos C. Diagrama de recorrido actual – 2do nivel



Anexos D. Diagrama de recorrido futuro – 1er nivel



Anexos E. Diagrama de recorrido futuro – 2do nivel



Anexos F. Secuencia de procesos

Cortado



Doblado



Soldado



Quemado



Pintado



Cortado para tapizado



Tapizado



Producto final: Sillas

