



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

OPTIMIZACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIALES PARA
ENSAMBLAJE AUTOMOTRIZ MEDIANTE EL BALANCEO
DE LÍNEAS PRODUCTIVAS

Autor

Marco Antonio Morán Velásquez

Año
2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

OPTIMIZACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIALES PARA
ENSAMBLAJE AUTOMOTRIZ MEDIANTE EL BALANCEO DE LÍNEAS
PRODUCTIVAS

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

MBA Edison Rubén Chicaiza Salgado

Autor

Marco Antonio Morán Velásquez

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Optimización del abastecimiento de materiales para ensamblaje automotriz mediante el balanceo de líneas productivas, del estudiante Marco Antonio Morán Velásquez, en el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Edison Ruben Chicaiza Salgado
Master of Business Administration
CI: 1710329036

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Optimización del abastecimiento de materiales para ensamblaje automotriz mediante el balanceo de líneas productivas, del estudiante Marco Antonio Morán Velásquez, en el semestre 201910, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

José Antonio Toscano
Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial
CI: 1715195283

DECLARACIÓN DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Marco Antonio Morán Velásquez
CI: 1722507009

RESUMEN

El proyecto se enfoca en conocer el área productiva de una empresa de manufactura y comercialización de autos. Para obtener el producto final en esta empresa, la materia prima debe pasar por cinco procesos o shops de su cadena de valor: Manejo de Materiales, Suelda, Pintura, Ensamble y Calidad; Los procesos deben cumplir las normas de calidad de la planta de producción para asegurar la satisfacción del cliente.

El estudio está centrado en el área de manejo de materiales encargada de recibir, administrar y abastecer toda la materia prima utilizada en la planta de producción para el ensamblaje de autos.

El shop de Manejo de materiales realiza 3 procesos denominados: Pesados, Picking y Distribución, que tienen tiempos de producción paralelos a los del área de ensamble, con la finalidad de que la materia prima llegue a la línea de producción a tiempo.

En el área de manejo de materiales existen actualmente varios problemas como son: falta de tiempo para completar el proceso de distribución de materiales, exceso de movimientos de los operarios, falta o exceso de material en los puntos de uso, paras en la línea debido a material faltante. Los problemas detallados se relacionan directamente con el proceso de distribución de materiales.

Para dar solución a la problemática planteada buscando siempre la mejora continua, se plantea optimizar el proceso de distribución de materiales mediante el balanceo de líneas.

El desarrollo del proyecto incia con un análisis FODA de la organización para conocer su contexto actual, incorporando un análisis causa-raíz del problema. En base a esta información se realizó un levantamiento de los procesos del

contexto productivo, para encontrar información relevante que permitió realizar un estudio de tiempos y movimientos, determinándose así, estándares para el trabajo adecuado.

Con la información actualizada de los procesos se planteó la propuesta para implementar el balanceo de las líneas productivas, con el afán de optimizar los procesos de distribución. En base a la actualización del trabajo estandarizado, diagramas de hilos y el análisis que incluye el estudio de tiempos y movimientos, se implementó dos nuevos procesos operativos llamados "Satélites", los cuales son parte de la distribución de materiales.

Para finalizar, se finalizó el proyecto con un análisis de los resultados obtenidos con la implementación de las mejoras, traducidos en una optimización en las operaciones para cubrir el déficit existente de operarios, logrando así que el proceso de distribución, con la cantidad de operarios que actualmente son parte del equipo operativo de distribución de materiales, se lleve a cabo y generando un ahorro de \$24800 anuales en costos estructurales.

ABSTRACT

The Company is dedicated to the automotive manufacturing and commercialization, the project focuses mainly on the productive area. In its value chain, it has 5 main processes, Material Handling, Welfare, Painting, Assembly and Quality. Each one of the raw materials must go through this processes to become final product, complying with the standards that the production plant has to ensure the customer satisfaction.

This study is focused on the material handling area, which is responsible of receiving, managing and supplying the raw materials that will be used in the production plant to accomplish the automotive assembly.

This shop consists of different processes which are: "Pesados", "Picking", "Distribución", and these must be governed by plant's production times, because this process handle the raw material that must reach the production line on time.

Currently the Material Handling area is having problems such as, lack of time to complete the process, excess of movements, lack & excess of materials in the production line, production stops due to lack of materials. All of these problems directly involve the distribution process in the material handling area.

In Search of the continuous improvement, it has been proposed to develop the optimization of the distribution process through line balancing.

The development of this project starts with a SWOT analysis to obtain the information of the current context of the company, there is also a causal analysis to find root causes of the problems. Based on this information, the processes of must be studied, then is necessary to find relevant information to carry out a time & movements study, and this study define the appropriate standards for the work.

After the determination of the current state of the processes, the proposal for the implementation of the line balancing was started searching for the optimization of the distribution processes. Based on the updated standard work sheets and the diagram of movements, with their analysis which includes the time and movements study, two new processes called “satélites” were implemented, this new processes are part of the distribution of material process. Finally, the project has an analysis of the obtained results with the implementation of the improvements, which is translate into an optimization in the operations, reaching a possible way to cover the current deficit of operators, in order to carry out the distribution process with the number of operators that are currently part of the distribution team.

ÍNDICE

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Descripción del problema.....	5
1.3 Justificación	7
1.4 Alcance.....	9
1.5 Objetivo general	10
1.6 Objetivos específicos	10
2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Proceso	11
2.2 Estudio de métodos.....	12
2.3 Estudio de tiempos	16
2.4 Tiempo de ciclo	18
2.5 Lean Manufacturing.....	19
2.6 Velocidad de la demanda.....	26
2.7 Balanceo de línea	28
2.8 Eficiencia, Eficacia y Efectividad	30
2.9 KPI.....	32
2.10 Línea de producción.....	33
2.11 Productividad	33
2.12 Manejo de materiales.....	35
2.13 Abastecimiento	37
3. CAPITULO III. SITUACIÓN ACTUAL	38
3.1 Análisis FODA.....	38
3.2 Análisis Causal	40
3.3 Levantamiento del proceso.....	46

3.4 Descripción del proceso	52
3.5 Estudio de tiempos	60
3.6 Estudio de movimientos	86
4. CAPITULO IV. PROPUESTA DE MEJORA	105
4.1 Resumen.....	105
4.2 Propuesta de mejora	105
5. CAPITULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS	144
5.1 Mejoras.....	144
5.2 Tiempos de operación	145
5.3 Distancias recorridas.....	145
5.4 Numero de operarios.....	146
5.5 Impacto de los resultados	147
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	150
6.1 Conclusiones.....	150
6.2 Recomendaciones	151
REFERENCIAS	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mercado nacional de vehículos.....	3
Figura 2. Organigrama del área de manejo de materiales.	5
Figura 3. Proceso de manufactura	8
Figura 4. Tipos de métodos.....	13
Figura 5. Condiciones de trabajo.....	15
Figura 6. Estudio de los métodos.	16
Figura 7. Manufactura Lean.	20
Figura 8. Mejora continua en procesos.	21
Figura 9. Secuencia mensual de producción.	22
Figura 10. Ciclo PHVA.	26
Figura 11. Diagrama de productos vs insumos.	31
Figura 12. Diagrama de productos vs resultados.	32
Figura 13. Diagrama GCA.....	33
Figura 14. Análisis de calidad en el proceso.	41
Figura 15. Diagrama de Pareto de los factores que retrasan la producción.....	45
Figura 16. Diagrama de los procesos productivos.	47
Figura 17. Diagrama de flujo del manejo de materiales.	48
Figura 18. Diagrama del proceso de distribución.	49
Figura 19. Esquema de la línea de producción.	52
Figura 20. Espacio de preparación del Kit Car.	55
Figura 21. Línea de producción.....	55
Figura 22. Equipo eléctrico móvil.	61
Figura 23. Pared de balanceo del primer y segundo tramo.....	84
Figura 24. Diagrama de hilos proceso de distribución de materiales.	87
Figura 25. Diagrama de hilos del Kit Car 1.....	88
Figura 26. Diagrama de hilos de la etapa de motores y tableros.	90
Figura 27. Diagrama de hilos proceso del Power Trim.....	92
Figura 28. Diagrama de hilos del Kit Car 2-3.....	94
Figura 29. Diagrama de hilos proceso final.	96
Figura 30. Diagrama de hilos del proceso de distribución Trim.....	98

Figura 31. Diagrama de hilos de los sub ensambles.....	100
Figura 32. Diagrama de barras del recorrido por proceso.....	102
Figura 33. Secuencia mensual de producción VSM.....	103
Figura 34. Esquema de los nuevos procesos de la distribución de materiales en el tramo 1 y 2.	109
Figura 35. Pared de balanceo del primer y segundo tramo.....	127
Figura 36. Diagrama de hilos del Kit Car 1.....	128
Figura 37. Diagrama de hilos de la etapa de motores y Power Trim.....	130
Figura 38 Diagrama de hilos de la etapa satélite 1.	132
Figura 39. Diagrama de hilos de la etapa satélite 2	134
Figura 40. Diagrama de hilos de la etapa Kit Car 2-3.....	135
Figura 41. Diagrama de hilos de la etapa Trim.....	136
Figura 42. Diagrama de hilos de la etapa Trim.....	139
Figura 43. Diagrama de barras del recorrido por proceso.....	142
Figura 44. Secuencia mensual de producción VSM.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de trabajo estandarizado.....	24
Tabla 2 Análisis FODA del proceso de distribución en el manejo de materiales.....	39
Tabla 3 Factores de retraso en la producción.....	44
Tabla 4 Tramos de la línea de producción.....	51
Tabla 5 Operaciones del proceso Kit Car 1.....	54
Tabla 6 Operaciones en el tramo de motores y tableros.....	56
Tabla 7 Operaciones del proceso Power Trim.....	57
Tabla 8 Operaciones del proceso Kit Car 2 y 3.....	58
Tabla 9 Operaciones del tramo final.....	58
Tabla 10 Operaciones de la distribución Trim.....	59
Tabla 11 Tiempos de la línea de producción.....	61
Tabla 12 Operaciones en KC1.....	63
Tabla 13 Hojas de tareas estándar en KC1.....	64
Tabla 14 Tiempos de producción en KC1.....	64
Tabla 15 Dashboard en KC1.....	65
Tabla 16 Operaciones en el área de motores y tableros.....	66
Tabla 17 Hojas de tareas estándar en el área de motores y tableros.....	67
Tabla 18 Tiempos de producción en el área de motores y paneles.....	67
Tabla 19 Dashboard del área de motores y paneles.....	68
Tabla 20 Operaciones en el Power Trim.....	69
Tabla 21 Hoja de tareas estándar en el Power Trim.....	70
Tabla 22 Tiempos de producción en el Power Trim.....	70
Tabla 23 Dashboard en el Power Trim.....	71
Tabla 24 Operaciones del Kit Car 2-3.....	72
Tabla 25 Hoja de tareas estándar del Kit Car 2-3.....	73
Tabla 26 Tiempos de producción del Kit Car 2-3.....	73
Tabla 27 Dashboard del Kit Car 2-3.....	74
Tabla 28 Operaciones del tramo final.....	75
Tabla 29 Hoja de tareas estándar del tramo final.....	76

Tabla 30 Tiempos de operación del tramo final.....	76
Tabla 31 Dashboard del tramo final	77
Tabla 32 Operaciones de la distribución Trim.	78
Tabla 33 Hoja de tareas estándar de la distribución Trim	79
Tabla 34 Tiempos de operación de la distribución Trim	79
Tabla 35 Dashboard de la distribución Trim.....	80
Tabla 36 Operaciones del Sub Ensamble Comunes.....	81
Tabla 37 Hoja de tareas estándar del Sub Ensamble Comunes	82
Tabla 38 Tiempos de operación del Sub Ensamble Comunes.....	82
Tabla 39 Dashboard del Sub Ensamble Comunes.....	83
Tabla 40 Proceso de distribución vs. Tiempo.....	85
Tabla 41 Operarios en el Takt time.	86
Tabla 42 Operaciones en el Kit Car 1.	89
Tabla 43 Operaciones en la etapa de motores y tableros.	91
Tabla 44 Operaciones en el Power Trim.	93
Tabla 45 Operaciones del Kit Car 2-3.	95
Tabla 46 Operaciones en el proceso final.	97
Tabla 47 Operaciones en la distribución Trim.	99
Tabla 48 Operaciones en los sub ensambles.....	101
Tabla 49 Diagrama de flujo del proceso satélite.....	107
Tabla 50 Nuevos procesos de la distribución de materiales en el tramo 1 y 2.	108
Tabla 51 Nueva hoja de tareas estándar del Kit Car 1 y de los tableros.	110
Tabla 52 Nuevos tiempos de producción en KC1 y tablero.....	110
Tabla 53 Nuevo Dashboard en KC1 y tablero.....	111
Tabla 54 Nueva hoja de tareas estándar en motores y Power Trim.....	112
Tabla 55 Nuevos tiempos de producción en motores y Power Trim.	112
Tabla 56 Nuevo dashboard en motores y Power Trim.	113
Tabla 57 Hoja de tareas estándar en Satélite 1.	114
Tabla 58 Tiempos de producción en satélite 1.....	114
Tabla 59 Dashboard en satélite 1.....	115
Tabla 60 Hoja de tareas estándar en satélite 2.	116

Tabla 61 Tiempos de operación en satélite 2.....	116
Tabla 62 Dashboard del satélite 2.....	117
Tabla 63 Nueva hoja de tareas estándar del Kit Car 2-3.....	118
Tabla 64 Nuevos tiempos de producción del Kit Car 2-3.	118
Tabla 65 Nuevo dashboard del Kit Car 2-3.	119
Tabla 66 Hoja de tareas estándar de la distribución Trim y sub ensamblés. .	120
Tabla 67 Tiempos de operación de la distribución Trim y sub ensamblés.	121
Tabla 68 Dashboard de la distribución Trim y sub ensamblés.	122
Tabla 69 Hoja de tareas estándar del nuevo tramo final.	123
Tabla 70 Tiempos de operación del nuevo tramo final.....	124
Tabla 71 Dashboard del nuevo tramo final.....	125
Tabla 72 Nuevos procesos de producción vs. Tiempo.....	125
Tabla 73 Trayectos recorridos en el Kit Car 1.	129
Tabla 74 Trayectos recorridos en la etapa de motores y Power Trim.	131
Tabla 75 Trayectos recorridos en la etapa satélite 1.....	133
Tabla 76 Trayectos recorridos en la etapa satélite 1.....	134
Tabla 77 Trayectos recorridos en la etapa Kit Car 2-3.	136
Tabla 78 Trayectos recorridos en la etapa Trim.	137
Tabla 79 Trayectos recorridos en la etapa Trim.	138
Tabla 80 Trayectos recorridos en la etapa Trim.	140
Tabla 81 Trayectos recorridos en la etapa Trim	141

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa en la que se llevó a cabo el proyecto es líder en el ensamblaje y comercialización de automotores, la cual, en los últimos 10 años ha pasado por cambios debido a la situación económica del país, actualmente y pese a que sigue siendo un eje fundamental en la manufactura de automóviles en el Ecuador, se encuentra superando dificultades respecto a este problema sistemático del país.

El giro del negocio se divide en dos partes; la primera es la parte productiva ubicada en la planta de producción, reconocida como el área de manufactura y cuenta con diferentes tipos de departamentos encargados de la producción y administración de la planta; la segunda parte es la de comercialización y distribución de los autos, ubicada en el área administrativa, gestionada por el corporativo; las dos partes forman una sola empresa líder de automotores del Ecuador.

La empresa cuenta con una cultura corporativa, con ejes fundamentales que identifican a sus trabajadores, que son:

Clientes: Los clientes son nuestra guía.

Relaciones: las relaciones interpersonales son primordiales.

Excelencia: la excelencia individual es fundamental

La planta de producción cuenta con una capacidad instalada para producir 360 carros diarios con tres turnos diarios de trabajo, sin embargo, por la situación

socio-económica del país, la producción diaria decreció a un promedio de 120 vehículos en un solo turno de trabajo con 700 trabajadores, que equivale a 20 000 autos producidos al año.

La planta de manufactura cuenta con dos líneas de producción; La línea de producción de autos sin chasis y la línea de producción de autos con chasis. La línea de producción de autos sin chasis ejecuta 3 plataformas y la línea de autos con chasis produce 1 plataforma. Estas líneas de producción se encuentran siempre en un proceso de mejora continua, significando que a lo largo del tiempo se han implementado sistemas de automatización y de mejoras paulatinas, principalmente se puede decir que las líneas son móviles y la velocidad de producción es marcada por el Takt Time en la planta, en base a la cual funcionan todos los Shops que tienen injerencia, adicionalmente existen los sistemas tecnológicos denominados GEPICS y SAP que ayudan a la consolidación de información y reporteria.

La facturación es procesada por la división administrativa del corporativo que controla el negocio, la misma que interviene en el manejo de las relaciones con el cliente y con los concesionarios que se encuentran desplegados a lo largo de todo el país.

La planta, que se encuentra en la ciudad de Quito cuenta con diferentes certificaciones, como ISO 9001-2008 (actualmente se encuentra en el proceso de migración a la versión 2015), ISO 50001, además de la certificación interna BIQ 4 que es un sistema de gestión de calidad.

El sistema de gestión de calidad BIQ 4 implementada en la empresa y en la planta de producción es de gran importancia, ya que es un sistema de gestión global usado en todas las plantas de este ramo existentes en el mundo; El nombre BIQ 4 significa que ha atravesado un número considerable de auditorías que cumple la planta de producción. En el Ecuador la Certificación BIQ con nivel 4 es el nivel más alto de certificación, significando que, si existen

errores en la línea de producción, estos no son enviados a la siguiente estación y se corrigen en el mismo puesto de trabajo en donde se evidenció el error.

- MERCADO

El mercado automotriz en el Ecuador ha sido considerado uno de los negocios más rentables en la industria durante mucho tiempo, pese a que en los últimos años ha variado su estabilidad, se ha seguido manteniendo como uno de los mercados que más aportan a la economía del país.

Dentro de este tipo de industria se encuentran las ensambladoras existentes en el país, las han disminuido en los últimos años. Situación que se debe a diferentes factores como la situación económica, el precio de la mano de obra, etc.

En lo que va de este año, estas son las cifras del mercado Ecuatoriano, tanto en producción como en venta y exportación, según la AEADE (asociación de empresas automotrices del Ecuador)



Figura 1. Mercado nacional de vehículos.

Tomado de (SENAE, 2018, p. 3)

Si la empresa proyecta producir cerca de 20000 autos en este año, y tiene el 40% del marketshare, se podría inferir que no es la única ensambladora del

país, pero este indicador de “marketshare” debe ser muy bien explicado, ya que no solamente se refiere a los autos que son ensamblados en el país, sino, a todos los autos que se comercializan, y con este antecedente, se puede saber que en la empresa en la cual se llevará a cabo el trabajo de titulación es una de las más grandes en este mercado.

El mercado objetivo del negocio, comprende en su mayoría a todos los segmentos de mercado que cuenta el Ecuador, ya que al ser una comercializadora, esta posee diferentes tipos de autos o productos, de todos los tipos y costos, uno de sus fuertes ha sido el segmento que es capaz de adquirir autos de mediano costo, y por ese motivo la planta ha decidido ensamblar 4 tipos en particular de autos, es decir la cartera de productos es amplia, y comprende todo tipo de precios, pero la producción nacional consta de 4 plataformas en específico.

La cartera de productos en Ecuador es amplia y se divide en: Autos, Todo terreno, Camionetas, Vans y Taxis.

La disminución del mercado automotriz es un claro motivo del porque las empresas ensambladoras de autos buscan siempre la optimización de recursos, lo cual se consigue con un estudio profundo de los procesos.

- PROVEEDORES

Los proveedores de la empresa son algunos, mayoritariamente cuando se habla de proveedores se habla de las entidades que surten el material a la planta de producción.

Material PBP, es el material específico que es enviado desde fuente, sin ser lotizado, pero es material de un proveedor externo que no pertenece a la empresa.

Material CKD, material proveniente de fuente, que forma parte de la empresa, pero es importado desde otro país.

Material local, debido a regulaciones del país es necesario usar proveedores locales en un porcentaje, pese a que en algunos casos es más costoso el material de Ecuador, que el importando, llantas, asientos, vidrios, etc. Son de proveedores locales.

- ORGANIGRAMA

Específicamente se analizará el área de Manejo de materiales, por lo tanto, el organigrama que se mostrará será de ese shop, el mismo que cuenta con su staff y su parte operativa

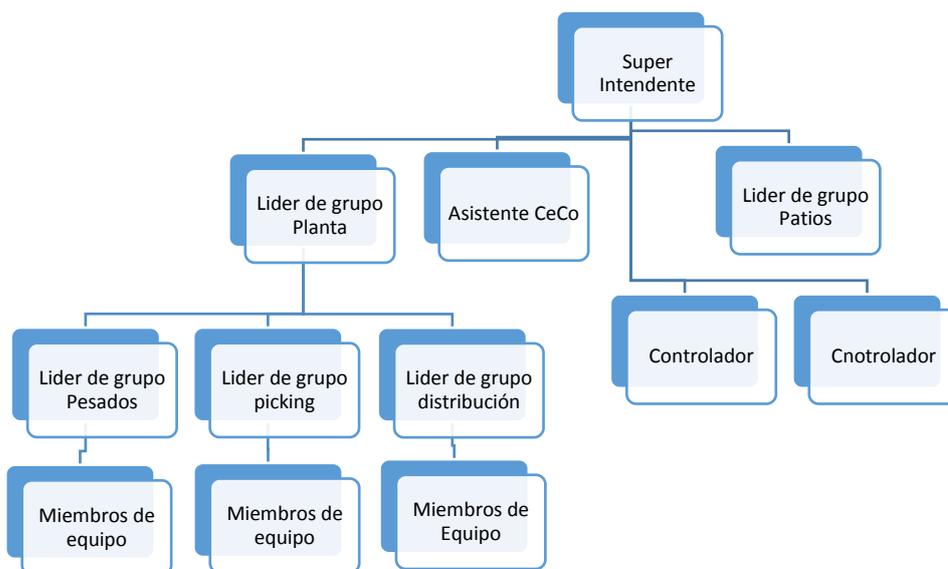


Figura 2. Organigrama del área de manejo de materiales.

1.2 Descripción del problema

Para describir adecuadamente el problema es necesario argumentar las cuestiones existentes en el proceso donde se plantea realizar las soluciones.

El proceso de distribución de materiales comenzó a presentar problemas en algunos puntos del abastecimiento de la línea, como:

- Falta de tiempo para completar proceso de distribución de materiales dentro de lo estipulado.
- Exceso de movimientos del operario de distribución.
- Falta y exceso de material en los puntos de uso de la línea de producción.
- Paras en la línea debido a material faltante.
- Necesidad de adquisición o alquiler de equipos móviles.

Todos estos problemas afectan a la organización en: Seguridad, Costos, Ergonomía de los operarios e impacto ambiental.

Estos problemas indican que el proceso no está funcionando de manera adecuada, además con las paredes de balanceo podemos fácilmente evidenciar los retrasos que se generan en la operación, los cuales desembocan en el incumplimiento de entrega de materiales en la línea.

Claramente existe una preocupación por los shops directamente implicados, materiales y ensamble, ya que son afectados de muchas maneras que se ven reflejadas en sus medidores de gestión, y estos datos se encuentran en el Despliegue de Plan de negocio (DPN).

El DPN controla 6 diferentes tipos de KPI, costos, calidad, ambiente, gente, seguridad, operación. EL Down Time en la línea, la cantidad de defectos que existen, ausencias del personal, etc, los mismos que entran en las categorías mencionadas. En este caso uno de los factores más importantes a controlar es el Down time en la línea de producción causada por retrasos que son creados por la distribución del material, históricamente, el desempeño de este indicador no ha sido el mejor.

Lograr la mejora del desempeño de estos medidores de gestión indica como el shop está alineándose a las metas de la organización en base a la mejora continua en sus procesos.

1.3 Justificación

El proceso de manufactura es alimentado por diferentes Shops (el término “shop” se refiere a la áreas operativas que funcionan en la planta de producción) dentro de la organización los cuales son: Pintura, Suelda, Materiales, además de que este proceso es ejecutado por el área de ensamble, tiene procesos de apoyo que se encargan de la verificación de la calidad y la información pertinente que este necesita para llevar a cabo la manufactura.

Dentro del proceso de manufactura como está especificado, el área de Manejo de Materiales, este es uno de los shops más importantes, debido a que este está enfocado en entregar la materia prima que va a ser usada en el ensamble, pero agregándole un valor, es decir facilitando al proceso de manufactura el uso de los materiales para el ensamblaje de los autos.

El Shop de manejo de materiales cuenta con diferentes procesos que se desarrollan de la siguiente manera:

-Patio DR: es la bodega donde se recibe y se preparan los materiales para ser enviados en con un orden FIFO y de acuerdo a la planificación de producción a la planta.

-Pesados: Es el proceso que recibe el material CKD enviado desde el Patio y el mismo que se encarga de desempacar y preparar el material en algunos de los casos (racks especiales).

Material CKD; se refiere a todo aquel material que es enviado desde la fuente, es decir desde el lugar de fabricación, hacia la planta de producción de autos en la ciudad de Quito, este material ya viene lotizado, lo que se refiere a que las cajas vienen con la cantidad exacta de material para el lote de producción que maneja la planta. El término significa Completely Knock Down, de donde se obtiene las siglas.

-Picking: Es el proceso encargado de la producción en cuanto a materiales, es decir es el lugar donde más se agrega valor a los materiales, debido a que este proceso incluye el armado de Kit Cars que son un eje fundamental para el ensamble de los autos, y este proceso consta del abastecimiento y producción de los mismos.

-Kit Car: Son los racks con el material necesario que se entrega para cada unidad a producirse, es decir, este rack contiene, una cantidad específica de Materiales que serán entregados en la línea de producción, la cantidad de números de parte varía según el Kit Car. Estos son los ítems que se realizan como producción del área de materiales, es decir es la manera de agregar valor a la materia prima por parte del área.



Figura 3. Proceso de manufactura

-Distribución: Es el proceso encargado de entregar En producto terminado a la línea de producción, en cantidad y momento exacto cumpliendo estándares de FIFO.

Partiendo de esto se decidió, buscar las oportunidades de mejora que existan en un proceso dentro de la planta de manufactura de automóviles de una empresa ecuatoriana, para poder optimizar estos procesos, volviéndolos más competitivo y disminuyendo el costo de producción de los automóviles.

Se busca realizar un balanceo del trabajo, para que las cargas que tienen los operarios del proceso de distribución sean las correctas, de esta manera

optimizar este proceso y lograr que la operación sea la adecuada con la cantidad de gente necesaria y cumpliendo con los tiempos correctos del proceso.

1.4 Alcance

El Alcance de este proyecto está relacionado con el área de aplicación en el cual se propone implementar las soluciones, es decir, dentro de la Organización la cual ha sido expuesta. Se implementarán los cambios necesarios entre los shops de: manejo de materiales y ensamble. Ya que ambos serían los principales implicados en este proceso de mejora, solamente existirán impactos en la línea de producción de autos sin chasis y el cambio va a ser realizado en el grupo de distribución del shop de manejo de materiales.

El motivo de porqué ambos shops están tomados en cuenta para el desarrollo del proyecto es que el área de ensamble es el principal cliente interno de manejo de materiales, por lo tanto, y con el afán de brindar un mejor servicio en la entrega de los números de parte necesarios, en el momento y cantidad adecuada, es indispensable que esta área esté al tanto de los cambios que se realizarán.

Manejo de materiales, como encargado de garantizar el adecuado abastecimiento, tiene la obligación de mejorar continuamente los procesos que posee, los mismos que han sido descritos anteriormente. En este caso el proceso de distribución, que está encargado del transporte del material dentro de la planta, será optimizado.

Todos los proyectos que se plantean desarrollar en esta organización deben cumplir con diferentes procesos, los mismos que buscan garantizar la factibilidad del cumplimiento del proyecto según el tiempo que se ha propuesto en llevar el proyecto a cabo. Además, dependiendo de la magnitud del proyecto a realizarse, éste puede ser realizado por el staff del área en cuestión o recibir ayuda por parte del equipo de ingeniería de proyectos.

Por lo tanto, en este caso de estudio y por su magnitud solamente va a ser desarrollado por el staff del Shop, esto quiere decir que los procesos de desarrollo del proyecto serán: Identificación del problema, análisis de alternativas, planificación, recolección de datos, implementación piloto, análisis de los resultados del piloto.

Estos procesos además evalúan el adecuado cumplimiento de las fases respectivas del desarrollo del proyecto, lo que significa que durante el proceso de implementación pueden existir nuevas variables que afecten a la adecuada implementación, y puede ayudar en la toma de decisiones sobre la realización del proyecto en el tiempo adecuado.

1.5 Objetivo general

Analizar la distribución de materiales en una línea de ensamble de automóviles con la finalidad de optimizar la operación de este proceso.

1.6 Objetivos específicos

Realizar el levantamiento de los procesos que están relacionados.

Obtener tiempos de operación y paredes de balanceo de los procesos.

Identificar los problemas y analizar las causas encontradas en el flujo del abastecimiento de material.

Diseñar e implementar una propuesta de optimización basado en herramientas de LEAN manufacturing como, trabajo estandarizado, Balanceo de cargas de trabajo, diagrama de hilos y VSM.

Realizar un análisis económico de los resultados teniendo en cuenta la mejora planteada.

2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Proceso

Es el conjunto de actividades que se relacionan entre sí, y que a partir de entradas se van a obtener salidas, ya sea de material, información, etc.

Agregando valor a lo largo de estas actividades. (Maldonado, 2011, p. 1)

Condiciones de un proceso:

- Las entradas y salidas pueden ser descritas.
- Un proceso puede cruzar diferentes niveles funcionales del negocio.
- El proceso debe ser fácil de comprender para cualquier persona de la organización.
- El nombre del proceso debe estar relacionado a los conceptos y actividades del mismo.

(Maldonado, 2011, p. 3)

SIPOC

El diagrama SIPOC es una representación gráfica y Esquemática de lo que debe estar compuesto un proceso.

Suppliers (proveedores)

Inputs (Entradas)

Process (Proceso)

Outputs (Salidas)

Customers (Clientes)

(Pardo, 2017, p. 78)

Este diagrama nos ayuda a que la identificación y levantamiento del proceso funcione de una manera más ordenada y sea mucho más entendible para

cualquier persona de la organización. Es decir, este esquema brinda un orden racional del flujo del proceso desde que es una entrada hasta que es una salida.

2.2 Estudio de métodos

El estudio de los métodos interviene en:

La adecuada integración del recurso humano en los procesos de manufactura o de servicios. Básicamente está encargado del análisis que se necesita para saber en qué parte del proceso encaja el capital humano y para decidir cuál es la mejor manera para que una persona puede desempeñar las tareas asignadas. (Palacios, 2016, p. 19)

La importancia del estudio de métodos y su ingeniería es que se pueda garantizar que el desempeño del personal sea efectivo en cualquier tarea que sea asignada, para lograr esto se debe tener en cuenta que es necesario un conocimiento adecuado de los procesos para poder identificar oportunidades de mejor.

Después del punto anterior interviene la ingeniería de métodos, donde toma parte el diseño, en el cual se buscará la mejor y más simple manera de llevar a cabo los procesos, con el fin de que las tareas que son asignadas para cada trabajador sean llevadas a cabo con resultados de alta fiabilidad y poca variabilidad.

El hecho de poder tener confianza en el cumplimiento de los procesos con calidad gracias a los métodos que se desarrollan, es posible evitar paras en la línea de producción o en los resultados que buscamos brindando un servicio.

Los métodos pueden ser aplicables a cualquier tipo de proceso ya sea este proveniente de un producto o un servicio, ya que la razón de ser el estudio de métodos, es facilitar el trabajo a las personas. Y se debe aclarar que los tipos

de métodos que se puedan desarrollar pueden variar en nivel de complejidad dependiendo las habilidades y conocimientos que requiera el lugar o puesto de trabajo.



Figura 4. Tipos de métodos.

Tomado de (Palacios, 2016, p. 19)

Siempre es importante recalcar el uso del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), para asegurar un desarrollo y cumplimiento adecuado de cualquier tipo de actividad, y en este caso los pasos para el desarrollo y la aplicación de métodos son:

- Formulación del problema
- Análisis del problema
- Búsqueda de alternativas
- Evaluación de alternativas
- Administración de la mejora
- Estrategia de aplicación
- Seguimiento

Además, existe la parte que habla sobre mejorar el método de trabajo. Lo cual tiene que ver con la mejora continua, y es un punto que puede ser aplicado. Cuando se ha llevado a cabo el estudio de implementación de métodos en el trabajo, y después de la parte de seguimiento se observa que existen

oportunidades, por lo tanto, se analiza las opciones de aplicación para mejorar el método utilizado.

Y así se puede cumplir con los ciclos de mejora continua, obteniendo un mejor, más fácil y más seguro método para realizar el trabajo. (Palacios, 2016, p. 28)

Estudios de las condiciones del trabajo

Este estudio tiene como finalidad el aprovechamiento de los recursos humanos dentro de la organización, pero justamente combinando el esfuerzo físico que puede realizar una persona dentro de sus tareas normales con las aptitudes personales. (Palacios, 2016, p. 28)

Este punto es muy importante ya que, si el trabajador no puede desarrollar sus operaciones en base a sus aptitudes o lo que es capaz de hacer, se podría estar subutilizando un recurso muy valioso como es el capital humano.

Uno de sus grandes aliados y también de la manera que se obtiene los datos necesarios para el análisis y toma de decisiones sobre las condiciones del trabajo, es el estudio de tiempos y de los movimientos.

Este estudio ha llevado a que se genere una técnica de investigación de movimientos (Motion Study), la cual vista de una manera simple funciona así:

- Descomposición de operaciones en fases fundamentales
- Establecer en cada fase las subdivisiones necesarias del proceso para obtener información e cuales son los movimientos elementales.

Además, la parte que habla específicamente de la fatiga que es causada por las tareas que en muchos casos son repetitivas son objeto de estudio, cuando se habla de las condiciones del trabajo debido a que es el limitante de hasta donde el ser humano es capaz de realizar su trabajo de manera adecuada y cumpliendo con la calidad necesaria para el producto final. Como es de

esperarse la fatiga puede ser tanto física como mental según el tipo de trabajo que sea llevado a cabo.

Gracias a éste tipo de estudios se puede decidir la cantidad de trabajo físico y mental que puede manejar cada puesto de trabajo o cada proceso dentro de la operación de una organización.



Figura 5. Condiciones de trabajo.

Tomado de (Palacios, 2016, p. 28)

Estudio de movimientos

El estudio de los movimientos, dentro del estudio de los métodos que son ocupados para realizar el trabajo por las personas está enfocado en el ser humano, ya que éste es un factor primordial y dominante para el diseño del trabajo, ya que, en base a las cuestiones fisiológicas, sociológicas y psicológicas, se diseñara el método de trabajo adecuado.

Analizando las capacidades que son inherentes del ser humano, se podrán definir limitaciones y factores en las operaciones que se deben llevar a cabo en un proceso, para continuar con la búsqueda del método perfecto para el trabajo.

Debido a que estos estudios siempre se realizan en pro de la mejora de los procesos un punto importante que se debe topar es el de la economía de movimientos, ya que este busca eliminar movimientos no deseados, que

causan tiempos muertos en los procesos, y además estos movimientos excesivos pueden presentar riesgos para el trabajador.

2.3 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es un suplemento adecuado para el estudio de métodos y movimientos. Este estudio pretende “determinar el tiempo que es requerido por un operario, calificado y entrenado, utilizando herramientas apropiadas, trabajando en actividad normal y bajo condiciones ambientales normales, para desarrollar una tarea.” (Palacios, 2016, p. 243)

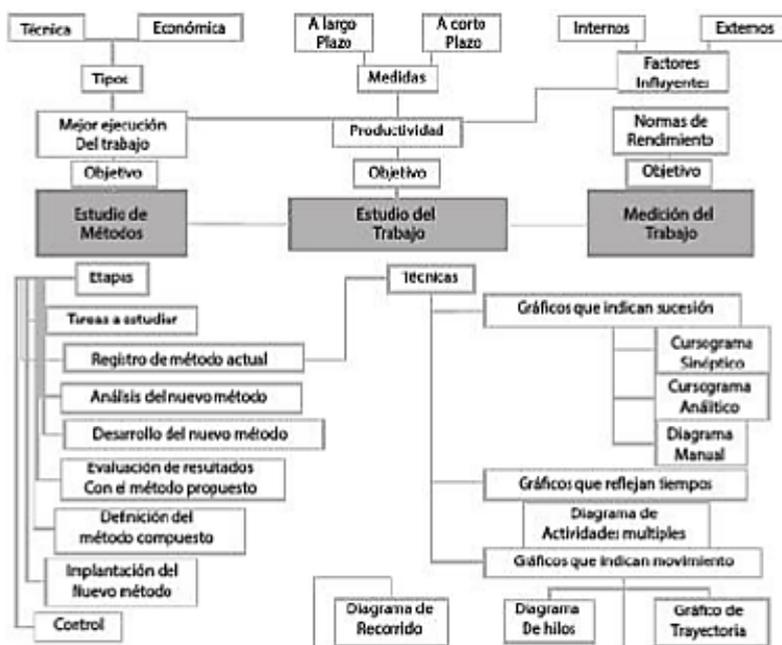


Figura 6. Estudio de los métodos.

Tomado de (Palacios, 2016, p. 243)

Existen motivos puntuales por los cuales una organización debería realizar un estudio de tiempos:

Cada uno de los trabajadores de la organización debe cumplir con su trabajo de manera real, esto significa no tener tiempos muertos durante su operación, es decir, el operario debe tener su tiempo ocupado al 100% incluyendo los momentos de descanso y facilidades que éste necesite.

Tener certeza del tiempo que va a ser necesario para producir una determinada cantidad del producto, y eso únicamente se puede lograr con el conocimiento de la cantidad de tiempo de operación de cada trabajador, o de la maquinaria, que se revisará más adelante en el tiempo de ciclo. El estudio de tiempos “ayuda a generar un programa de producción, es decir, secuenciar la producción para obtener las mejores mezclas de bienes a entregar al cliente, para garantizar el mejor costo de operación.” (Palacios, 2016, p. 243)

El procedimiento general de estudio de tiempo con cronómetro consiste en:

Informar a las personas involucradas en el estudio de tiempos (operarios, supervisores, directores, etc.).

Verificar si el método, el equipo, la calidad y las condiciones son los adecuados para las operaciones establecidas. Buscar y remediar las ineficiencias.

Registrar toda la información con respecto a la operación, operador, producto, método, equipo, calidad y condiciones.

Desglosar los tiempos de las operaciones de trabajo en sus distintos elementos.

Recolectar los datos que se obtienen al medir los tiempos y al calificar la actividad del operador.

Procesar los datos.

Calcular el tiempo que necesita el operador para realizar su trabajo, el cual se obtiene en base a la medición.

Presentar los resultados.

(Palacios, 2016, p.259)

Tiempos predeterminados

Este tipo de tiempo provienen del resultado de varias tomas de muestra con cronómetro, y estas incluyen todas las operaciones necesarias dentro de los procesos.

Por lo tanto, lo que busca es separar el proceso en las actividades que puedan representar todas las operaciones que se realizan, y sumarlas para completar el tiempo de ciclo. Así poderlas usar en los diferentes procesos que tengan operaciones parecidas y la confiabilidad de estos tiempos sea alta para que sea posible usarlos. (Palacios, 2016, p.257)

Los tiempos predeterminados se usan para:

-Estabilizar la operación, con el conocimiento al detalle de las actividades que realiza el operario, además de saber si el tiempo que el trabajador tiene está siendo ocupado en su totalidad.

-Asignación de grado de dificultad de los procesos que realiza el operario.

-Entender la cantidad de GAP de tiempo que necesita el operario como suplemento para tener una jornada laboral adecuada.

-En el caso de éste proyecto, se realizará el estudio de los tiempos y movimientos en base a la división de tipos de movimientos que ha otorgado la organización a los movimientos ya mencionados, dividiéndolos en:

- Agrega Valor (VA)
- No Agrega Valor (NVA)
- Movimientos (M)

Esta división de tiempos se verá reflejada en las paredes de balanceo que se realizará para los procesos que serán objeto de estudio en el proyecto.

2.4 Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo “es una medición que nos indica el tiempo necesario para terminar un producto, o en otras palabras el tiempo en que un proceso se

demora en llevarse a cabo” (Raj et al., 2016), es uno de los datos más importantes para balancear una línea de producción. Cabe recalcar que el tiempo de ciclo puede aplicarse de manera muy macro, o de manera muy específica, ya que se puede obtener tiempo de ciclo de cada actividad o se puede tener el tiempo de ciclo de todo el proceso per se, este valor de tiempo es muy diferente del Takt Time, ya que este toma en cuenta el tiempo que se demora en ser tratado el producto o servicio, mas no, cada que tiempo se debe obtener un resultado final para ser entregado al cliente.

Y se lo puede obtener con la siguiente fórmula.

(Ecuación 1)

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{Tiempo disponible por periodo}}{\text{volumen de producción}}$$

(Raj et al., 2016)

2.5 Lean Manufacturing

Lean manufacturing es la filosofía que tiene como objetivo la eliminación de desperdicios, que tienen impacto directo en los recursos de una empresa, mediante diferentes técnicas y herramientas. Además, ya que es una filosofía, tiene sus propios pilares en los que se basa para lograr sus objetivos en las compañías.

- Mejora Continua
- Control Total de la Calidad (TQM)
- Eliminación de los desperdicios
- Aprovechamiento de todos los recursos a lo largo de la cadena de valor.



Figura 7. Manufactura Lean.

Tomado de (Raj et al., 2016)

A continuación, se llevará a cabo una explicación de las herramientas de Lean Manufacturing que serán necesarias para el proyecto.

-MEJORA CONTINUA

La mejora continua entra a ser parte de la productividad, pero si entendemos que la productividad se rige a “hacer más con menos” y está enfocada totalmente en los resultados que se pueden obtener, la mejora continua por otro lado busca la “mejora de los procesos de trabajo” para lograr los mismos objetivos pero de manera sistemática y sin dar el mensaje a los colaboradores, porque ellos van a ser los primeros en realizar el logro de optimizar y mejorar los procesos, obviamente basándose en la visión estratégica que se brinde.

La mejora continua tiene que basarse en 4 componentes técnicos, que serán de gran influencia en el desarrollo de la mejora de los procesos:

- Procesos de trabajo que aumenten la productividad del sistema
- Impactos y resultados de las acciones de mejora en el funcionamiento de los procesos
- Condiciones y factores que permitan que las acciones de mejora se lleven a cabo

- Parámetros de medición a través de los cuales es posible determinar que las mejoras tuvieron lugar.

La mejora continua debe tener responsables para cada uno de los pasos de la implementación y para que esta cumpla con los componentes técnicos, así se puede asegurar un correcto plan de mejora continua en una organización.

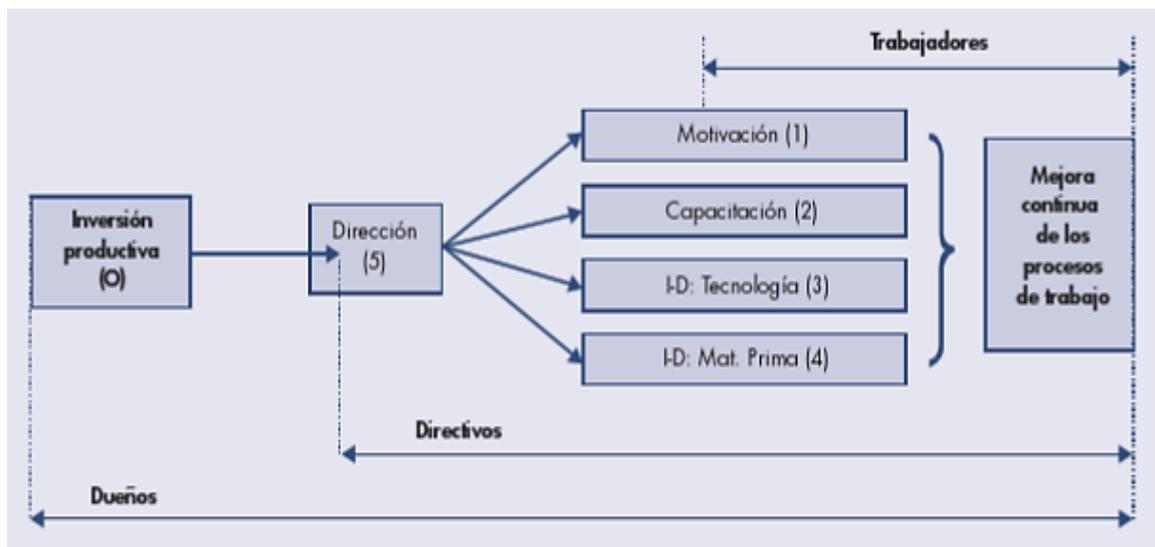


Figura 8. Mejora continua en procesos.

-VALUE STREAM MAP

Los mapas de valor, los mismos que son más conocidos por sus siglas en el idioma inglés VSM, sirven para tener un conocimiento completo de cualquier tipo de proceso, debido a la información que este proporciona permite obtener información en sí del proceso productivo, y también de su cadena de suministro completa.

Este tipo de mapeo de los procesos es en una herramienta que permite comprender por completo el flujo del proceso de una manera simple y detallada, además permite detectar actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor. Esto sirve para el levantamiento de planes de mejora en los procesos con un enfoque de mejora continua muy efectivo.

Otro punto importante del VSM es que este permite mapear y da la facilidad de analizar tanto el flujo del proceso, como el flujo de información y de materiales, ya que siempre que existe una transformación de una materia prima o servicio, también se produce información de la cual, su flujo debe ser comprendido.

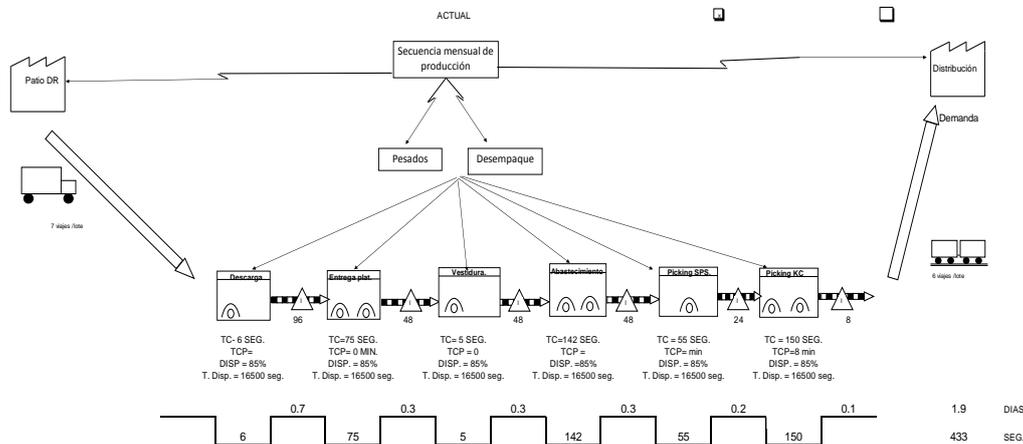


Figura 9. Secuencia mensual de producción.

Tipos de VSM

Actual: el VSM actual es un documento de referencia en el cual nos podemos basar para determinar excesos en el proceso y sobre todo para generar trazabilidad de momento exacto de cuando se graficó este mapa.

Futuro: este mapa presenta la mejor solución a corto plazo, es decir se plantea las mejoras de los puntos que se pudieron demostrar en el VSM actual, para detectar oportunidades se puede trabajar en conjunto con la pared de balanceo, así los resultados pueden ser más favorables el momento de trazar un mapa futuro, que mostrará hacia donde debe ir el proceso para ser más Lean.

(Lean Six Sigma, 2014, p.210)

-TRABAJO ESTANDAR

Es una de las herramientas de Lean Manufacturing que sirve para maximizar el rendimiento y minimizar el desperdicio con el uso de la mejor combinación de

operadores y maquinaria. Ayuda a identificar el déficit tanto de maquinaria como de operadores.

Marca el ritmo de producción dado a que ayuda a identificar los procesos llamados cuellos de botella, que son los procesos limitantes en un sistema.

El trabajo estándar está identificado con un grupo de documentos que ayudan a entender cómo funciona la operación, además estos documentos deben ser flexibles, es decir, deben ser fáciles de actualizar y entender. (Lean Six Sigma, 2014, p.294)

Hoja de trabajo Estandarizado

En este documento “se presentan las operaciones estáticas y dinámicas de los trabajadores y se analiza todo el proceso en su conjunto para obtener una visión integral del flujo de la operación.” (Lean Six Sigma, 2014, p.300)

Este documento está centrado en los tiempos necesarios para llevar a cabo cada una de las actividades del proceso, lo cual es un input necesario para el estudio de tiempos y movimientos.

Este documento puede ser variable según la empresa en la que sea aplicada, o según la información que se necesite obtener.

Tabla 1
Tabla de trabajo estandarizado.

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Área:		Tiempo Disponible de Operación:			Realizada por:						
Manejo de materiales					Marco Moran						
Nombre de Operación:		Equipo:		Página:	Fecha:						
Kit Car 1											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point		Curso de Excel básico									
Conocimientos del proceso		Capacitación de DPN (Despique de Plan de Negocios)									
Conocimiento General del proceso a liderar		Capacitación Trabajo Estandarizado									
Conocimientos de Equipos de protección personal		Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas									
Manejo de Herramientas Según el área		Capacitación de GMS									
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estándar (Min)	Frecuencia X lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal (Min)	Tiempo Corregido (Min)
	1	Recoger KC lleno		○	○	⇒	1.37	4	5.48	6.85	7.95
	2	trayecto		○	○	⇒	2.40	4	9.60	12.00	13.92
	3	Descarga KC lleno en linea		○	○	⇒	1.76	4	7.04	8.80	10.21
	4	trayecto		○	○	⇒	0.19	4	0.76	0.95	1.10
	5	Carga KC vacio		○	○	⇒	0.95	4	3.80	4.75	5.51
	6	Trayecto		○	○	⇒	1.74	4	6.96	8.70	10.09
	7	Descarga KC vacio en linea mat		○	○	⇒	1.31	4	5.24	6.55	7.60
	8	Recoger KC llenos		○	○	⇒	1.37	1	1.37	1.71	1.99
	9	trayecto		○	○	⇒	2.40	1	2.40	3.00	3.48
	10	descargar KC llenos		○	○	⇒	1.76	1	1.76	2.20	2.55
	11	recoger SPS vacios motores		○	○	⇒	1.81	1	1.81	2.26	2.62
	12	Recoger Kit Car vacios		○	○	⇒	0.95	1	0.95	1.19	1.38
	13	Trayecto		○	○	⇒	1.74	1	1.74	2.18	2.52
	14	Descargar KC vacios linea		○	○	⇒	1.31	1	1.31	1.64	1.90
	15	descargar SPS vaciosmotores		○	○	⇒	1.02	1	1.02	1.28	1.48
	16	cargar KC armado		○	○	⇒	1.37	1	1.37	1.71	1.99
	17	Trayecto		○	○	⇒	2.48	1	2.48	3.10	3.60
	18	Descargar KC en TA01		○	○	⇒	1.76	1	1.76	2.20	2.55
	19	Entrega de valorados		○	○	⇒	3.04	1	3.04	3.80	4.41
	20	Carga KC vacios		○	○	⇒	0.95	1	0.95	1.19	1.38
	21	trayecto		○	○	⇒	1.53	1	1.53	1.91	2.22
	22	descarga KC vacios		○	○	⇒	1.31	1	1.31	1.64	1.90
									63.68	79.60	92.34

Diagrama de Hilos

Es otro de los documentos del trabajo estándar que muestra las distancias y los recorridos de los trabajadores. En este caso se presenta el lay out del proceso con los operarios y el flujo que el material debe cumplir.

Con esta información se puede analizar cuáles son los movimientos más eficientes de acuerdo a las operaciones que se realiza en cada uno de los procesos

Para fortalecer la validez de estos documentos es necesaria la creación en conjunto con los trabajadores que llevan a cabo diariamente el proceso. (Lean Six Sigma, 2014, p.300)

-EL CICLO PHVA

También conocido como el ciclo de la calidad o el ciclo de Deming, es un procedimiento que se puede seguir para la estructuración y la ejecución de proyectos de mejora continua y tiene 4 etapas: Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

(Gutiérrez, 2014)

Éste ciclo actualmente no solo es usado para la implementación de proyectos, sino también en la ejecución de todo tipo de proceso, sin importar la magnitud de estos, ya sea en la parte estratégica, en la operativa e inclusive en las partes de apoyo de la organización. Este sistema puede ayudar a tener un control más profundo sobre cómo se está llevando la gestión dentro de la empresa.

Los pasos básicos que cada una de las etapas de este ciclo debería cumplir son:

- Planear: Se desarrolla un plan, el mismo que se complementará, durante el tiempo de aplicación.
- Hacer: el mismo que se aplicara a pequeña escala para entender el avance y las maneras de aplicación del proyecto
- Verificar: Se realiza una evaluación de los resultados que se han obtenido
- Actuar: Se lleva a cabo la implementación a nivel total de lo que se planeó.

(Gutiérrez, 2014)

Uno de los puntos importantes de este ciclo es que después de que el proyecto sea implementado se busca la manera en que la mejora no sea reversible, en el caso de que se haya obtenido los resultados más favorables. Y si la

implementación no alcanzó los objetivos que se estaba buscando, se debe volver a iniciar el ciclo y eso conlleva todo el proceso que se debe seguir.

En muchos casos las organizaciones siempre buscan la mejora continua por lo tanto la aplicabilidad de esta idea del ciclo PHVA siempre se está usando, pese a que el proceso haya obtenido los resultados esperados, pero pueden aparecer nuevas variables que afectan de manera distinta a los procesos.



Figura 10. Ciclo PHVA.

2.6 Velocidad de la demanda

La velocidad de la demanda o más conocida en el área productiva como TAKT TIME indica la cantidad de tiempo a la que un producto debe estar listo para cumplir con la demanda.

(Ecuación 2)

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda}$$

(Lean Six Sigma, 2014, p.210)

Este término también es explicado por Nguyen (2016) como “la unidad promedio del tiempo de producción necesaria para cumplir con la demanda del cliente”, esto quiere decir que el valor obtenido como Takt Time nos indica la periodicidad con la que un producto debe ser concluido para que pueda ser entregado a todo el universo de clientes que demandan un bien o servicio.

Además, debe mencionarse que esta medición o este término se puede usar con diferentes tipos de unidades, las cuales sean las adecuadas para la empresa o el tipo de producto que se esté realizando, dependiendo de si este

esté realizado por un sistema de Batch o por unidades, porque de eso dependerá si se usara segundos, minutos o ETC / lotes o unidades.

Obviamente es indispensable tener mapeado ciertas magnitudes que son clave para tener un cálculo correcto, estas son:

-Demanda: promedio de la cantidad de producto que necesita el cliente en una unidad de tiempo

-Tiempo disponible: total del tiempo utilizable en un día.

(Lam, Toi, Tuyen, & Hien, 2016)

En base a estos datos, se va a poder obtener un Takt Time adecuado, el cual se convertirá en nuestro indicador para saber si los procesos que manejamos tienen o no un adecuado tiempo de ciclo y la línea de producción va a poder ser funcional. Es decir, este cálculo va a crearnos un valor de restricción, el mismo que será una alerta para que los procesos no sean mayores a este valor.

Los valores en un proceso que se los conoce como cuellos de botella, los cuales determinan la capacidad del sistema, ya que el proceso que más tiempo tome en ser llevado a cabo, es el que marca la cantidad de productos o servicios que se puede producir. Esto es independiente de si este cuello de botella es más alto o más bajo que el Takt Time.

Los cuellos de botella pueden ser:

- Interno: Cuando la demanda es mayor a la capacidad instalada
- Externo: Si la capacidad instalada es mayor que la demanda.

(Lean Six Sigma, 2014, p.212)

Existe información clave que es posible obtener cuando se calcula la velocidad de la demanda o Takt Time:

Capacidad del sistema.

Los cuellos de botella.

Que procesos podrían transformarse a un flujo continuo.

2.7 Balanceo de línea

El balanceo de línea es una técnica, que puede ser usada de muchas maneras, y que en la mayoría de los casos analiza diferentes variables para llegar a la mejor combinación de trabajo, o se podría decir que, el balanceo de líneas “es una técnica que sirve para minimizar el desbalanceo entre trabajadores o cargas de trabajo y así lograr una adecuada tasa de producción”. (Lam et al., 2016)

Según otra definición del balanceo de una línea de ensamble, nos indica que, El balanceo de una línea de producción sirve para asignar diferentes tareas a algunas estaciones de trabajo, que funcionan de manera cíclica, es decir tienen un orden específico para procesar la materia prima y definitivamente se lo hace para optimizar los valores de efectividad que han sido medidos.

Pero su mayor objetivo es “distribuir las tareas de igual manera en las estaciones de trabajo logrando minimizar los tiempos de las máquinas y los operadores”. (Raj, Mathew, Jose, & Sivan, 2016)

Existe un método apropiado para usar el Takt time que es la pared de balanceo, la misma que es dibujada para el mapear y entender cuáles son los cuellos de botellas existentes dentro del proceso que se está analizando. Y en base a esto las ideas para optimizar el proceso van a ser concebidas.

El siguiente paso para poder obtener el mejor provecho en el análisis, es determinar el proceso cuello de botella, para centrarse en primer lugar en cómo debería ser mejorado este proceso. “Se debe identificar las actividades que agregan y no agregan valor, así se podrá disponer, o se podrá realizar

movimiento de estos puntos con otros procesos, para llevar a cabo el balanceo de la línea” (Lam et al., 2016).

Quizás la información más importante que esta técnica nos brinda, es saber cuántas personas son las necesarias para llevar a cabo el proceso. (Lean Six Sigma, 2014, p.210). Este dato de la cantidad de personal necesario, se genera de manera muy visual en la pared de balanceo y cuando se puede tomar la decisión sobre convertir o no los procesos en flujos continuos.

Cabe recalcar que siempre es necesario realizar un balanceo de procesos con una proyección de crecimiento en la demanda, esto quiere decir que, si se decide crear flujos continuos uniendo procesos, pero estos están demasiado cercanos al Takt time. Es muy probable que en caso de cualquier variabilidad en la producción o ausentismo de personal no se pueda cumplir con la operación.

Existen otras técnicas para el balanceo de líneas debido a que algunos jefes que realizan balanceos de línea, piensan que los cálculos matemáticos no pueden interactuar conjuntamente con las sensibilidades humanas y la variabilidad que esto genera en los operarios.

Según la publicación Tech Management (2017), una línea desbalanceada maximiza la productividad mediante la maximización de la utilización del operario y la maquinaria. Pero se debe tener muy claras las variables que intervienen en este modelo de balanceo más caótico.

Las variables que se deben tener mapeadas son las habilidades del operario, el ausentismo y las asignaciones que han sido designadas.

Por lo tanto, se debe generar la información detallada de la habilidad que puede tener un operador medida en porcentaje para realizar cada una de las

operaciones. Es muy importante la actualización de la base de datos, para poder realizar re balanceos en la línea de acuerdo al desarrollo de actividades. Se puede aplicar este modelo de dos maneras.

Balanceo Intrínseco: Esta sería la manera más racional de asignar actividades ya que simplemente el operador va al puesto para el que más está capacitado, o a la estación a la cual más habilidades posee.

Balanceo Dinámico: En este caso los operarios se distribuyen de manera que no siempre se encuentran en su operación para la cual están más adaptados, sino que simplemente puede variar, y esto podría ayudar en los casos de ausentismo debido a que un operario que tiene mucha experiencia en una actividad, podría generar un flujo continuo en diferentes actividades que estaría dispuesto a realizar. El principio fundamental en este tipo de balanceo vendría a ser la rotación en los puestos de trabajo.

El texto del Tech Management dice que:

El balanceo dinámico de líneas, es más exitoso, pero debe sobrepasar el tiempo de la curva de aprendizaje, porque en ese punto es donde se pueden encontrar afectaciones en la producción, pero estos serán superados, y además tiene el plus de la capacitación de todos los operarios en las diferentes tareas. (Tech Management, 2017)

2.8 Eficiencia, Eficacia y Efectividad

Eficiencia

La eficiencia “es la capacidad para llevar a cabo un fin” (Gonzales, 2009), en este caso, realizar un producto empleando los mejores medios posibles. Esto quiere decir que la eficiencia explicada de una manera muy simple, viene a ser completar una tarea, optimizando los recursos, o usando tanto materiales, maquinaria y personal de la mejor manera posible.

El término también puede ser explicado desde otro enfoque como la relación existente entre los insumos y los productos (Gonzales, 2009), teniendo como resultado lo que se explica en el párrafo anterior.

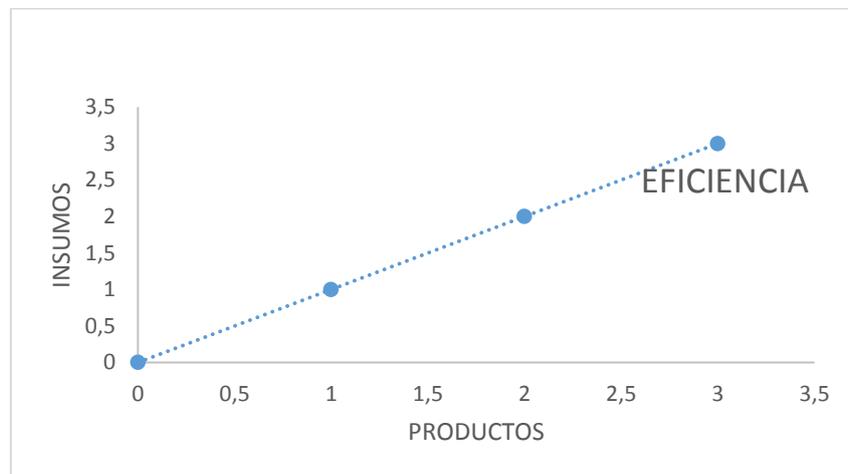


Figura 11. Diagrama de productos vs insumos.

Eficacia

La eficacia “es lograr el resultado deseado” (Gonzales, 2009). En este caso lograr el resultado deseado tiene sus implicaciones, porque en muchas organizaciones aún sucede que buscan obtener los resultados, pero no se pone mucha atención a la cantidad de recursos que se utiliza, de todas maneras lograr el objetivo, y que el cliente obtenga su producto o servicio de calidad y de manera adecuada es uno de los fines de las organizaciones.

La eficacia también se puede entender como la relación entre el vector producto y el vector resultados (Gonzales, 2009), es decir la visión de este término es cumplir con los mejores resultados a toda costa.



Figura 12. Diagrama de productos vs resultados.

Efectividad

Está definido como “cuantificación del logro de la meta” (Gonzales, 2009, Pg. 8) En este caso se lo explica como una cuantificación debido que por lo general se lo maneja como un KPI, o también conocido como medidor de gestión.

También, la efectividad es entendida como el cumplimiento de la eficacia y la eficiencia, como una relación entre estos dos términos para evaluar que tan acertados son los resultados y la cantidad de recursos que son necesarios.

Se lo explica también como un balance existente entre los efectos deseados y los efectos no deseados durante el consumo del producto, obviamente esto significa que hablando de efectos positivos y negativos en el producto uno será para el proveedor y otro será para el cliente, o viceversa. Entonces se habla de la efectividad como un balance, para tener como resultado final una relación ganar-ganar con respecto a los resultados obtenidos con el producto o servicio que se entrega al cliente.

2.9 KPI

Key Performance Indicators o también conocidos como medidores de gestión, son valores que se obtienen de las mediciones del rendimiento de diferentes tipos de puntos, existen muchos tipos de medidores de gestión, según el tipo de organización en que nos encontremos.

Para la aplicación en el proyecto, uno de los principales medidores de gestión o KPI con el que se va a interactuar es el Downtime:

Downtime es la para de una línea de producción y esto puede ocurrir por diferentes motivos como, el mal abastecimiento de la materia prima, mal mantenimiento, o un problema mecánico inesperado, etc. Pero todo esto puede incurrir en costos financieros y de productividad además del uso inefectivo e ineficiente de los recursos, como el desperdicio de material y de energía, que definitivamente tendrá un costo para la organización. (Stricker, Micali, Dornfeld, & Lanza, 2017)

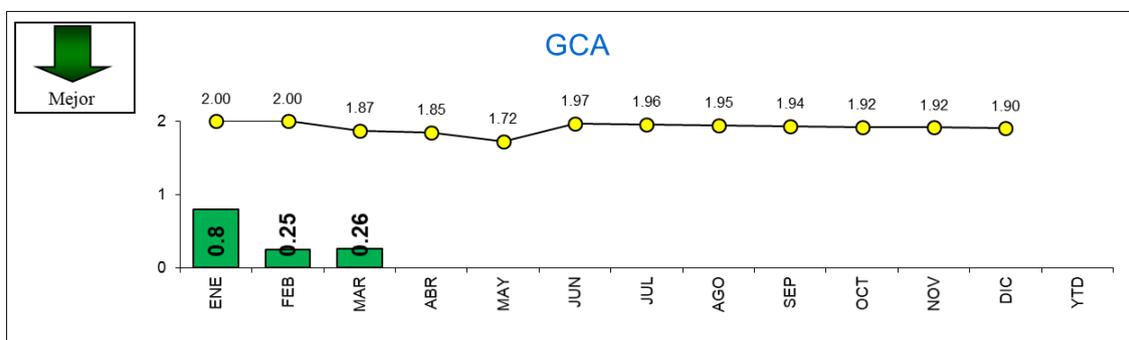


Figura 13. Diagrama GCA.

2.10 Línea de producción

Una línea de ensamble es un sistema continuo de producción con un flujo de trabajo secuencial, el mismo que es usado para la producción en masa. En muchos de los casos se realiza producción en mezcla, lo que quiere decir que por la misma línea de ensamblaje se pueden producir diferentes productos, pero estos deben estar relacionados entre sí, algo similar a una misma familia de productos. (Raj et al., 2016)

2.11 Productividad

La productividad es concebida como “la relación entre los resultados obtenidos con los recursos utilizados” (Baca, 2014). Es decir, este valor es una relación

de salidas vs las entradas que se obtuvo, y el afán de utilizar esta medición es poder tener control sobre lo que se obtuvo después de haber sido transformado en relación con lo que se introdujo al sistema.

Este medidor puede ser muy útil para el momento del análisis del estado de la organización o de la línea de producción porque en el momento en que se obtenga un histórico, es muy fácil observar el avance de la productividad, el mismo que indica si se está cumpliendo las metas que fueron planteadas por la organización, además de que indica que su producción es correcta, de que se está obteniendo los justo según la inversión que se ha realizado.

La productividad se puede calcular de manera adimensional, ya que, al tener el concepto de la relación de salidas con las entradas, ya no se restringe esto solamente entre resultados con recursos, sino, se puede expresar cantidades monetarias, tiempo y recursos. Lo cual es muy favorable para una organización ya sea que esta realice manufactura o procesos.

Algunas de las formas más conocidas de usar este medidor son:

(Ecuación 3)

$$P = \frac{\text{volumen de resultados obtenidos}}{\text{Volumen de insumos utilizados}}$$

$$P = \frac{\text{Volumen de producción}}{\text{Número de trabajadores}}$$

Pero visto desde una manera más general y entendiendo que la organización cumple con un proceso, que consta de inputs y outputs después de agregar valor, por lo tanto, tendríamos:

$$P = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

Se debe tener en cuenta que la productividad tiene sus limitaciones, sobre todo cuando la organización está en búsqueda de la optimización y crecimiento en esta medición, la productividad con su concepción simple no mapea algunas variables como son, la producción, ya que una manera fácil de mejorar la productividad sería solamente aumentar la producción de la planta, lo que incurre en mayor inversión. Además, tampoco toma en cuenta la calidad con la que deben ser entregados los productos o servicios que ofrece la organización. Por otro lado, también es muy fácil solamente reducir el número de empleados que se necesitan para cumplir con la demanda, pero no se toma en cuenta la carga de trabajo y de nuevo la calidad del producto final. (Baca, 2014)

2.12 Manejo de materiales

El manejo de materiales puede ser definido como:

Una actividad que pone un énfasis en el movimiento de materiales de una localidad a otra, ya sea dentro de una planta, o desde el proveedor hasta la planta, existen muchas posibilidades. Siendo la meta o el problema principal a solucionar el método de transporte a usar para el movimiento del material entre estas localidades.

(Biasca, 2006)

También se la puede ver como:

Una manera más integradora como para tomar en cuenta todas las interrelaciones necesarias que existen para el movimiento de los materiales entre diferentes puntos y lo que sucede antes y después para que esto suceda, es decir el análisis de todos los problemas que pueda conllevar este movimiento de material, pensando en las necesidades existentes.

(Biasca, 2006)

Y finalmente de una manera muy sistémica, tal como:

El manejo de materiales se realiza considerando todas las actividades que puedan existir desde el punto de cómo se abastecerá este productor hasta el consumidor, y para esto debe existir un análisis de todos los detalles, como las mejores rutas, los mejores costos del movimiento del material, el adecuado tipo de empaque para el producto y ara la materia prima, todo lo relacionado, para que el siguiente proceso se facilita tanto antes de que se reciba el material, como para cuando va a ser entregado a un cliente, ya sea externo o interno.

(Biasca, 2006)

Los principios del manejo de materiales propuestos por Biasca (2006) son:

- Planeamiento
Las actividades de movimientos y almacenaje de todo tipo de materiales, deben ser planificados para obtener la mayor eficacia posible, o máxima en un proceso ideal.
- Sistemas
Se debe incluir la mayor cantidad de actividades relacionadas al manejo de los materiales, obviamente la cantidad que sea capaz de gestionar la empresa, según los procesos que tenga la misma.
- Flujos
La secuencia de operaciones y los layouts deben ser establecidos para optimizar y facilitar el flujo de los materiales.
- Simplificación
El contacto de los materiales debe ser el mínimo, para garantizar que la materia prima o el producto final se mantenga de la manera que debe, y esto se logra combinando movimientos y eliminando equipos innecesarios.
- Estandarización

Deben estar estandarizados todos los métodos y equipos que se necesitan para el movimiento del material, y así asegurar que se cumplan estos procesos de manera adecuada sin afectar o modificar al producto que se está movilizandoo.

2.13 Abastecimiento

Abastecimiento en relación a la logística

Es la parte que se encarga de la planificación, implementación y control de un correcto flujo efectivo ya de materiales, además el almacenamiento de estos bienes o servicios y su información, los cuales relaciones la fuente de estos con sus puntos de consumo, con el fin de satisfacer de manera adecuada y en el momento perfecto las necesidades del cliente.(Leenders Flynn, 2012)

Administración de la cadena de suministro

La gestión de una cadena de abastecimiento en una organización busca crear y llevar a cabo procesos que funcionan de manera perfecta en el ámbito de entregar las “materias primas” para la empresa ya sean bienes o servicios, buscando siempre que estos procesos añadan valor al siguiente proceso, ya sea dentro de la organización o alineando los procesos de sus proveedores con los suyos propios con la finalidad de entender los verdaderos requerimientos del cliente en cuanto a cuando y como quiere recibir su producto. (Leenders Flynn, 2012)

Contribución del abastecimiento

-Operativa Vs Estratégica

En este caso la contribución que tiene el abastecimiento se trata de la mediación entre estos dos puntos muy importantes que existen en las

organizaciones, debido a que la operación siempre busca la prevención de los problemas ya que siempre se encuentra llevando a cabo las actividades, y la estrategia siempre busca maximizar las oportunidades siempre pensando en el futuro proporcionando ventajas competitivas a la organización.

-Directa e Indirecta

Este punto tiene que ver con cómo el abastecimiento ayuda a lograr los objetivos de la organización, directamente se puede hablar que con un abastecimiento bien diseñado se ahorra costos ya que solamente se tiene la materia prima necesaria, e indirectamente mejora el desempeño de otras áreas en una organización ya que ayuda a lograr los objetivos comunes de la empresa.

-Negativa, Neutral y Positiva

Todo depende del diseño de la cadena de suministro que una organización tenga, después en su implementación se comenzará a ver como esta está en caminata, si aporta o no al cumplimiento de los objetivos de la empresa se puede categorizar dentro de estos 3 clusters, obviamente, la implementación y diseño de un abastecimiento adecuando en una empresa busca que su influencia y contribución sea positiva sobre los dominios de la organización.(Leenders Flynn, 2012)

3. CAPITULO III. SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Análisis FODA

Para tener un real conocimiento del proceso y poder plantear una solución adecuada del problema basada en un diagnostico verdadero, en primer lugar, se realizará un análisis FODA del proceso de distribución dentro del área de manejo de materiales, para encontrar los puntos en los cuales sería posible apalancarse como fortalezas, y las oportunidades de mejora existentes.

Tabla 2

Análisis FODA del proceso de distribución en el manejo de materiales.

	Aspectos Internos	Aspectos Externos
Aspectos Positivos	Fortalezas -Conocimiento del mercado -Conocimiento del proceso -Recurso humano motivado -Salarios competitivos -Certificaciones BIQ	Oportunidades -Necesidad del proceso dentro de la planta para agregar valor a la operación del área de ensamble -Líder en cumplimiento de regulaciones globales de la planta
Aspectos Negativos	Debilidades -Capital de trabajo mal utilizado -Cambios en el proceso	Amenazas -Regulaciones desfavorables -Regulaciones de aranceles -Competencia agresiva -Tendencia desfavorable del mercado

Realizando el análisis de la información obtenida en la matriz FODA, se puede identificar una mayor cantidad de aspectos positivos y aunque existen resultados favorables en la operación también se pueden determinar oportunidades de mejora que han sido identificadas en los aspectos negativos, tanto internas como externas.

Ya que este proceso, es totalmente operativo dentro de la parte de manufactura y es un eje fundamental para el normal funcionamiento de la planta de producción, uno de los puntos más importantes que se debe tomar en cuenta es el capital de trabajo subutilizado, es decir las personas que cumplen procesos que no están siendo eficientes, los cambios que se realizan en los procesos, y en cuanto a los aspectos externos, la variabilidad en la legislación de aranceles para importación afecta en un nivel alto al área, y por lo tanto al proceso en de manejo de materiales ya que complica la facilidad del abastecimiento de los materia prima para la planta de producción.

El motivo de porque el capital de trabajo puede está mal utilizado, ya sea subutilizado o sobre utilizado, se debe a que, como fue explicado en el primer capítulo, la planta siempre está buscando la optimización de los procesos lo que significa que la operación siempre se encuentra en un proceso evolutivo o

de mejora continua, en la cual el recurso humano o actualmente llamado capital humano debe ser muy bien controlado, y gracias a estas variaciones es muy fácil encontrar oportunidades de optimización en cuanto al recurso necesario para llevar a cabo el trabajo encomendado al shop.

3.2 Análisis Causal

Para realizar el análisis causal, se hizo un proceso intensivo de observación en la operación durante el desarrollo de los procesos que conforman la distribución de materiales. Teniendo en cuenta las 6M, se encontraron 5 causas principales; Mano de obra, Materiales, Maquinaria, Medidas, Métodos y Medio Ambiente.

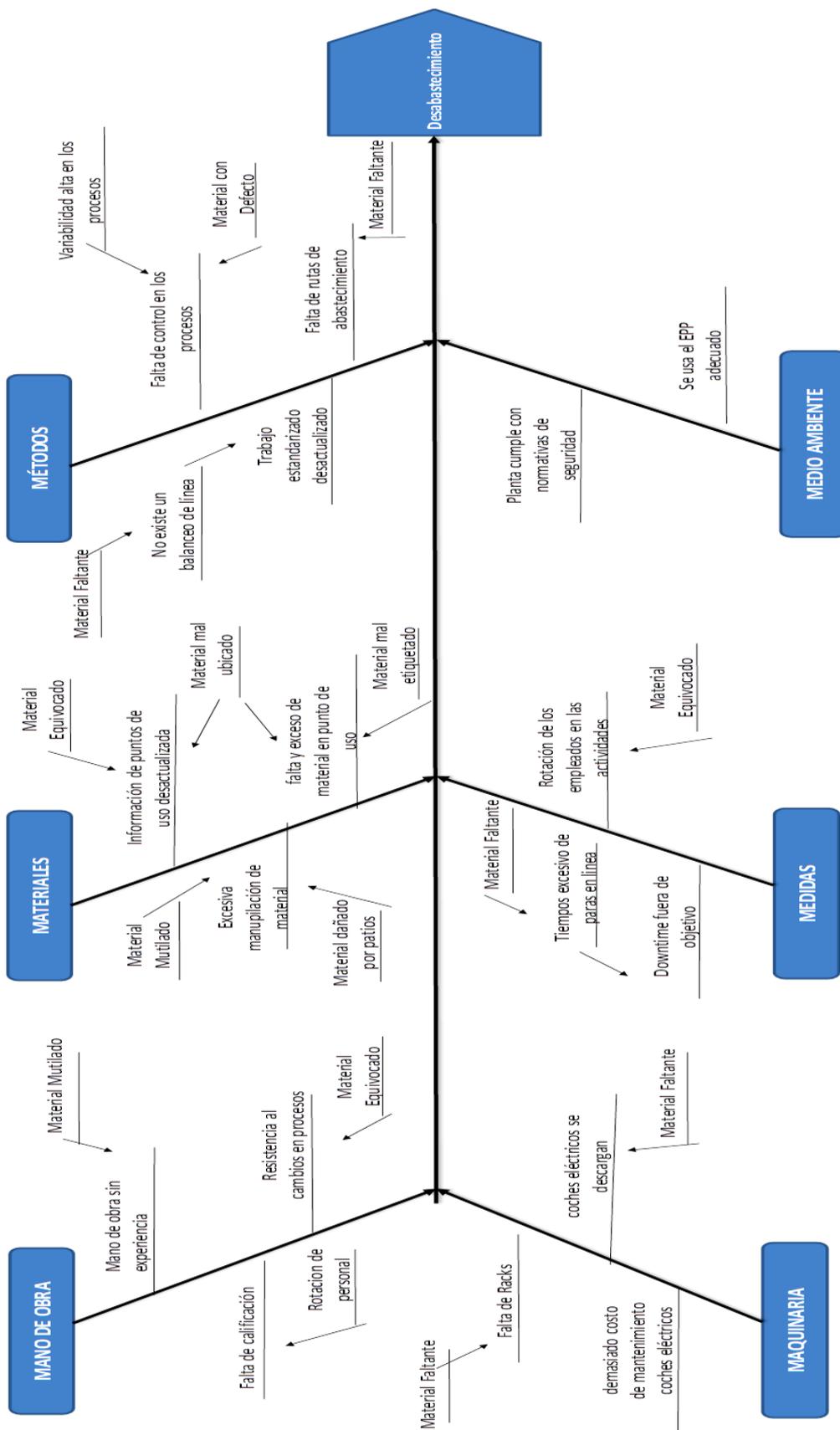


Figura 14. Análisis de calidad en el proceso.

1. **Mano de obra:** Ya que se manejan procesos operativos, las personas encargadas de llevarlas a cabo no están capacitadas de la manera adecuada, y por lo general existe una resistencia al cambio, en un 20% los operarios buscan opciones de mejora y optimización en los procesos debido al programa de sugerencias que existe en la planta, de todos los equipos al menos el 20% de los operarios debe presentar una sugerencia mensual de mejora. Los colaboradores aprenden a realizar su trabajo por el tiempo de experiencia.
2. **Maquinaria:** lo que se usa para este proceso son los coches eléctricos, los cuales llegan a afectar la operación debido a que las baterías se descargan muy rápido, etc. Además, estos coches representan un costo de mantenimiento para el shop, lo cual puede ser un punto para optimizar.
3. **Materiales:** debido a los problemas de operación que generan la mano de obra y la maquinaria, se derivan problemas como excesiva manipulación del material, lo cual significa problemas de calidad en el material entregado, variación en el stock mínimo y máximo que se debe cumplir en los puntos de uso, y la información de los puntos de uso, es decir en que estación se debe entregar cada material en la línea de producción, puede estar desactualizada, lo cual causa demoras.
4. **Medidas:** Esta es una de las M's más importantes ya que son los criterios de medición en los cuales se controla la operación en este caso el medidor que se ve afectado principalmente es el Down time, es decir el tiempo que este proceso de distribución hace que la línea de producción pare, este tiene un objetivo que se controla mensualmente. Además, para controlar el aprendizaje de los operarios, se mide el nivel de rotación de puesto de los colaboradores, con esto se busca que las personas estén capacitadas para todos los puestos de trabajo, pero debido a este mismo plan de rotación los trabajadores no están

capacitados adecuadamente lo cual incurre en el primer problema de mano de obra también.

5. **Métodos:** Principalmente la afectación en la operación se registra debido a que no ha existido un seguimiento adecuado a los métodos ya asignados por la empresa para que los procesos funcionen de manera correcta. El trabajo estandarizado no cuenta con los datos actualizados con los que cumplen los operarios, pese a que es un requerimiento global. Debido a cambios que ha realizado la organización, no se ha actualizado el trabajo estandarizado, esto significa que con una rotación de este nivel los operarios pueden no estar totalmente seguros de lo que deben realizar, y así comienzan los problemas de abastecimiento en los puntos de uso. No existe una pared de balanceo actualizada de los procesos, por lo tanto, no hay un control real de la operación, ni de la distribución de cargas de trabajo.

6. **Medio Ambiente:** En cuanto a medio ambiente, no existen problemáticas que afecten al proceso operativo tanto del área de manejo de materiales como al proceso de distribución, ya que se cumple con toda la normativa necesaria en cuanto a ambiente y a seguridad industrial necesaria.

En base a estas principales y potenciales causas, a lo largo de este capítulo se obtendrá y presentará los datos de la operación en la actualidad. Con el fin de comprender los procesos que se llevan a cabo y así tener claridad de las falencias existentes en la operación, las cuales estarán respaldadas por las mediciones que se realicen en los procesos.

Con el afán de encontrar los problemas más recurrentes en la línea de producción, y además analizando en general los procesos que cumple el área de manejo de materiales. Por un mes se recolectó los datos de todos aquellos casos que generan paras o retrasos en la operación del shop de ensamble por medio de los procesos de manejo de materiales.

Tabla 3
Factores de retraso en la producción.

Tipo	Frecuencia (#)	Frecuencia (%)	% Acumulado
Material Faltante	69	32%	32%
material mutilado	60	28%	60%
Material Equivocado	24	11%	71%
mala ubicación (racks, vagones, cartones cajas)	13	6%	77%
exceso de material	11	5%	82%
Daño patios	7	3%	85%
mal etiquetado	5	2%	88%
Daño línea	5	2%	90%
limpieza y mantenimiento de Kit Car	4	2%	92%
Defecto de calidad	4	2%	94%
material mal manipulado	3	1%	95%
falla calidad	3	1%	96%
Daño por Kit Car	3	1%	98%
Material Dañado	2	1%	99%
Daño transporte	1	0%	99%
material con defecto	1	0%	100%
mala ubicación	1	0%	100%

Toda esta información se obtuvo de las bitácoras que cada uno de los equipos de trabajo debe llenar diariamente con la información de las novedades existentes, siempre en conjunto con el afectado debido a estas fallas y el equipo causante.

En este caso el análisis se lo realiza a la frecuencia de repeticiones que existen en cada una de las causas, más no el tiempo de parar que estos han generado, ya que en muchos casos el área de manejo de materiales puede manejar y solucionar los problemas presentados sin generar paras, todo esto se logra gracias al sistema ANDON que posee la línea de producción.

A continuación, se usará la técnica de Pareto, para elegir los causales con mayor repetición y de esta manera analizar el porqué de estos problemas en la línea de producción.

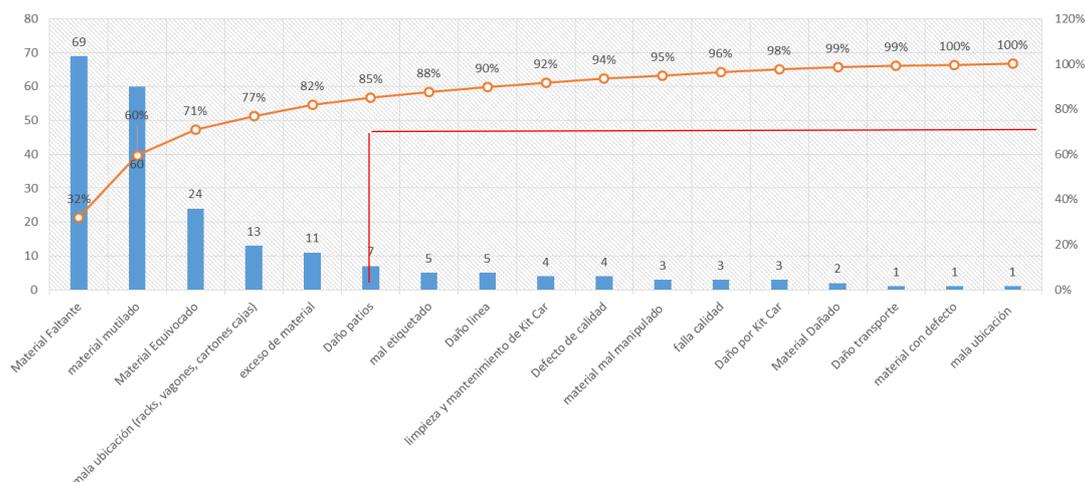


Figura 15. Diagrama de Pareto de los factores que retrasan la producción.

Estos fueron los tops encontrados en el Pareto, existen 5 problemáticas principales que generan variaciones de la operación normal del Shop de manejo de materiales, entre estas encontramos: Material faltante, Material Mutilado, Material Equivocado, Mala ubicación y Exceso de material.

Como se comentó anteriormente, estos tops pueden afectar a todos los procesos del área de manejo de materiales, por lo tanto, los causales más importantes han sido escogidos ya que causan un impacto en el proceso de distribución el mismo que será estudiado en este proyecto, y así identificar sus causas raíces.

Para el proceso de distribución las causas que entran dentro del 80% del Pareto son:

- 1- Material Mutilado:** Existe un alto nivel de repetición de material mutilado, esto pasa debido a la falta de control sobre los procesos de cada uno de los operarios de coches eléctricos, es decir, existe siempre la búsqueda de agregar valor al proceso de ensamble por lo tanto se añade más material en los Kit Cars entregados por distribución a la línea de producción y por la falta de control, ya sea de tiempos de entrega o de orden en el Kit Car, estos materiales tienen mutilaciones, lo que genera re trabajos.

- 2- Mala ubicación:** Este punto se refiere en exclusiva a que los cocheros no ubican de manera adecuada los racks o vagones que son transportados en el área de operación de materiales hasta la línea de ensamblaje, esto no solamente representa tiempos muertos en la operación o desperdicios, sino también es una medida de inseguridad tanto como para equipos móviles, peatones y operarios.

- 3- Exceso de material:** Este exceso, concuerda con los problemas que se busca terminar, por lo tanto, corrobora con los objetivos del presente proyecto. La falta de planificación y paredes de balanceo en los procesos crean esta variabilidad y la falta de asertividad en el abastecimiento de materiales, después viene la falta de tiempo para completar los procesos.

3.3 Levantamiento del proceso

Para dar continuidad a la búsqueda de soluciones es importante conocer como funciona el proceso de Distribución, y en específico como funciona su operación en la línea de producción de autos sin chasis, en la cual se busca realizar la implementación.

El diagrama de flujo de los procesos productivos en la planta de producción se muestra en la figura 15:

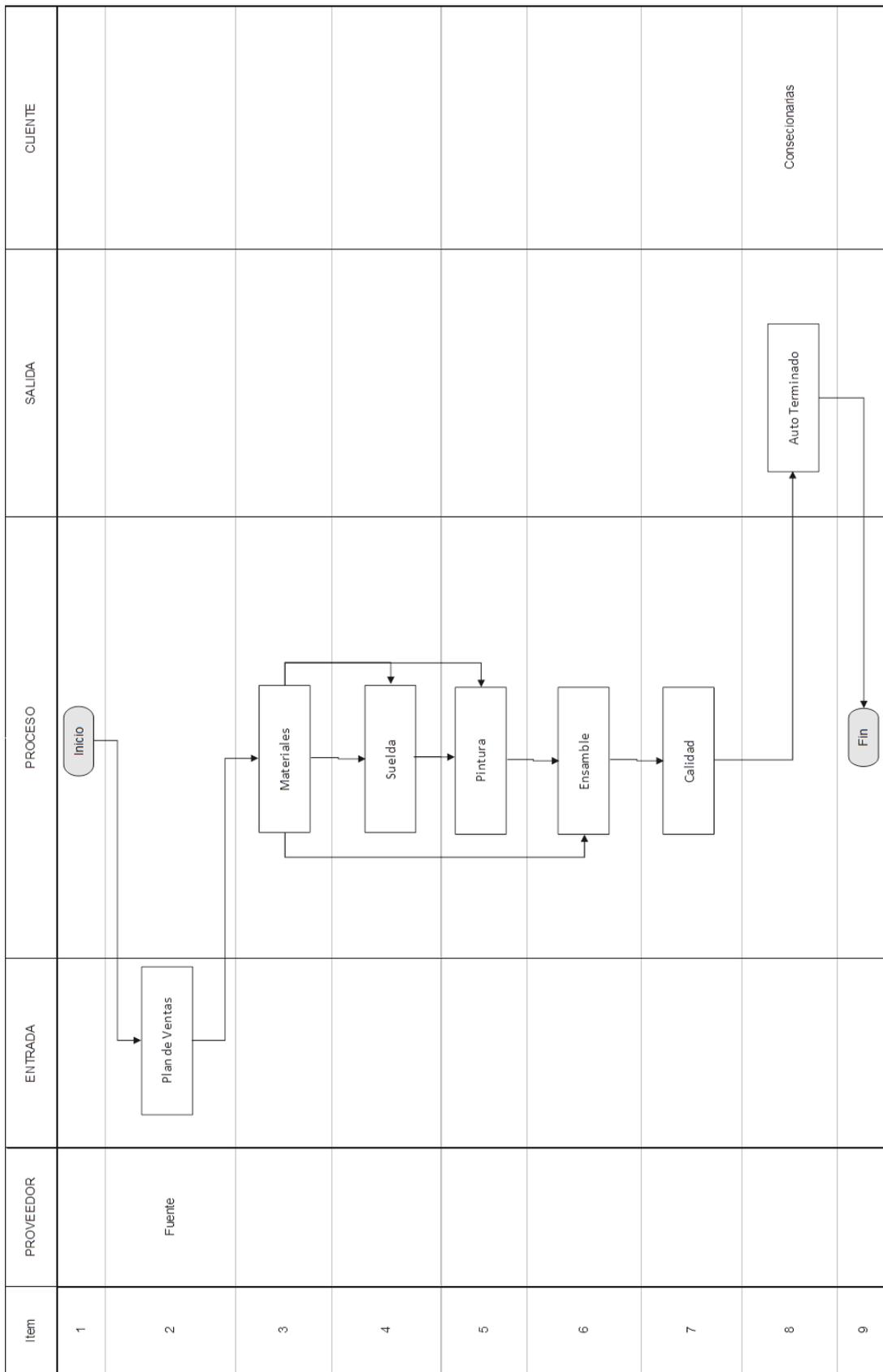


Figura 16. Diagrama de los procesos productivos.

El diagrama para el shop de Manejo de materiales se muestra en la figura 16:

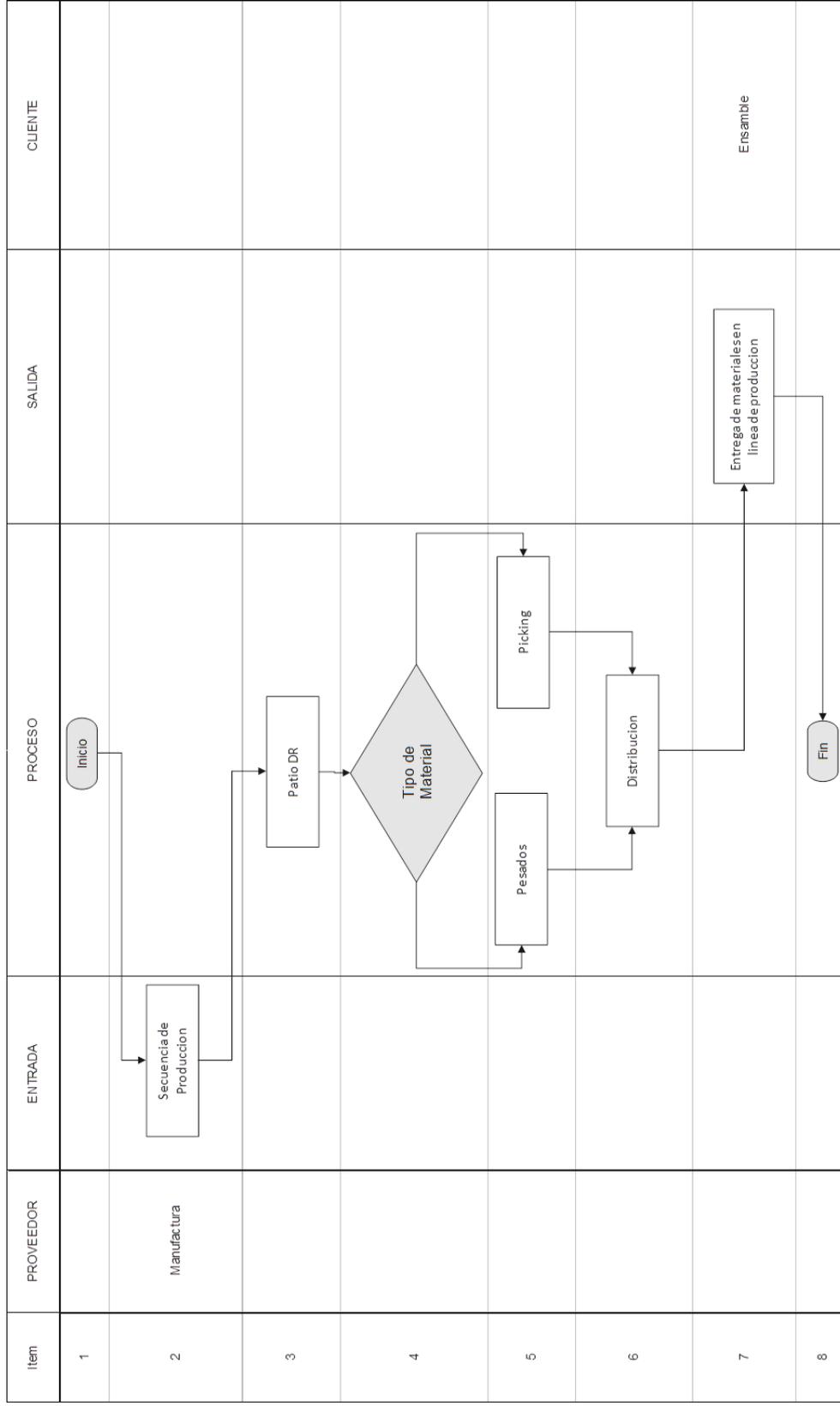


Figura 17. Diagrama de flujo del manejo de materiales.

Diagrama de flujo del proceso de distribución se muestra en la figura 18:

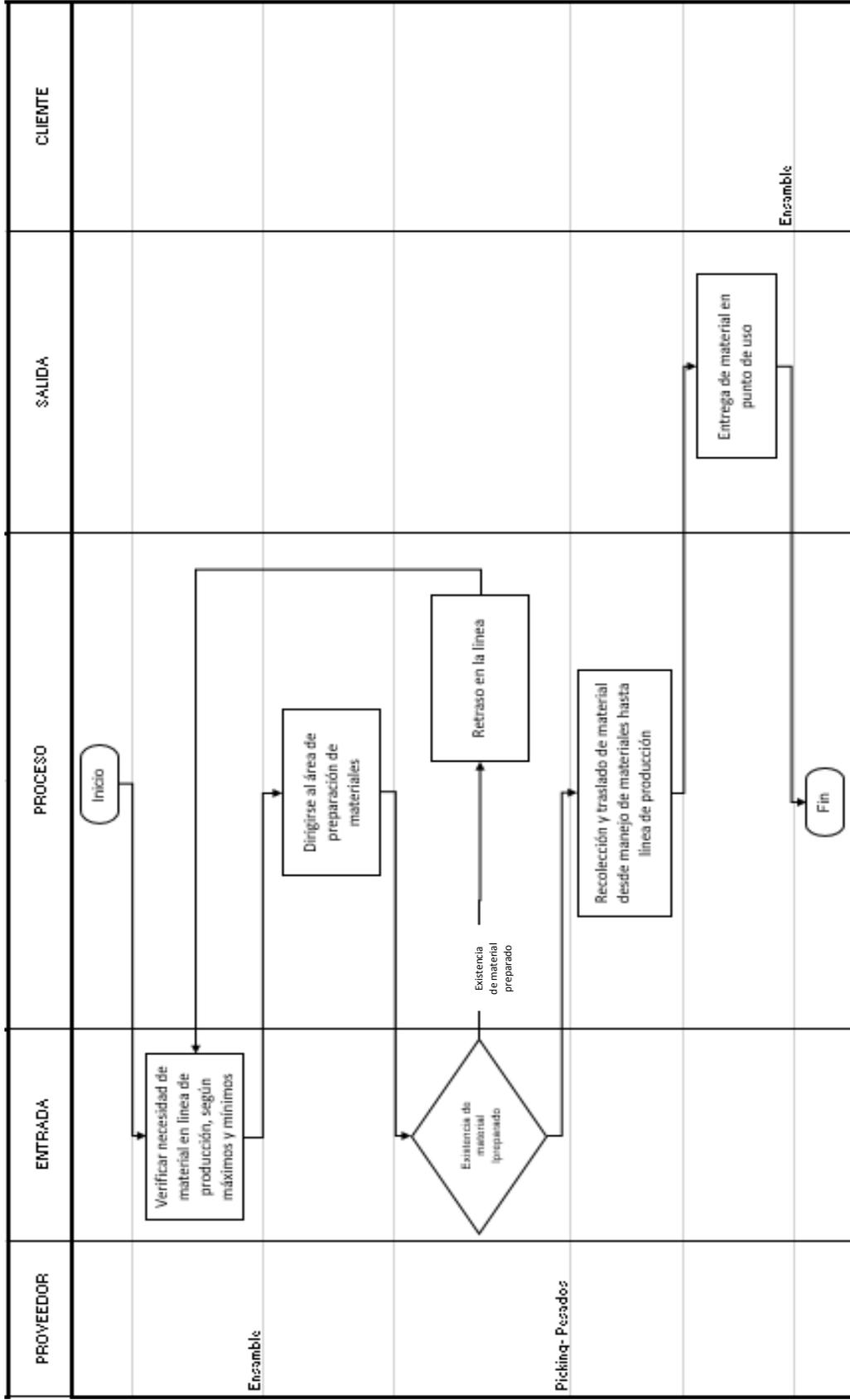


Figura 18. Diagrama del proceso de distribución.

En base a este último diagrama, se especifica el proceso que debe cumplir cada uno de los colaboradores que pertenecen al equipo de distribución, es decir todos los operarios tienen que realizar el mismo proceso, aunque con diferentes tipos de materiales y diferentes rutas para cada una de los puntos de uso dentro de la línea de producción, las rutas serán especificadas en el desarrollo de este capítulo.

La línea de producción de autos sin chasis cuenta con diferentes procesos, todos especificados a continuación:

-Trim (Kit Car 1): Es la primera parte de la línea, donde se usan todos aquellos materiales incluidos en el kit car 1.

-Trim (Kit Car 2): Es la parte intermedia de la línea, donde se usan todos aquellos materiales incluidos en el kit car 2.

-Final (Kit Car 3) Es la última parte de la línea, donde se usan todos aquellos materiales incluidos en el kit car 3.

-Sub Ensamble motores: Esta es una línea pequeña de producción, en la cual se ensambla el motor, para después ser añadido al auto.

-Sub Ensamble tableros: Esta área es la encargada del ensamblaje de tableros, los mismos que después de ser ensamblados, se llevan a la línea de producción en el primer tramo de Trim.

-Sub Ensamble comunes: este sub ensamble está encargado del armado de techos, frenos ABS, etc. Y se encuentra fuera de la línea principal de ensamblaje.

-Power Trim: También conocido como matrimonio, es el lugar donde se anexa la carrocería con el motor.

-Polímeros: Es el área encargada del procesamiento de las partes plásticas que deben ser pintadas y ensambladas en el auto.

-Tornillerías: es el área específica donde se preparan todos los tornillos, tuercas y demás materiales de pequeño tamaño para entregarse en la línea. Para mayor comprensión del problema se ha dividido estos procesos en dos tramos.

Tabla 4

Tramos de la línea de producción.

Tramo 1	Tramo 2
Kit Car 1	Kit Car 2
Sub Ensamble Motores	Kit Car 3
Sub Ensamble tableros	Sub ensamble comunes
Power Trim	Polímeros
Tornillerías	Tornillerías

Según esta necesidad de dividir esta línea de producción de autos sin chasis, en dos tramos en los que constan todos los procesos que deben ser realizados por los operadores, a continuación tenemos el layout de la planta de producción con sus identificaciones necesarias.

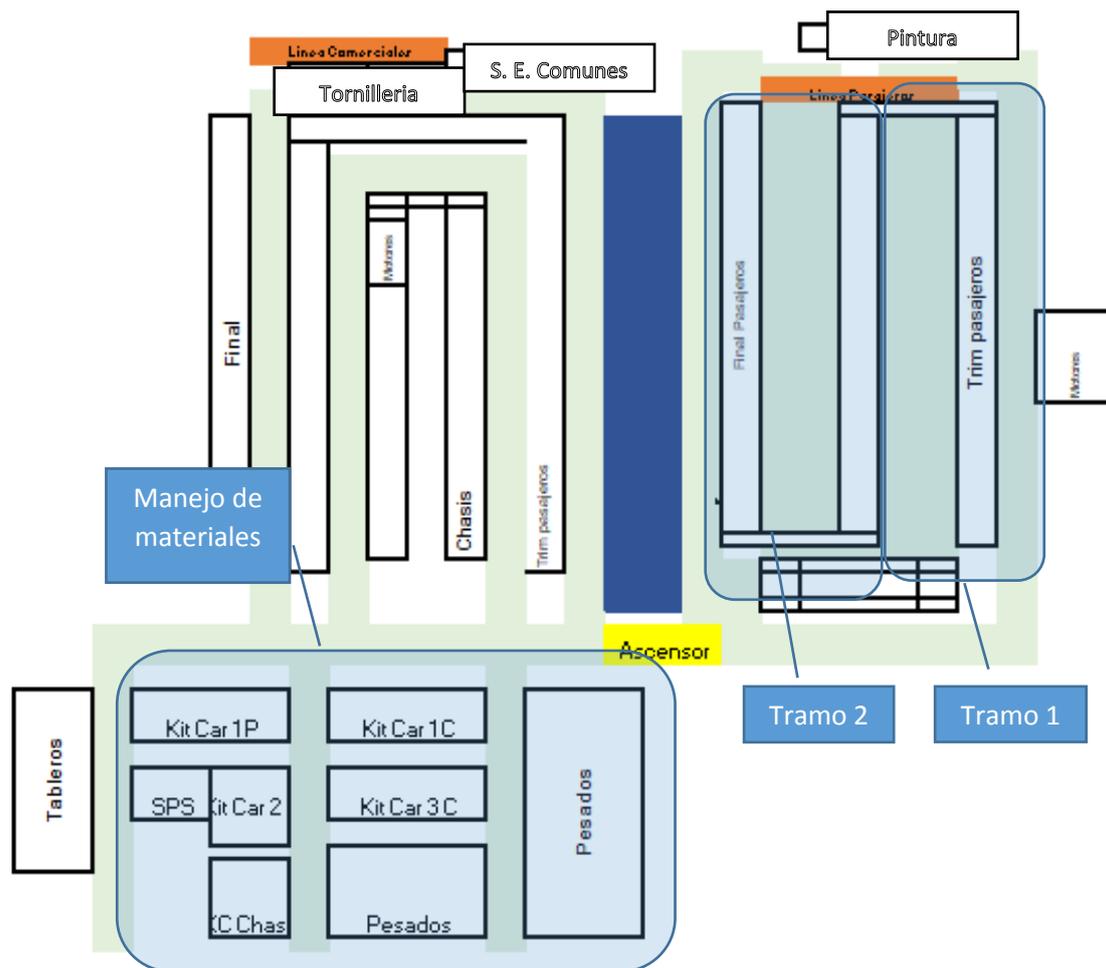


Figura 19. Esquema de la línea de producción.

3.4 Descripción del proceso

El proceso en el cual se va a realizar el estudio consta de 7 personas en total y 7 coches que ayudan al transporte del material a la línea de producción.

Cada uno de los operarios cumple con casi el mismo proceso, sin importar las actividades que deba cumplir cada uno de los colaboradores de este equipo de trabajo, todos están encargados de manejar un coche eléctrico y entregar el material en la ubicación en la que cada uno de los materiales es designado.

Los operarios no deben preocuparse por los cambios en los materiales, ya que las actualizaciones tanto de ubicaciones como cantidades son actualizadas y cascadeadas por otros miembros de la organización.

Los operarios deben estar capacitados para cumplir su puesto de trabajo en cualquiera de las plataformas que ingresan a la línea de producción. La secuencia de producción es el mecanismo que dicta el orden de producción, y se da a conocer cada semana a los operarios.

Todos los equipos de trabajo, incluyendo, el equipo de distribución debe cumplir con rotaciones de los puestos de trabajo, de hecho, durante el tiempo que se aplicará el este estudio se realizará una rotación de los puestos para los operarios. Y este cambio no debe suponer ningún tipo de problema para la aplicación de cualquier tipo de mejora u optimización, ya que las rotaciones de puestos permiten que los operarios lleguen a estar capacitados de realizar las operaciones de cualquier proceso

Tramo 1

En el tramo 1 de la línea de producción se constató que existen 3 personas realizando los procesos de la manera más equitativa posible, aunque no existía un estudio actualizado de la división de cargas de trabajo adecuadas para los operarios, sin un análisis de tiempos no es acertado decir que los procesos estaban divididos de manera correcta.

Los procesos son el abastecimiento de:

- Kit Car 1
- Motores y Tableros
- Power Trim

Kit Car 1

El tramo de Kit Car 1 comprende 3 rutas diferentes, las mismas que son usadas para el abastecimiento de Kit Car 1 con sus entregas extras como son el rack SPS (Set Part System, son materiales listos para en ensamblaje) y material valorado.

Cabe recalcar que este es un proceso muy importante ya que este material es entregado en la primera estación de la línea de producción, por lo tanto, un retraso en la entrega de estos materiales y la línea completa puede verse afectada.

Tabla 5
Operaciones del proceso Kit Car 1.

#	Kit Car 1 Tarea:	Operacion	Transporte	Inspeccion	Demora	Almacenamiento
1	Recoger KC lleno	○	⇒	□	D	▽
2	trayecto	○	⇒			
3	Descarga KC lleno en linea					▽
4	trayecto		⇒			
5	Carga KC vacio	○	⇒			
6	Trayecto		⇒			
7	Descarga KC vacio en linea mat					▽
8	Recoger KC llenos	○	⇒			
9	trayecto		⇒			
10	descargar KC llenos					▽
11	recoger SPS vacios motores	○	⇒			
12	Recoger Kit Car vacios	○	⇒			
13	Trayecto		⇒			
14	Descargar KC vacios linea					▽
15	descargar SPS vaciosmotores					▽
16	cargar KC armado	○	⇒			
17	Trayecto		⇒			
18	Descargar KC en TA01					▽
19	Entrega de valorados			□		
20	Carga KC vacios	○	⇒			
21	trayecto		⇒			
22	descarga KC vacios					▽

Un lote de producción es de 24 unidades, y para este proceso en específico el coche eléctrico debe realizar 6 viajes cargado con 4 Kit Car por viaje, este es el único proceso de abastecimiento de Kit Car que se transporta únicamente 4 de ellos, pero esto sucede debido a que existen limitaciones en el movimiento del material. Una de estas es el uso del elevador debido a que la zona de preparación de Kit Car se encuentra un nivel más abajo que la línea de producción de autos sin chasis, y además se debe dar una curva bastante cerrada justo en el lugar donde se entrega el material.



Figura 20. Espacio de preparación del Kit Car.



Figura 21. Línea de producción.

Motores y Tableros

El tramo de Motores y tableros comprende 4 rutas distintas, las mismas que son usadas para el abastecimiento de plataformas de motores vacías y llenas, SPS para el sub ensamble de motores y finalmente tableros.

Tabla 6
Operaciones en el tramo de motores y tableros.

	Motores y Tableros	Operacion	Transporte	Inspeccion	Demora	Almacenamiento
#	Tarea:	○	⇒	□	D	▽
1	Carga Plat motores	○				
2	Trayecto		⇒			
3	Descarga plat moto, y carga					▽
4	Trayecto		⇒			
5	Descarga plat vacia mot					▽
6	Carga plataforma llena	○				
7	Trayecto		⇒			
8	Descarga plat llena, recoge					▽
9	Trayecto		⇒			
10	Descarga plat vacia					▽
11	Carga plataforma llena cajas	○				
12	Trayecto		⇒			
13	Descarga plat llena, recoge					▽
14	Trayecto		⇒			
15	Descarga plat vacia					▽
16	Carga SPS motores	○				
17	Carga tableros	○				
18	trayecto		⇒			
19	Entrega tableros					▽
20	Entrega SPS mot					▽
21	Carga tab vacios	○				
22	trayecto		⇒			
23	descarga tab vacios					▽

Power Trim

El tramo de Power Trim comprende 6 rutas distintas, las mismas que son usadas para el abastecimiento de todo el sub ensamble llamado “matrimonio” es decir el motor y los ejes con el fuselaje del auto.

Tabla 7
Operaciones del proceso Power Trim.

	Power Trim	Operacion	Transporte	Inspeccion	Demora	Almacenamiento
#	Tarea:	○	⇒	□	D	▽
1	Retirar motores de SEM	○				
2	trayecto		⇒			
3	Descargar motores					▽
4	trayecto		⇒			
5	Recoger vagon PT	○				▽
6	Ubicar material vagon			□		
7	Recoger RE vacios	○				
8	trayecto		⇒			
9	Descargar vacios y recoger RE					▽
10	trayecto		⇒			
11	Descarga en power trim					▽
12	Trayecto a tornilleria		⇒			
13	Retirar tornilleria	○				
14	Trayecto		⇒			
15	Descargar tornilleria					▽
16	Trayecto SE moto-pesa		⇒			
17	Carga racks especiales	○				
18	trayecto		⇒			
19	entrega rack subensamble					▽
20	Trayecto pesados motores		⇒			
21	Recoger tapiceria	○				
22	trayecto		⇒			
23	Entregar racks especiales					▽

Tramo 2

Contiene los procesos de abastecimiento de:

- Kit Car 2-3
- Final
- Distribución trim
- Sub ensamble comunes

Kit Car 2-3

El tramo de Kit Car 1 comprende 2 rutas diferentes, las mismas que son usadas para el abastecimiento de Kit Car 2 y 3 tanto armados como después de haber sido usadas en la línea de producción.

Tabla 8
Operaciones del proceso Kit Car 2 y 3.

	Kit Car 2-3	Operacion	Transporte	Inspeccion	Demora	Almacenamiento
#	Tarea:	○	⇒	□	D	▽
1	Carga Kit Car 3 armado	○				
2	trayecto		⇒			
3	Descarga Kit Car 3 armados					▽
4	Trayecto		⇒			
5	Carga Kit Car 3 vacios	○				▽
6	trayecto		⇒			
7	Descarga Kit Car 3 vacios					▽
8	trayecto		⇒			
9	Carga Kit Car 2 armado	○				
10	trayecto mat-linea		⇒			
11	Descarga Kit Car 2 armado					▽
12	trayecto KC2 lleno-KC2vacio		⇒			
13	Carga Kit Car 2 vacio	○				
14	trayecto Linea-Materiales		⇒			
15	Descarga kit Car 2 vacio					▽
16	trayecto a KC3 armado		⇒			

Final

El tramo de Final comprende 4 rutas diferentes, las mismas que son usadas para el abastecimiento de tornillerías, bumpers, coches y racks especiales tanques de combustible, etc.

Tabla 9
Operaciones del tramo final.

	Final	Operacion	Transporte	Inspeccion	Demora	Almacenamiento
#	Tarea:	○	⇒	□	D	▽
1	repartir material coches	○				
2	trayecto		⇒			
3	Cargar Kit Car 2 vacio	○				
4	Trayecto		⇒			
5	Entregar Kit Car 2 vacio					▽
6	Carga bumpers vacios	○				
7	trayecto		⇒			
8	descarga bumpersy recoger					▽
9	trayecto		⇒			
10	Entrega bumpers llenos					▽
11	Cargar tanques, coches y racks	○				
12	Trayecto		⇒			
13	descargar tanques, coches y					▽
14	trayecto		⇒			
15	Cargar tornilleria	○				
16	Trayecto		⇒			
17	Entregar tornilleria	○				

Distribución Trim

El tramo de distribución Trim comprende 4 rutas diferentes, las mismas que son usadas para el abastecimiento de todos los materiales de las primeras 19 estaciones de la línea de producción las cuales están compuestas por Harness, cauchos, bumpers posteriores, etc.

Tabla 10
Operaciones de la distribución Trim.

	Distribucion Trim	Operacion	Transporte	Inspeccion	Demora	Almacenamiento
#	Tarea:	○	⇒	□	D	▽
1	Trayecto pesados-trim		⇒			
2	entregar vagon					▽
3	entregar vagon cauchos	○		□		
4	entregar vagon harness	○		□		
5	Trayecto		⇒			
6	Descarga vagones vacios					▽
7	Carga racks bumpers vacios	○				
8	Trayecto		⇒			
9	Carga racks bumpers llenos	○				
10	Trayecto		⇒			
11	Entrega Racks Bumpers					▽
12	Carga RE y CE	○				
13	Trayecto		⇒			
14	Decarga RE y CE					▽
15	Trayecto a materiales		⇒			
16	Trayecto a tornilleria		⇒			
17	Recoge Tornilleria y entrega	○				
18	Trayecto		⇒			

Sub Ensamble Comunes

El tramo de Sub Ensamble comunes comprende 5 rutas distintas, las mismas que son usadas para el abastecimiento de todos los materiales de un área en específica que está encargada de ensamblar partes, debido a que su proceso conlleva mucho más tiempo del que es necesario para cumplir el tiempo de ciclo de cada estación. Este proceso tiene más rutas debido a que se lleva muchos tipos de materiales distintos en cantidades menores que los de la línea.

Tabla 11
Operaciones del sub Ensamble.

	Sub Ensamble Comunes	Operacion	Transporte	Inspeccion	Demora	Almacenamiento
#	Tarea:	○	⇒	□	D	▽
1	Carga Vagon subensambles	○	⇒	□	D	▽
2	trayecto Pesados- SEC	○	⇒			
3	Descarga y desempaque vagon					▽
4	Trayecto SEC-Pesados		⇒			
5	Retorno vagon vacio					▽
6	Recoger coches especiales	○				
7	trayecto SEC-linea	○	⇒			
8	descargar coches especiales					▽
9	Trayecto linea-SEC		⇒			
10	Descarga coches especiales					▽
11	trayecto SE-tornilleria		⇒			
12	Recoger tornilleria	○				
13	trayecto		⇒			
14	entregar en subensables					▽
15	Trayecto sub ensamble a mat		⇒			
16	dejar y recoger gabetas vacias				D	
17	entrega striker a abastecimiento	○				
18	Trayecto a sub ensamble		⇒			
19	Recoger racks, cerebros	○				
20	trayecto		⇒			
21	descargar coches especiales					▽
22	Descarga coches especiales					▽
23	trayecto		⇒			
24	Recoger vagon linea care	○				
25	trayecto		⇒			
26	descargar vagon linea care					▽
27	Tiempo de espera para chequeo				D	
28	trayecto		⇒			

3.5 Estudio de tiempos

Se realizó un estudio de tiempos, donde se analizará todos los procesos que se deben cumplir, se podrá observar si la carga de trabajo está distribuida de manera correcta.

Los motivos por los cuales se debe realizar un estudio de tiempos en este proceso son:

-En del proceso de distribución uno de los factores pertinentes para el análisis es el porcentaje de utilización de los equipos móviles. Actualmente el uso de los equipos es del 66% y los valores aceptables varían entre el 90% y 100% (ideal)



Figura 22. Equipo eléctrico móvil.

-EL proceso de distribución posee 7 coches eléctricos en uso actualmente.

-El uso de estos equipo, significan costos de mantenimiento, y de su uso per sé.

-El área de finanzas conjuntamente con el shop realizan un forecasting de costos, el cual indica que el area de materiales tiene un target de reduccion del 5% en costos por uso de equipos moviles para el año 2018.

- Los flujos estan realizados en base a la hoja de tiempos que manejan las líneas de producción y todos los subensambles, y bajo este precepto se generan paras de down time en las líneas, en el caso de que los procesos no cumplan con estos tiempos. (Los flujos mal realizados generan paras downtime)

Tabla 11
Tiempos de la línea de producción.

	DEMANDA TT(Unidades a producir por turno)	Tiempo ideal operación (Takt Time) segundos	Minutos PARAS/día	Up Time %	Distancia Estación metros	Metro / min (solo en líneas móviles)	Unidades / hora Demandas as TT	Down Time	Over speed %	TT (min)	uni / día TT
Trim Pasajeros	82	212	23	92.0%	6.00	1.8	17.0	8.0%	8.70%	3.54	82
Power train Pasajeros	82	212	23	92.0%	6.00	1.8	17.0	8.0%	8.70%	3.54	82
Final Pasajeros	82	212	23	92.0%	6.00	1.8	17.0	8.0%	8.70%	3.54	82
Subensamble de tableros	120	230	37	92.0%	N/A	NA	15.7	8.0%	8.70%	3.83	120
Alineadora - Prueba Agua	120	230	37	92.0%	6.00	1.7	15.7	8.0%	8.70%	3.83	120
Línea CARE	120	230	37	92.0%	6.00	1.7	15.7	8.0%	8.70%	3.83	120

(Ecuación 4)

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda}$$

$$Takt\ Time = \frac{84.96\ min}{24\ unid}$$

$$Takt\ Time = 3.54\ min/unid$$

$$Takt\ Time\ por\ Lote = 3.54\ \frac{min}{unid} \times 24\ \frac{unid}{lote}$$

$$Takt\ Time\ por\ lote = 84.96\ min/lote$$

-Como un ejemplo; cada viaje de cochero con Kit Car 1 desde la producción de materiales hasta la línea de pasajeros en vestidura toma 17 minutos, este transporte lleva 4 Kit Cars, con el Takt time de 3.54 min/unidad, la línea consume 4 Kit Cars en 15.6 min, el abastecimiento de distribución con este tiempo no es el adecuado y genera paras.

Nota: Las Hojas de trabajo Estandarizado, son propias de la compañía, por ese motivo se utilizó el formato que se va a observar a continuación. Se añadió ciertos campos como los tiempos normales y corregidos, que eran necesarios para que el estudio de los procesos se lleve a cabo de manera adecuada y eficiente

Kit Car 1

Tabla 12
Operaciones en KC1.

	Mediciones										Moda			Supl. Gen.		TC
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	actv	TN	16%		
Operación	1.53	1.37	1.01	1.37	2.02	1.47	1.37	1.19	1.58	1.39	1.37	75	1.7125	0.274	1.9865	
Recoger KC lleno	2.5	2.22	2.48	1.94	2.4	1.88	2.15	2.4	2.57	2.4	2.40	75	3	0.48	3.48	
Trayecto	2.48	1.76	2.2	2	0.59	1.76	1.46	2.15	1.76	1.89	1.76	75	2.2	0.352	2.552	
Descarga KC lleno en línea	0.19	0.22	0.2	0.15	0.19	0.25	0.2	0.19	0.26	0.3	0.19	75	0.2375	0.038	0.2755	
Trayecto	1.06	0.95	1.28	0.85	0.52	1.12	0.95	0.97	1.1	0.73	0.95	75	1.1875	0.19	1.3775	
Carga KC vacío	1.74	1.3	2.4	1.12	1.53	1.74	1.69	1.81	2.1	1.74	1.74	75	2.175	0.348	2.523	
Trayecto	1.3	1.32	1.31	1.39	1.26	1.15	1.31	1.92	1.48	1.56	1.31	75	1.6375	0.262	1.8995	
Descarga KC vacío en línea mat	1.53	1.58	1.01	2.03	1.4	1.37	1.12	1.52	1.37	1.31	1.37	75	1.7125	0.274	1.9865	
Recoger KC llenos	2.5	2.22	2.4	1.97	2.46	2.15	2.48	2.4	2.66	2.4	2.40	75	3	0.48	3.48	
Trayecto	2.48	0.59	2.2	1.15	1.76	2.59	1.76	1.82	2	2.14	1.76	75	2.2	0.352	2.552	
descargar KC llenos	1	1.81	1.06	1.53	2.06	0.97	2.24	1.81	1.75	1.42	1.81	75	2.2625	0.362	2.6245	
recoger SPS vacíos motores	1.06	0.52	1.28	0.95	1.36	0.95	1.19	0.67	0.95	2.03	0.95	75	1.1875	0.19	1.3775	
Recoger Kit Car vacíos	1.53	1.3	2.4	1.28	1.74	1.66	1.74	1.87	2.15	1.56	1.74	75	2.175	0.348	2.523	
Trayecto	1.3	1.32	1.31	1.39	1.26	1.15	1.31	1.92	1.48	1.56	1.31	75	1.6375	0.262	1.8995	
Descargar KC vacíos línea	1.46	0.55	1.06	1.02	1.31	0.48	0.58	1.02	0.43	1.25	1.02	75	1.275	0.204	1.479	
descargar SPS vacíos motores	1.53	1.58	1.01	2.03	1.4	1.37	1.12	1.52	1.37	1.31	1.37	75	1.7125	0.274	1.9865	
cargar KC armado	2.5	2.22	2.48	1.97	2.46	2.15	2.48	2.4	2.66	2.4	2.48	75	3.1	0.496	3.596	
Trayecto	2.48	0.59	2.2	2	0.63	1.76	1.46	2.15	1.76	1.89	1.76	75	2.2	0.352	2.552	
Descargar KC en TA01	2.74	3.12	3.04	3.53	4.47	3.25	2.87	4.1	3.04	2.56	3.04	75	3.8	0.608	4.408	
Entrega de valorados	1.06	0.52	1.28	0.95	1.36	0.95	1.19	0.67	0.95	2.03	0.95	75	1.1875	0.19	1.3775	
Carga KC vacíos	1.53	1.3	2.4	1.12	1.53	1.74	1.69	1.81	2.1	1.74	1.53	75	1.9125	0.306	2.2185	
Trayecto	1.3	1.32	1.31	1.39	1.26	1.15	1.31	1.92	1.48	1.56	1.31	75	1.6375	0.262	1.8995	
descargar KC vacíos																

Tabla 13
Hojas de tareas estándar en KC1.

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area:			Tiempo Disponible de Operacion:			Realizada por:					
Manejo de materiales						Marco Moran					
Nombre de Operación:			Equipo:		Página:	Fecha:					
Kit Car 1											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitacion de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitacion Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de proteccion personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el area			Capacitación de GMS								
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est: X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	Recoger KC lleno		●	□	⇒	1.37	4	5.48	6.85	7.95
	2	trayecto		○	□	⇒	2.40	4	9.60	12.00	13.92
	3	Descarga KC lleno en linea		○	■	⇒	1.76	4	7.04	8.80	10.21
	4	trayecto		○	□	⇒	0.19	4	0.76	0.95	1.10
	5	Carga KC vacio		○	■	⇒	0.95	4	3.80	4.75	5.51
	6	Trayecto		○	□	⇒	1.74	4	6.96	8.70	10.09
	7	Descarga KC vacio en linea mat		●	□	⇒	1.31	4	5.24	6.55	7.60
	8	Recoger KC llenos		●	□	⇒	1.37	1	1.37	1.71	1.99
	9	trayecto		○	□	⇒	2.40	1	2.40	3.00	3.48
	10	descargar KC llenos		○	■	⇒	1.76	1	1.76	2.20	2.55
	11	recoger SPS vacios motores		○	■	⇒	1.81	1	1.81	2.26	2.62
	12	Recoger Kit Car vacios		○	■	⇒	0.95	1	0.95	1.19	1.38
	13	Trayecto		○	□	⇒	1.74	1	1.74	2.18	2.52
	14	Descargar KC vacios linea		●	□	⇒	1.31	1	1.31	1.64	1.90
	15	descargar SPS vaciosmotores		●	□	⇒	1.02	1	1.02	1.28	1.48
	16	cargar KC armado		●	□	⇒	1.37	1	1.37	1.71	1.99
	17	Trayecto		○	□	⇒	2.48	1	2.48	3.10	3.60
	18	Descargar KC en TA01		○	■	⇒	1.76	1	1.76	2.20	2.55
	19	Entrega de valorados		○	■	⇒	3.04	1	3.04	3.80	4.41
	20	Carga KC vacios		●	□	⇒	0.95	1	0.95	1.19	1.38
	21	trayecto		○	□	⇒	1.53	1	1.53	1.91	2.22
	22	descarga KC vacios		●	□	⇒	1.31	1	1.31	1.64	1.90
									63.68	79.60	92.34

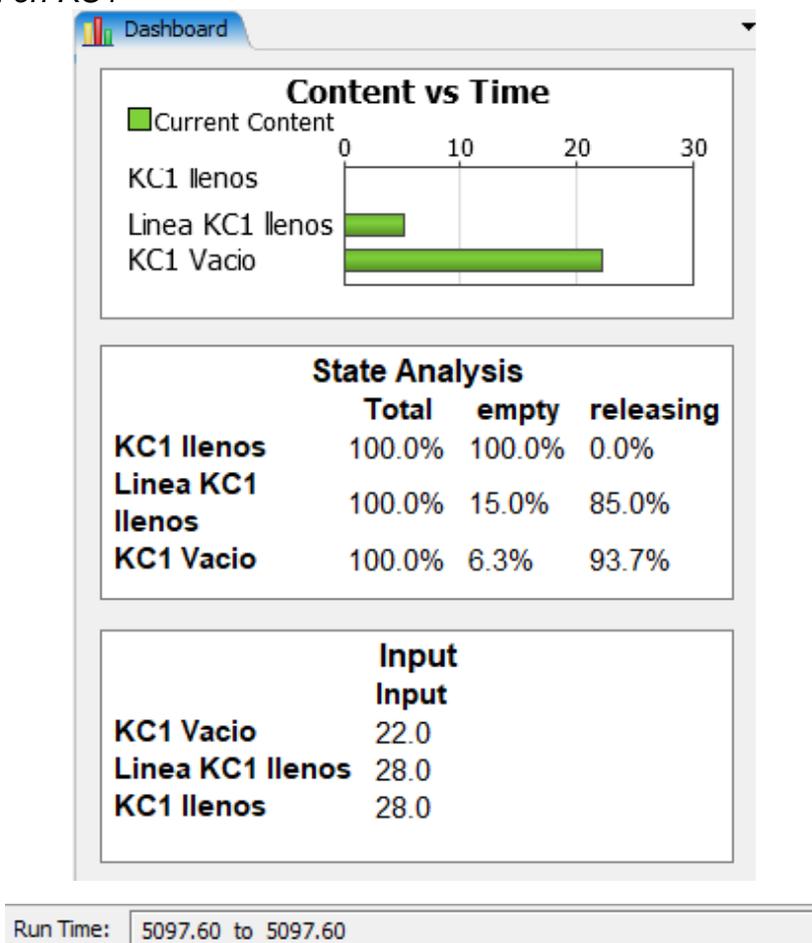
Tabla 14
Tiempos de producción en KC1

	[Min]	tiempo total por lotes (24)
AV	[Min]	18.05
NAV	[Min]	20.16
MOV	[Min]	25.47
Total		63.68

En el recuadro de tiempo total se separó los procesos que se debe realizar en el coche eléctrico y los que no se necesita movilidad para realizarlos, por lo tanto el tiempo para satélites son los tiempos en los cuales el procesos puede llevarlo a cabo una persona sin la ayuda de maquinaria. El FlexSim Kit Car 1 se muestra en la tabla 16.

Para este proceso se realizó la simulación en FlexSim, la cual ayuda a determinar la capacidad de la operación. Y como es especificado en la hoja de trabajo estandarizado el tiempo de ciclo es de 63:68 minutos, en este caso es posible completar el trabajo asignado al operario, ya que el tiempo de ciclo es menor al Takt Time, y por ese motivo es que dentro del tiempo estipulado para un lote de producción (84:96 min.) se puede realizar la entrega de 28 unidades de Kit Car, que es mayor a 24 unidades del lote.

Tabla 15
Dashboard en KC1



Motores y tableros

Tabla 16

Operaciones en el área de motores y tableros.

Operación	Mediciones										Moda			Supl. Gen.		TC
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	actv	TN	16%		
Carga Plat motores	1.03	1.54	0.93	1.3	0.87	2.12	1.3	1.49	1.3	1.5	1.30	75	1.625	0.26	1.885	
Trayecto	2.96	3.42	3.17	2.73	3.04	3.96	4	3.17	3.42	3.17	3.17	75	3.9625	0.63	4.5965	
Descarga plat moto. y carga vacia	2.53	2.39	3.11	2.17	2.72	2.05	2.39	1.97	2.59	1.73	2.39	75	2.9875	0.48	3.4655	
Trayecto		3.46	2.75	3.12	3.44	3.36	2.91	3.04	3.75	3.12	3.12	75	3.9	0.62	4.524	
Descarga plat vacia mot	0.93	1.15	1.34	1.45	1.15	1.07	1.24	2.03	1.15	0.87	1.15	75	1.4375	0.23	1.6675	
Carga plataforma llena dieferenciales	1.03	1.54	0.93	1.3	0.87	2.12	1.3	1.49	1.3	1.5	1.30	75	1.625	0.26	1.885	
Trayecto	2.96	3.42	3.17	2.73	3.04	3.96	4	3.17	3.42	3.17	3.17	75	3.9625	0.63	4.5965	
Descarga plat llena, recoge vacias	2.53	2.39	3.11	2.17	2.72	2.05	2.39	1.97	2.59	1.73	2.39	75	2.9875	0.48	3.4655	
Trayecto	3.12	3.46	2.75	3.12	3.44	3.36	2.91	3.04	3.75	3.12	3.12	75	3.9	0.62	4.524	
Descarga plat vacia	0.93	1.15	1.34	1.45	1.15	1.07	1.24	2.03	1.15	0.87	1.15	75	1.4375	0.23	1.6675	
Carga plataforma llena cajas	1.03	1.54	0.93	1.3	0.87	2.12	1.3	1.49	1.3	1.5	1.30	75	1.625	0.26	1.885	
Trayecto	2.96	3.42	3.17	2.73	3.04	3.96	4	3.17	3.42	3.17	3.17	75	3.9625	0.63	4.5965	
Descarga plat llena, recoge vacias	2.53	2.39	3.11	2.17	2.72	2.05	2.39	1.97	2.59	1.73	2.39	75	2.9875	0.48	3.4655	
Trayecto	3.12	3.46	2.75	3.12	3.44	3.36	2.91	3.04	3.75	3.12	3.12	75	3.9	0.62	4.524	
Descarga plat vacia	0.93	1.15	1.34	1.45	1.15	1.07	1.24	2.03	1.15	0.87	1.15	75	1.4375	0.23	1.6675	
Carga plataforma llena cajas	1.03	1.54	0.93	1.3	0.87	2.12	1.3	1.49	1.3	1.5	1.30	75	1.625	0.26	1.885	
Trayecto	2.96	3.42	3.17	2.73	3.04	3.96	4	3.17	3.42	3.17	3.17	75	3.9625	0.63	4.5965	
Descarga plat llena, recoge vacias	2.53	2.39	3.11	2.17	2.72	2.05	2.39	1.97	2.59	1.73	2.39	75	2.9875	0.48	3.4655	
Trayecto	3.12	3.46	2.75	3.12	3.44	3.36	2.91	3.04	3.75	3.12	3.12	75	3.9	0.62	4.524	
Descarga plat vacia	0.93	1.15	1.34	1.45	1.15	1.07	1.24	2.03	1.15	0.87	1.15	75	1.4375	0.23	1.6675	
Carga SPS motores	0.39	1.15	0.31	1.02	0.47	0.3	0.27	0.87	0.31	0.37	0.31	75	0.3875	0.06	0.4495	
Carga tableros	1.08	0.50	0.47	0.75	0.50	0.43	0.87	1.14	0.59	0.5	0.50	75	0.625	0.10	0.725	
trayecto	4.03	3.85	3.42	3.12	3.46	2.75	3.42	3.36	2.91	3.42	3.42	75	4.275	0.68	4.959	
Entrega tableros	2.73	2.39	2.41	2.17	2.72	2.05	2.41	1.97	2.59	2.41	2.41	75	3.0125	0.48	3.4945	
Entrega SPS mot	2.15	0.85	1.34	1.45	1.1	1.07	1.24	2.03	1.1	0.87	1.10	75	1.375	0.22	1.595	
Carga tab vacios	1.23	1.54	0.93	1.3	1.32	2.12	1.32	1.49	2.01	1.5	1.32	75	1.65	0.26	1.914	
trayecto	1.87	2.37	2.10	2.54	1.5	2.10	2.10	2.84	2.27	2.03	2.10	75	2.625	0.42	3.045	
descarga tab vacios	2.30	1.59	3.11	2.17	2.72	2.30	2.39	1.97	2.59	1.73	2.30	75	2.875	0.46	3.335	

Tabla 17

Hojas de tareas estándar en el área de motores y tableros.

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area: Manejo de materiales			Tiempo Disponible de Operacion:			Realizada por: Marco Moran					
Nombre de Operación: Motores y Tableros			Equipo:		Página:	Fecha:					
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitacion de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitacion Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de proteccion personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el area			Capacitación de GMS								
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	Carga Plat motores		●	□	⇒	1.30	3	3.90	4.88	5.66
	2	Trayecto		○	□	⇒	3.17	3	9.51	11.89	13.79
	3	Descarga plat moto, y carga vacia		●	□	⇒	2.39	3	7.17	8.96	10.40
	4	Trayecto		○	□	⇒	3.12	3	9.36	11.70	13.57
	5	Descarga plat vacia mot		●	□	⇒	1.15	3	3.45	4.31	5.00
	6	Carga plataforma llena diferenciales		●	□	⇒	1.30	2	2.60	3.25	3.77
	7	Trayecto		○	□	⇒	3.17	2	6.34	7.93	9.19
	8	Descarga plat llena, recoge vacias		●	□	⇒	2.39	2	4.78	5.98	6.93
	9	Trayecto		○	□	⇒	3.12	2	6.24	7.80	9.05
	10	Descarga plat vacia		○	□	⇒	1.15	2	2.30	2.88	3.34
	11	Carga plataforma llena cajas		○	□	⇒	1.30	2	2.60	3.25	3.77
	12	Trayecto		○	□	⇒	3.17	2	6.34	7.93	9.19
	13	Descarga plat llena, recoge vacias		●	□	⇒	2.39	2	4.78	5.98	6.93
	14	Trayecto		○	□	⇒	3.12	2	6.24	7.80	9.05
	15	Descarga plat vacia		●	□	⇒	1.15	2	2.30	2.88	3.34
	16	Carga SPS motores		○	□	⇒	0.31	4	1.24	1.55	1.80
	17	Carga tableros		○	□	⇒	0.50	4	2.00	2.50	2.90
	18	trayecto		○	□	⇒	3.42	4	13.68	17.10	19.84
	19	Entrega tableros		○	□	⇒	2.41	4	9.64	12.05	13.98
	20	Entrega SPS mot		○	□	⇒	1.10	4	4.40	5.50	6.38
	21	Carga tab vacios		●	□	⇒	1.32	4	5.28	6.60	7.66
	22	trayecto		○	□	⇒	2.10	4	8.40	10.50	12.18
	23	descarga tab vacios		●	□	⇒	2.30	4	9.20	12	13.34
									131.75	164.69	191.04

Tabla 18

Tiempos de producción en el área de motores y paneles.

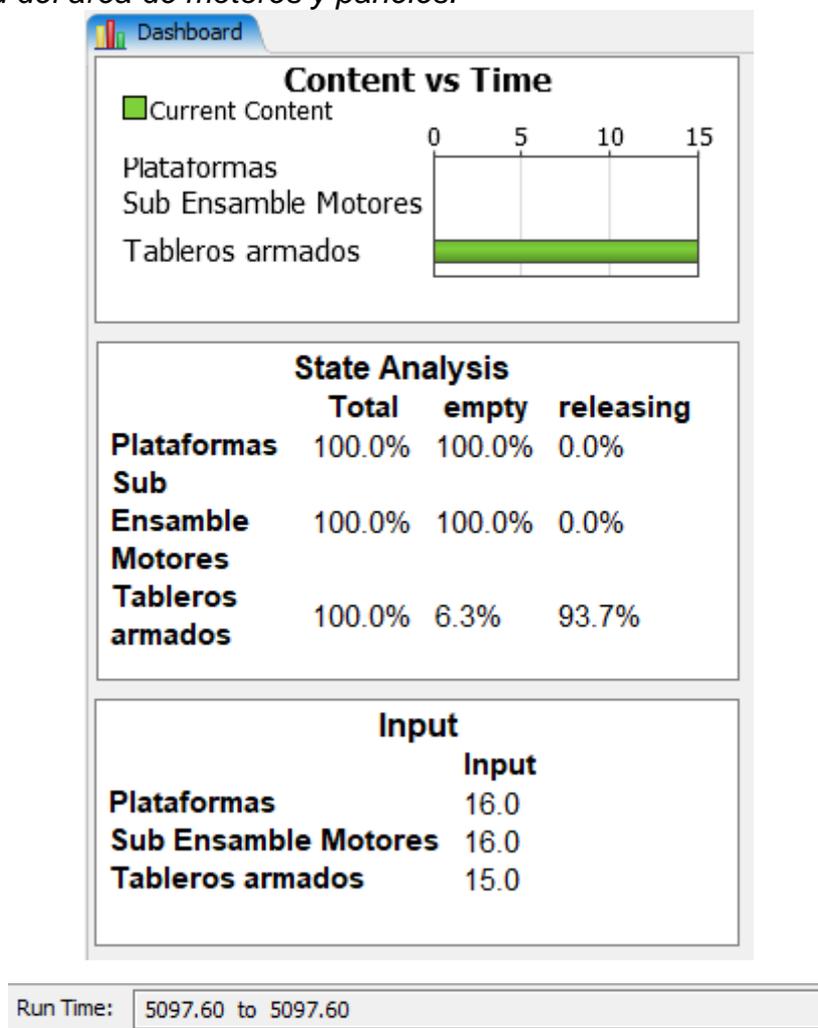
		tiempo total por lotes (24)
AV	[Min]	43.46
NAV	[Min]	22.18
MOV	[Min]	66.11
Total	[Min]	131.75

En este proceso solamente la ruta 4 tenía operaciones que podían ser realizadas por un operario con un coche eléctrico, o como en este caso el

mismo operario pero se bajaba del coche a entregar el material. El FlexSim se muestra en la tabla 20.

Tabla 19

Dashboard del área de motores y paneles.



Este proceso tiene un déficit bastante grande, y se debe a la cantidad de plataformas que se debe entregar en el sub ensamble, lo cual tiene una relación directa con la cantidad de motores que se van sub ensamblar, creando paros por falta de abastecimiento tanto en el sub ensamble de motores, como en la línea de producción. Para poder completar este proceso son necesarios 131:75 min. Lo cual sobrepasa los 84:96 min. Disponibles para el lote de producción.

Power Trim

Tabla 20
Operaciones en el Power Trim.

Operación	Mediciones										Moda		TN	Supl. Gen. 16%	TC	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	actv				
	Retirar motores de SEM	0.3	0.07	0.15	0.53	0.23	0.43	0.15	0.49	0.63	0.15	0.15				0.15
Trayecto	0.39	1.15	0.36	1.02	0.47	0.3	0.27	0.87	0.36	0.37	0.36	0.36	75	0.45	0.07	0.52
Descargar motores	0.24	0.31	0.15	0.53	0.23	0.43	0.15	0.49	0.15	0.59	0.15	0.15	75	0.19	0.03	0.22
Trayecto	1.87	2.37	2.10	2.54	1.5	2.10	2.03	2.84	2.27	2.03	2.10	2.10	75	2.63	0.42	3.05
Recoger vagon PT	0.15	0.12	0.23	0.54	0.29	0.45	1.03	0.39	0.87	0.29	0.29	0.29	75	0.36	0.06	0.42
Ubicar material vagon	18.14	16.64	15.49	17.78	18.14	19.23	20.43	18.97	18.23	21.56	18.14	18.14	75	22.68	3.63	26.30
Recoger RE vacios	0.93	1.15	1.34	1.45	1.15	1	1.24	1	1.15	0.87	1.15	1.15	75	1.44	0.23	1.67
Trayecto	1.93	2.37	2.10	2.54	1.5	2.10	2.00	2.84	2.27	2	2.10	2	75	2.63	0.42	3.05
Descargar vacios y recoger RE llenos	3.59	4.57	4.15	3.87	3.97	3.53	4.15	5.04	5.25	4.75	4.15	4.15	75	5.19	0.83	6.02
Trayecto	1.75	2.37	2.10	2.58	1.5	2.00	2.03	2.84	2	2.28	2.00	2.00	75	2.50	0.40	2.90
Descarga en power trim	2.74	3.12	3.27	3.53	4.47	3.27	2.87	4.17	3.04	2.98	3.27	3.27	75	4.09	0.65	4.74
Trayecto a tornilleria	1.2	1.54	0.93	1.3	0.87	2.12	1.2	1.49	1.3	1.5	1.20	1.20	75	1.50	0.24	1.74
Retirar tornilleria	0.23	1.15	0.38	1.02	0.47	0.38	0.27	0.87	0.36	0.37	0.38	0.38	75	0.48	0.08	0.55
Trayecto	0.93	1.15	1.23	1.45	1.15	1.07	1.23	2.03	1.15	0.87	1.15	1.15	75	1.44	0.23	1.67
Descargar tornilleria	3.12	3.02	2.75	3.12	3.44	3.36	2.91	3.02	3.75	3.12	3.12	3.12	75	3.90	0.62	4.52
Trayecto SE moto-pesa	1.78	2.37	2.10	2.58	1.5	2.00	2.03	2.84	2.1	2.28	2.10	2.10	75	2.63	0.42	3.05
Carga racks especiales	2.36	2.40	1.34	2.97	2.64	2.40	1.47	1.12	2.12	2.82	2.40	2.40	75	3.00	0.48	3.48
Trayecto	1.93	2.37	2.00	2.53	1.5	2.00	2.33	2.84	2	2.34	2.00	2.00	75	2.50	0.40	2.90
entrega rack subensamble	2.5	2.22	2.48	1.97	2.46	2.15	2.22	2.4	2.66	2.4	2.22	2.22	75	2.78	0.44	3.22
Trayecto pesados motores	2.53	2.38	3.11	2.17	2.72	2.05	2.38	1.97	2.59	1.73	2.38	2.38	75	2.98	0.48	3.45
Recoger tapiceria	2.36	2.40	1.34	2.93	2.64	2.40	1.47	1.12	2.12	2.82	2.40	2.40	75	3.00	0.48	3.48
Trayecto	2.57	2.38	3.11	2.17	2.72	2.05	2.38	1.97	2.59	1.73	2.38	2.38	75	2.98	0.48	3.45
Entregar racks especiales tapiceria	0.89	1.15	1.34	1.45	1.15	1	1.24	1	1.15	0.87	1.15	1.15	75	1.44	0.23	1.67

Tabla 21
Hoja de tareas estándar en el Power Trim.

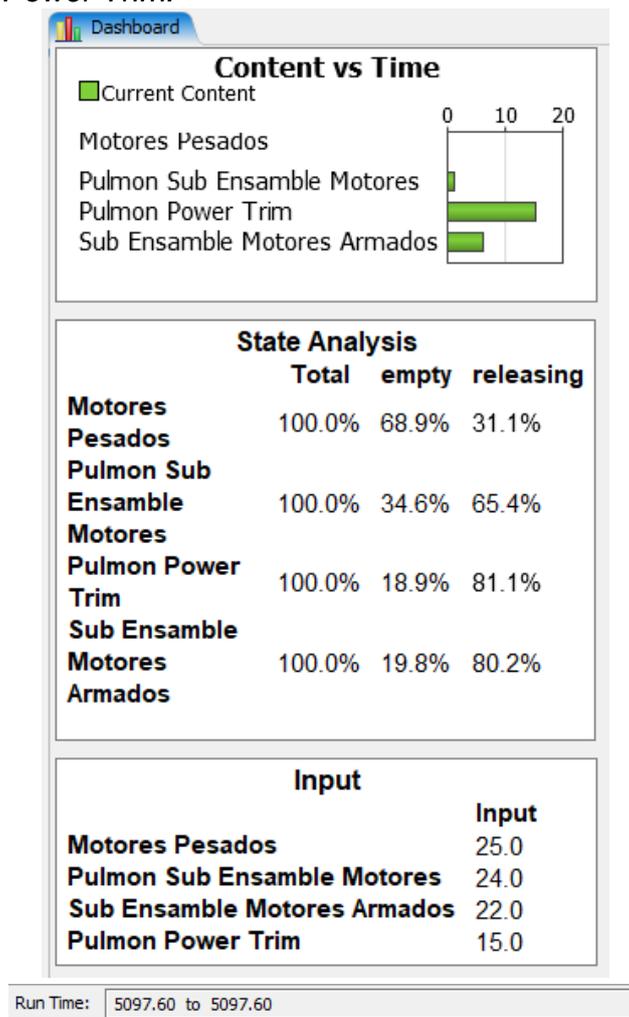
HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area:			Tiempo Disponible de Operación:			Realizada por:					
Manejo de materiales						Marco Moran					
Nombre de Operación:			Equipo:		Página:	Fecha:					
Power Trim											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitación de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitación Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de proteccion personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el area			Capacitación de GMS								
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	Retirar motores de SEM		●	◻	⇒	0.15	12	1.80	2.25	2.61
	2	trayecto		○	◻	⇒	0.36	12	4.32	5.40	6.26
	3	Descargar motores		●	◻	⇒	0.15	12	1.80	2.25	2.61
	4	trayecto		○	◻	⇒	2.10	12	25.20	31.50	36.54
	5	Recoger vagon PT		●	◻	⇒	0.29	12	3.48	4.35	5.05
	6	Ubicar material vagon		○	◻	⇒	18.14	1	18.14	22.68	26.30
	7	Recoger RE vacios		○	◻	⇒	1.15	2	2.30	2.88	3.34
	8	trayecto		○	◻	⇒	2.10	2	4.20	5.25	6.09
	9	Descargar vacios y recoger RE llenos		○	◻	⇒	4.15	2	8.30	10.38	12.04
	10	trayecto		○	◻	⇒	2.00	2	4.00	5.00	5.80
	11	Descarga en power trim		○	◻	⇒	3.27	2	6.54	8.18	9.48
	12	Trayecto a tornilleria		○	◻	⇒	1.20	1	1.20	1.50	1.74
	13	Retirar tornilleria		●	◻	⇒	0.38	1	0.38	0.48	0.55
	14	Trayecto		○	◻	⇒	1.15	1	1.15	1.44	1.67
	15	Descargar tornilleria		○	◻	⇒	3.12	1	3.12	3.90	4.52
	16	Trayecto SE moto-pesa		○	◻	⇒	2.10	1	2.10	2.63	3.05
	17	Carga racks especiales		●	◻	⇒	2.40	1	2.40	3.00	3.48
	18	trayecto		○	◻	⇒	2.00	1	2.00	2.50	2.90
	19	entrega rack subsamble		○	◻	⇒	2.22	1	2.22	2.78	3.22
	20	Trayecto pesados motores		○	◻	⇒	2.38	1	2.38	2.98	3.45
	21	Recoger tapiceria		●	◻	⇒	2.40	1	2.40	3.00	3.48
	22	trayecto		○	◻	⇒	2.38	1	2.38	2.98	3.45
	23	Entregar racks especiales tapiceria		●	◻	⇒	1.15	1	1.15	1	1.67
									102.96	128.70	149.29

Tabla 22
Tiempos de producción en el Power Trim.

	tiempo total por lotes (24)
AV [Min]	13.41
NAV [Min]	40.62
MOV [Min]	48.93
Total [Min]	102.96

Este proceso a diferencia del anterior no estaba muy sobrepasado en los tiempos para poder cumplir con el proceso de abastecimiento de un lote de 24 unidades dentro del Takt Time establecido en la planta de producción (84:96 min). La simulación en FlexSim se muestra en la tabla 24.

Tabla 23
Dashboard en el Power Trim.



En el caso del proceso de Power Trim, gracias a la simulación del proceso se puede observar que no es posible cumplir con el correcto abastecimiento de motores, es decir no se completa el lote completo de producción en el tiempo adecuado, sobretodo en la actividad en la que es necesaria llevar los motores desde el sub ensamble de motores hasta el área de Power Trim o matrimonio, y debido a esta falta de material llegan a existir paras en la línea de producción.

Tramo 2

KC2-3

Tabla 24 Operaciones del Kit Car 2-3 Operaciones del Kit Car.2-3

Operación	Mediciones													Moda		Supl. Gen.	TC
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	actv	TN				
Carga Kit Car 3 armado	3.12	2.43	3.08	2.63	2.15	2.96	2.00	3.00	2.63	2.34	2.63	70	3.07	0.49	3.56		
trayecto	1.36	1.90	2.43	2.15	1.90	1.53	1.99	2.10	1.90	1.86	1.90	70	2.22	0.35	2.57		
Descarga Kit Car 3 armados	1.98	2.12	1.76	2.00	2.28	2.54	2.75	2.00	1.67	1.52	2.00	70	2.33	0.37	2.71		
Trayecto	0.39	1.15	0.37	1.02	0.47	0.3	0.27	0.87	0.36	0.37	0.37	70	0.43	0.07	0.50		
Carga Kit Car 3 vacios	1.53	1.37	1.01	1.38	2.02	1.47	1.38	1.19	1.58	1.39	1.38	70	1.61	0.26	1.87		
trayecto	2.03	1.42	1.75	1.42	1.12	1.37	1.76	1.42	2.17	1.23	1.42	70	1.65	0.26	1.92		
Descarga Kit Car 3 vacios	2.5	2.22	2.48	1.97	2.28	2.15	2.28	2.4	2.28	1.93	2.28	70	2.66	0.43	3.09		
trayecto	0.46	1.15	0.33	1.02	0.47	0.33	0.27	0.87	0.36	1.08	0.33	70	0.39	0.06	0.45		
Carga Kit Car 2 armado	2.5	2.22	2.45	1.97	2.46	2.15	2.48	2.45	2.66	2.4	2.45	70	2.86	0.46	3.32		
trayecto mat-linea	1.38	1.3	2.4	1.28	1.63	1.66	1.74	1.87	2.15	1.63	1.63	70	1.90	0.30	2.21		
Descarga Kit Car 2 armado	2.96	3.42	3.22	2.73	3.04	3.96	4	3.22	3.12	3.17	3.22	70	3.76	0.60	4.36		
trayecto KC2 lleno-KC2vacio	0.42	1.53	0.69	0.56	0.42	0.33	0.27	0.87	0.97	0.42	0.42	70	0.49	0.08	0.56		
Carga Kit Car 2 vacio	2.22	1.59	3.11	2.17	2.72	2.22	2.39	1.97	2.59	1.73	2.22	70	2.59	0.41	3.00		
trayecto Linea-Materiales	1.83	2.09	1.76	2.00	2.28	2.54	2.75	2.00	1.67	1.57	2.00	70	2.33	0.37	2.71		
Descarga kit Car 2 vacio	1.48	1.37	1.2	1.38	2.02	1.47	1.38	1.37	1.58	2.14	1.37	70	1.60	0.26	1.85		
trayecto a KC3 armado	0.33	0.27	0.87	0.42	0.95	1.28	0.39	0.42	1.18	0.65	0.42	70	0.49	0.08	0.56		

Tabla 25
Hoja de tareas estándar del Kit Car 2-3

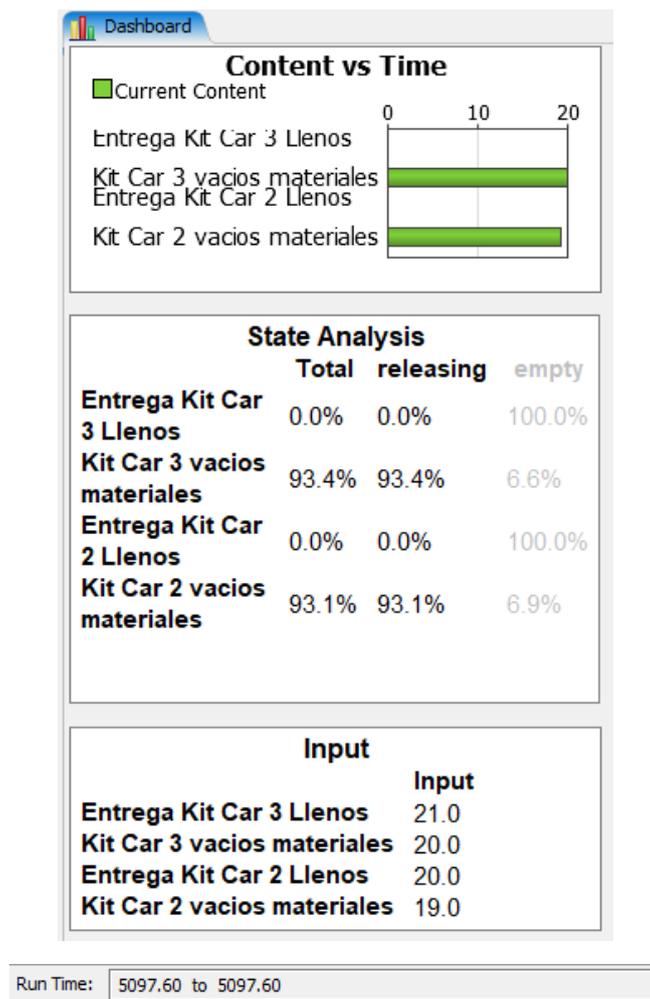
HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area:			Tiempo Disponible de Operacion:			Realizada por:					
Manejo de materiales						Marco Moran					
Nombre de Operación:			Equipo:		Pagina:	Fecha:					
Kit Car 2-3											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitacion de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitacion Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de proteccion personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el area			Capacitación de GMS								
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est: X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	Carga Kit Car 3 armado					2.63	4	10.52	12.27	14.24
	2	trayecto					1.90	4	7.60	8.87	10.29
	3	Descarga Kit Car 3 armados					2.00	4	8.00	9.33	10.83
	4	Trayecto					0.37	4	1.48	1.73	2.00
	5	Carga Kit Car 3 vacios					1.38	4	5.52	6.44	7.47
	6	trayecto					1.42	4	5.67	6.61	7.67
	7	Descarga Kit Car 3 vacios					2.28	4	9.12	10.64	12.34
	8	trayecto					0.33	4	1.32	1.54	1.79
	9	Carga Kit Car 2 armado					2.45	4	9.80	11.43	13.26
	10	trayecto mat-linea					1.63	4	6.52	7.61	8.82
	11	Descarga Kit Car 2 armado					3.22	4	12.88	15.03	17.43
	12	trayecto KC2 lleno-KC2vacio					0.42	4	1.67	1.94	2.26
	13	Carga Kit Car 2 vacio					2.22	4	8.88	10.36	12.02
	14	trayecto Linea-Materiales					2.00	4	8.00	9.33	10.83
	15	Descarga kit Car 2 vacio					1.37	4	5.48	6.39	7.42
	16	trayecto a KC3 armado					0.42	4	1.67	1.94	2.26
									104.12	121.47	140.91

Tabla 26
Tiempos de producción del Kit Car 2-3

		tiempo total por lotes (24)
AV	[Min]	34.92
NAV	[Min]	35.28
MOV	[Min]	33.92
Total	[Min]	104.12

En este caso las dos rutas se las lleva a cabo 1 por cada vuelta, y es muy importante tener una muy buena sincronización con la línea de producción debido a que este tipo de material lleva consigo muchos números de parte. La simulación FlexSim se muestra en la tabla 28,

Tabla 27
Dashboard del Kit Car 2-3.



Analizando los puntos más importantes del proceso, los cuales son la entrega de Kit Car 2 y 3, además se observa las actividades de entrega de Kit Car vacíos, es decir cuando estos vuelven al área de materiales después de ser usados por la línea de producción, queda claro que para un solo operario es difícil llevar a cabo el proceso completo ya que solo logra entregar 19 Kit Car en lugar de los 24 necesarios para el Takt Time estipulado de 84:96 min. Es decir se sobre pasa por 19:16min.

Final

Tabla 28
Operaciones del tramo final

Operación	Mediciones										Moda			Supl. Gen.		TC
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	actv	TN	16%		
Repartir material coches especiales	4.59	4.78	5.25	5.06	3.99	5.39	5.87	6.1	5.06	5.7	5.06	70	5.90	0.94	6.85	
Trayecto	1.06	0.52	0.75	0.95	1.36	0.75	1.19	0.67	0.95	0.75	0.75	70	0.88	0.14	1.02	
Cargar Kit Car 2 vacío	3.07	2.22	2.48	1.94	2.3	1.88	2.15	2.4	2.48	2.4	2.48	70	2.89	0.46	3.36	
Trayecto	2.96	3.05	3.1	2.73	3.05	3.96	4	3.17	3.42	3.17	3.05	70	3.56	0.57	4.13	
Entregar Kit Car 2 vacío	0.93	1.12	1.34	1.45	1.15	1.07	1.24	2.03	1.12	0.87	1.12	70	1.31	0.21	1.52	
Carga bumpers vacíos	1.48	1.00	1.08	0.50	0.47	0.75	1.00	1.35	0.98	1.00	1.00	70	1.17	0.19	1.35	
Trayecto	1.00	1.33	1.36	0.78	1.00	0.39	1.56	1.00	0.75	0.78	1.00	70	1.17	0.19	1.35	
Descarga bumpers recoger llenos	1.87	2.37	2.02	2.54	1.5	2.02	2.10	2.84	2.27	2.03	2.02	70	2.36	0.38	2.73	
Trayecto	1.52	1.3	2.4	1.12	1.52	1.74	1.69	1.36	2.1	1.74	1.52	70	1.77	0.28	2.06	
Entrega bumpers llenos	1.08	0.50	0.47	0.75	0.50	0.43	0.87	1.14	0.59	0.5	0.50	70	0.58	0.09	0.68	
Total satélite	1.53	1.32	2.57	1.09	1.5	1.58	1.74	1.39	2.18	1.5	1.50	70	1.75	0.28	2.03	
Cargar tanques, coches y racks	1.3	1.32	1.31	1.39	1.24	1.15	0.89	1.92	1.24	1.56	1.24	70	1.45	0.23	1.68	
Trayecto	3.07	3.46	2.75	3.07	3.44	3.36	2.91	3.04	3.75	3.12	3.07	70	3.58	0.57	4.15	
Descargar tanques, coches y racks	0.39	0.26	0.16	0.54	0.11	0.16	1.12	0.33	0.87	0.16	0.16	70	0.19	0.03	0.22	
Trayecto	2.96	3.05	3.1	2.73	3.05	3.96	4	3.17	3.42	3.17	3.05	70	3.56	0.57	4.13	
Trayecto	1.00	1.33	1.36	0.78	1.00	0.39	1.56	1.00	0.75	0.78	1.00	70	1.17	0.19	1.35	
Cargar tornillería	1.87	2.37	2.08	2.54	1.5	2.08	2.10	2.84	2.27	2.03	2.08	70	2.43	0.39	2.81	
Trayecto	1.00	1.33	1.36	0.78	1.00	0.39	1.56	1.00	0.75	0.78	1.00	70	1.17	0.19	1.35	
Entregar tornillería	10.36	11.15	11.9	12.5	11.47	11.93	10.54	11.47	11.2	12.05	11.47	70	13.38	2.14	15.52	

Tabla 29
Hoja de tareas estándar del tramo final.

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area:			Tiempo Disponible de Operacion:			Realizada por:					
Manejo de materiales						Marco Moran					
Nombre de Operación:			Equipo:		Pagina:	Fecha:					
Final											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitacion de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitacion Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de proteccion personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el area			Capacitación de GMS								
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	repartir material coches especiales		○	●	⇒	5.06	1	5.06	5.90	6.85
	2	trayecto		○	○	⇒	0.75	1	0.75	0.88	1.02
	3	Cargar Kit Car 2 vacio		○	●	⇒	2.48	1	2.48	2.89	3.36
	4	Trayecto		○	○	⇒	3.05	1	3.05	3.56	4.13
	5	Entregar Kit Car 2 vacio		●	○	⇒	1.12	1	1.12	1.31	1.52
	6	Carga bumpers vacios		●	○	⇒	1.00	6	6.00	7.00	8.12
	7	trayecto		○	○	⇒	1.00	6	6.00	7.00	8.12
	8	descarga bumpersy recoger llenos		●	○	⇒	2.02	6	12.12	14.14	16.40
	9	trayecto		○	○	⇒	1.52	6	9.12	10.64	12.34
	10	Entrega bumpers llenos		●	○	⇒	0.50	6	3.00	3.50	4.06
	12	Cargar tanques, coches y racks		●	○	⇒	1.24	8	9.92	11.57	13.43
	13	Trayecto		○	○	⇒	3.07	8	24.56	28.65	33.24
	14	descargar tanques, coches y racks		○	●	⇒	0.16	8	1.28	1.49	1.73
	15	trayecto		○	○	⇒	3.05	8	24.40	28.47	33.02
	16	trayecto		○	○	⇒	1.00	1	1.00	1.17	1.35
	17	Cargar tornilleria		●	○	⇒	2.08	1	2.08	2.43	2.81
	18	Trayecto		○	○	⇒	1.00	1	1.00	1.17	1.35
	19	Entregar tornilleria		○	●	⇒	11.47	1	11.47	13.38	15.52
									124.41	145.15	168.37

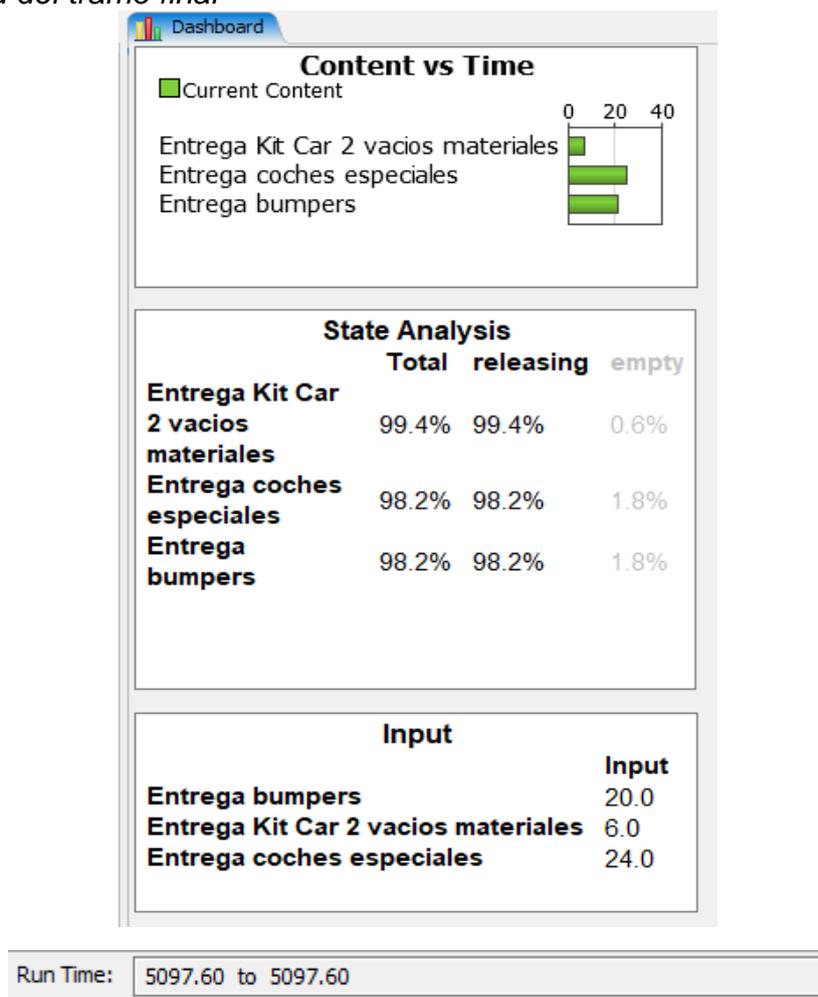
Tabla 30
Tiempos de operación del tramo final.

	tiempo total por lotes (24)
AV [Min]	34.24
NAV [Min]	20.29
MOV [Min]	69.88
Total [Min]	124.41

En este caso el cochero debe realizar 10 viajes desde el área de materiales a la línea de producción, en los cuales existe mucho desperdicio por las paradas que el operador debe realizar, además su tiempo total de ciclo por lote está

muy sobrepasado del Takt time que debe cumplir el operador, en este caso se ha podido absorber de manera muy baja este impacto por la mezcla de modelos en la línea de producción. La simulación FlexSim se muestra en la tabla 32,

Tabla 31
Dashboard del tramo final



Este proceso genera problemas ya que es necesario el apoyo del proceso anterior con la recolección de Kit Car 2 vacío y lo traslade al área de materiales, eso genera retrasos en la entrega de bumpers en la línea de producción.

El problema se vuelve notable a lo largo del transcurso del día, ya que son necesarios 124:41 minutos para una operación que debería tardar 84.96 minutos como máximo.

Distribución Trim

Tabla 32
Operaciones de la distribución Trim.

Operación	Mediciones										Moda		Supl. Gen. 16%	TC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	actv			TN	
	Trayecto pesados-trim	1.53	1.3	2.4	1.28	1.61	1.66	1.74	1.87	2.15	1.61	1.61			1.61	75
Entregar vagon	14.97	15.04	16.1	16.4	13.16	14.98	15.96	15.04	13.98	15.35	15.04	15.04	75	18.80	3.01	21.81
Entregar vagon cauchos	13.55	15.02	12.98	13.28	14	14.57	12.36	13.49	14	13.57	14.00	14.00	75	17.50	2.80	20.30
Entregar vagon harness	12.15	11.15	12.5	13	11.47	13	10.54	11.47	12.46	12.05	13.00	13.00	75	16.25	2.60	18.85
Trayecto	1.53	1.3	2.4	1.28	1.61	1.66	1.74	1.87	2.15	1.61	1.61	1.61	75	2.01	0.32	2.33
Descarga vagones vacios	2.03	1.50	1.75	1.42	1.12	1.37	1.76	1.42	1.50	1.23	1.50	1.50	75	1.88	0.30	2.18
Carga racks bumpers vacios	1.08	0.50	0.47	0.75	0.50	0.43	0.87	1.14	0.59	0.5	0.50	0.50	75	0.63	0.10	0.73
Trayecto	0.78	0.52	0.75	0.95	1.36	0.78	1.19	0.67	0.95	0.75	0.78	0.78	75	0.98	0.16	1.13
Carga racks bumpers llenos	1.38	1.36	1.68	1.28	1.63	1.6	1.79	1.87	2.05	1.63	1.63	1.63	75	2.04	0.33	2.36
Trayecto	1.00	1.33	1.36	0.78	1.00	0.39	1.56	1.00	0.75	0.78	1.00	1.00	75	1.25	0.20	1.45
Entrega Racks Bumpers	0.96	0.50	0.47	0.75	0.50	0.43	0.87	1.14	0.59	0.52	0.50	0.50	75	0.63	0.10	0.73
Carga RE y CE	1.98	2.12	1.76	1.96	2.28	2.54	2.75	1.96	1.67	1.52	1.96	1.96	75	2.45	0.39	2.84
Trayecto	1.75	2.11	1.87	1.95	0.99	2.13	1.53	1.72	1.83	1.87	1.87	1.87	75	2.34	0.37	2.71
Decarga RE y CE	4.7	3.75	5.48	4.4	3.89	4.70	4.97	5.32	3.8	4.70	4.70	4.70	75	5.88	0.94	6.82
Trayecto	0.73	0.50	0.4	0.75	0.52	0.43	0.87	0.4	1.04	0.58	0.40	0.40	75	0.50	0.08	0.58
Trayecto	1.48	1.00	1.08	0.50	0.47	0.75	1.00	1.35	0.98	1.00	1.00	1.00	75	1.25	0.20	1.45
Recoge Tornilleria y entrega gabetas vacias	2.5	2.22	2.48	1.97	2.46	2.15	2.48	2.5	2.66	2.46	2.50	2.50	75	3.13	0.50	3.63
Trayecto	1.12	0.69	0.87	1.03	1.00	1.33	1.36	0.78	1.03	1.57	1.03	1.03	75	1.29	0.21	1.49
Entrega tornilleria	19.93	18.84	19.30	17.98	18.50	18.23	19.58	19.30	18.68	20.11	19.30	19.30	75	24.13	3.86	27.99

Tabla 33
Hoja de tareas estándar de la distribución Trim

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area:			Tiempo Disponible de Operación:			Realizada por:					
Manejo de materiales						Marco Moran					
Nombre de Operación:			Equipo:		Pagina:	Fecha:					
Final											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitación de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitación Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de protección personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el area			Capacitación de GMS								
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	Trayecto pesados-trim		○	◻	➡	1.61	1	1.61	2.01	2.33
	2	entregar vagon		○	◻	➡	15.04	1	15.04	18.80	21.81
	3	entregar vagon cauchos		○	◻	➡	14.00	1	14.00	17.50	20.30
	4	entregar vagon harness		○	◻	➡	13.00	1	13.00	16.25	18.85
	5	Trayecto		○	◻	➡	1.61	3	4.83	6.04	7.00
	6	Descarga vagones vacios		●	◻	➡	1.50	3	4.50	5.63	6.53
	7	Carga racks bumpers vacios		●	◻	➡	0.50	3	1.50	1.88	2.18
	8	Trayecto		○	◻	➡	0.78	3	2.34	2.93	3.39
	9	Carga racks bumpers llenos		●	◻	➡	1.63	6	9.78	12.23	14.18
	10	Trayecto		○	◻	➡	1.00	6	6.00	7.50	8.70
	12	Entrega Racks Bumpers		●	◻	➡	0.50	6	3.00	3.75	4.35
	13	Carga RE y CE		○	◻	➡	1.96	1	1.96	2.45	2.84
	14	Trayecto		○	◻	➡	1.87	1	1.87	2.34	2.71
	15	Decarga RE y CE		○	◻	➡	4.70	1	4.70	5.88	6.82
	16	Trayecto		○	◻	➡	0.40	1	0.40	0.50	0.58
	17	Trayecto		○	◻	➡	1.00	1	1.00	1.25	1.45
	18	Recoge Tornilleria y entrega gabetas vacias		●	◻	➡	2.50	1	2.50	3.13	3.63
	19	Trayecto		○	◻	➡	1.03	1	1.03	1.29	1.49
									89.06	111.33	129.14

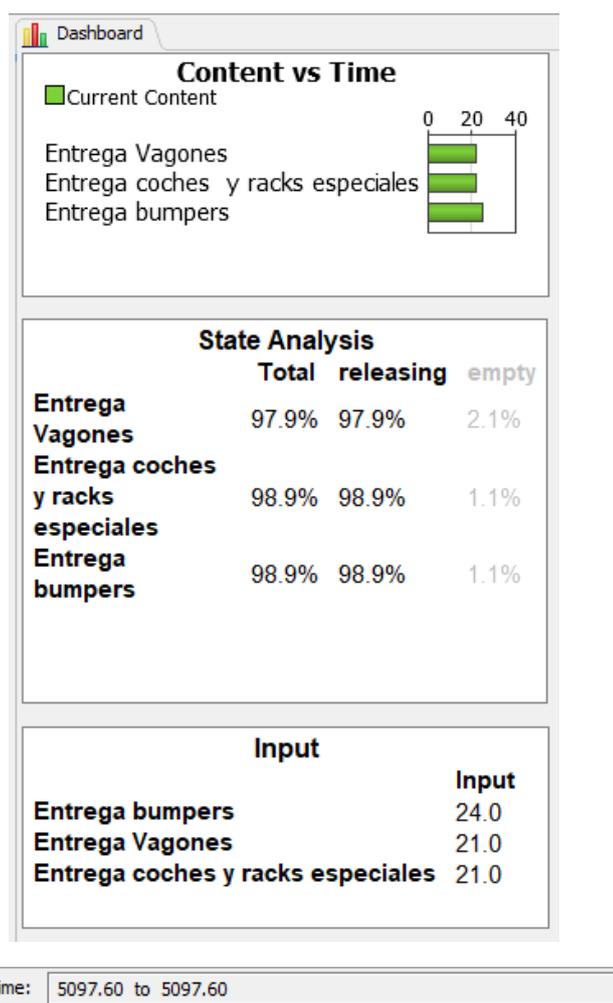
Tabla 34
Tiempos de operación de la distribución Trim

	tiempo total por lotes (24)
AV	21.28
	[Min]
NAV	48.70
	[Min]
MOV	19.08
	[Min]
Total	89.06

[Min]

Este proceso se refiere a todo el abastecimiento de los materiales necesarios para las estaciones ubicadas antes del “matrimonio”, estos materiales son aquellos que no han podido ser agregados al Kit Car debido a su tamaño, la presentación de su empaque o el cuidado que se debe tener para el mismo. La simulación FlexSim se muestra en la tabla 35,

Tabla 35
Dashboard de la distribución Trim



Como es posible observar en el caso de este proceso el tiempo de ciclo está muy cerca del Takt Time, eso significa que la cantidad de material entregada no debe ser muy lejana a la necesaria, el Dashboard demuestra eso justamente, dentro de los 84:96 minutos del Takt Time, el proceso está a punto de cumplir con la tarea asignada para el operario, pero no se lo puede conseguir.

Sub ensamble comunes

Tabla 36 Operaciones del Sub Ensamble Comunes
Operaciones del Sub Ensamble Comunes

Operación	Mediciones													Supl. Gen.	TC	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	actv	TN			
Carga Vagon subensambles comun	1.08	0.50	0.47	0.75	0.50	0.43	0.87	1.14	0.59	0.50	0.50	0.50	65	0.54	0.086667	0.63
trayecto Pesados- SEC	1.98	2.12	1.76	2.00	2.28	2.54	2.75	2.10	1.67	2.10	2.10	2.10	65	2.28	0.364	2.64
Descarga y desempaque wagon	6.50	5.75	6.94	6.50	7.14	6.23	6.98	6.50	7.30	5.97	6.50	6.50	65	7.04	1.126667	8.17
Trayecto SEC-Pesados	1.98	2.12	1.76	2.00	2.28	2.54	2.75	2.10	1.67	2.10	2.10	2.10	65	2.28	0.364	2.64
Retorno wagon vacio	1.13	0.50	0.47	0.75	0.83	0.43	0.50	1.14	0.59	0.74	0.50	0.50	65	0.54	0.086667	0.63
Recoger coches especiales	1.00	1.33	1.36	0.78	1.00	0.39	1.56	1.00	0.75	0.78	1.00	1.00	65	1.08	0.173333	1.26
trayecto SEC-linea	1.87	2.37	2.10	2.54	1.50	2.08	2.10	2.84	2.27	2.03	2.10	2.10	65	2.28	0.364	2.64
descargar coches especiales	1.25	2.73	2.00	2.48	1.50	2.00	2.28	2.46	2.72	2.00	2.00	2.00	65	2.17	0.346667	2.51
Trayecto linea-SEC	1.98	2.12	1.76	2.00	2.28	2.54	2.75	2.10	1.67	2.10	2.10	2.10	65	2.28	0.364	2.64
Descarga coches especiales vacios	2.03	1.40	1.75	1.40	1.12	1.37	1.76	1.40	2.17	1.23	1.40	1.40	65	1.52	0.242667	1.76
trayecto SE-tornilleria	0.39	1.15	0.51	1.02	0.47	1.23	0.27	1.87	0.31	0.51	0.51	0.51	65	0.55	0.0884	0.64
Recoger tornilleria	1.45	2.28	3.19	2.83	2.75	1.93	2.83	1.34	2.83	3.13	2.83	2.83	65	3.07	0.490533	3.56
trayecto	0.39	1.12	0.51	1.02	0.47	1.15	0.27	1.87	0.31	0.51	0.51	0.51	65	0.55	0.0884	0.64
entregar en subensables	2.00	1.50	1.75	3.10	2.00	2.73	2.25	1.89	2.08	2.00	2.00	2.00	65	2.17	0.346667	2.51
Trayecto sub ensamble a mat	0.73	1.83	0.59	0.84	1.29	2.10	0.49	0.84	1.07	0.89	0.84	0.84	65	0.91	0.1456	1.06
dejar y recoger gabetas vacias	0.15	0.12	0.33	0.54	0.29	0.45	1.03	0.33	0.87	0.29	0.33	0.33	65	0.36	0.0572	0.41
entrega striker a bastecimiento	1.02	0.19	0.47	0.75	0.30	0.43	0.71	0.30	0.59	0.50	0.30	0.30	65	0.33	0.052	0.38
Trayecto a sub ensamble	0.24	0.31	0.19	0.53	0.23	0.43	0.30	0.49	0.15	0.30	0.30	0.30	65	0.33	0.052	0.38
Recoger racks, cerebros custodio y radiador	0.73	1.33	1.36	0.78	1.00	0.39	1.56	1.00	0.84	0.96	1.00	1.00	65	1.08	0.173333	1.26
trayecto	2.00	2.19	1.76	1.96	2.28	2.54	2.75	1.96	2.00	1.52	2.00	2.00	65	2.17	0.346667	2.51
descargar coches especiales	1.06	0.50	0.47	0.76	0.83	0.43	0.50	1.14	0.59	0.87	0.50	0.50	65	0.54	0.086667	0.63
Descarga coches especiales vacios	3.07	3.46	2.75	3.00	3.44	3.36	2.91	3.00	3.75	3.12	3.00	3.00	65	3.25	0.52	3.77
trayecto	1.87	1.11	2.19	2.00	1.96	2.54	1.25	1.52	1.39	2.00	2.00	2.00	65	2.17	0.346667	2.51
Recoger wagon linea care	2.54	2.00	0.96	1.96	1.49	2.19	2.00	1.59	1.71	2.22	2.00	2.00	65	2.17	0.346667	2.51
trayecto	3.12	3.00	2.75	2.96	3.44	3.48	3.00	2.54	3.75	3.10	3.00	3.00	65	3.25	0.52	3.77
descargar wagon linea care	2.86	3.85	3.55	3.12	3.46	2.75	3.42	3.36	2.91	3.55	3.55	3.55	65	3.85	0.615333	4.46
Tiempo de espera para chequeo	2.10	1.87	3.00	2.28	2.00	1.57	2.89	2.00	2.07	2.19	2.00	2.00	65	2.17	0.346667	2.51
trayecto	1.19	1.33	1.36	1.49	1.00	0.39	1.56	1.00	0.75	0.81	1.00	1.00	65	1.08	0.173333	1.26

Tabla 37
Hoja de tareas estándar del Sub Ensamble Comunes

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area:		Tiempo Disponible de Operación:			Realizada por:						
Manejo de materiales					Marco Moran						
Nombre de Operación:		Equipo:		Página:	Fecha:						
Sub Ensamblés											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point		Curso de Excel básico									
Conocimientos del proceso		Capacitación de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)									
Conocimiento General del proceso a liderar		Capacitación Trabajo Estandarizado									
Conocimientos de Equipos de protección personal		Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas									
Manejo de Herramientas Según el area		Capacitación de GMS									
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	Carga Vagon subensambles comun		○	○	→	0.50	1	0.50	0.54	0.63
	2	trayecto Pesados- SEC		○	○	→	2.10	1	2.10	2.28	2.64
	3	Descarga y desempaque vagon		○	○	→	6.50	1	6.50	7.04	8.17
	4	Trayecto SEC-Pesados		○	○	→	2.10	1	2.10	2.28	2.64
	5	Retorno vagon vacio		○	○	→	0.50	1	0.50	0.54	0.63
	6	Recoger coches especiales		○	○	→	1.00	6	6.00	6.50	7.54
	7	trayecto SEC-linea		○	○	→	2.10	6	12.60	13.65	15.83
	8	descargar coches especiales		○	○	→	2.00	6	12.00	13.00	15.08
	9	Trayecto linea-SEC		○	○	→	2.10	6	12.60	13.65	15.83
	10	Descarga coches especiales vacios		○	○	→	1.40	6	8.40	9.10	10.56
	11	trayecto SE-tornilleria		○	○	→	0.51	1	0.51	0.55	0.64
	12	Recoger tornilleria		○	○	→	2.83	1	2.83	3.07	3.56
	13	trayecto		○	○	→	0.51	1	0.51	0.55	0.64
	14	entregar en subensambles		○	○	→	2.00	1	2.00	2.17	2.51
	15	Trayecto sub ensamble a mat		○	○	→	0.84	1	0.84	0.91	1.06
	16	dejar y recoger gabetas vacias		○	○	→	0.33	1	0.33	0.36	0.41
	17	entrega striker a abastecimiento		○	○	→	0.30	1	0.30	0.33	0.38
	18	Trayecto a sub ensamble		○	○	→	0.30	3	0.90	0.98	1.13
	19	Recoger racks, cerebros custodio y radiador		○	○	→	1.00	3	3.00	3.25	3.77
	20	trayecto		○	○	→	2.00	3	6.00	6.50	7.54
	21	descargar coches especiales		○	○	→	0.50	3	1.50	1.63	1.89
	22	Descarga coches especiales vacios		○	○	→	3.00	3	9.00	9.75	11.31
	23	trayecto		○	○	→	2.00	3	6.00	6.50	7.54
	24	Recoger vagon linea care		○	○	→	2.00	1	2.00	2.17	2.51
	25	trayecto		○	○	→	3.00	1	3.00	3.25	3.77
	26	descargar vagon linea care		○	○	→	3.55	1	3.55	3.85	4.46
	27	Tiempo de espera para chequeo		○	○	→	2.00	1	2.00	2.17	2.51
	28	trayecto		○	○	→	1.00	1	1.00	1.08	1.26
									108.57	117.62	136.44

Tabla 38
Tiempos de operación del Sub Ensamble Comunes.

	tiempo total por lotes (24)
AV [Min]	31.78
NAV [Min]	28.63
MOV [Min]	48.16
Total [Min]	108.57

El FlexSim se muestra en la tabla 40,

Tabla 39

Dashboard del Sub Ensamble Comunes

State Analysis			
	Total	releasing	empty
Entrega Vagones	98.2%	98.2%	1.8%
Entrega coches especiales en sub ensamble	94.7%	94.7%	5.3%
Entrega coches especiales en linea	96.4%	96.4%	3.6%

Input	
	Input
Entrega coches especiales en linea	18.0
Entrega Vagones	23.0
Entrega coches especiales en sub ensamble	19.0

Run Time:	5097.60 to 5097.60
-----------	--------------------

Este es uno de los procesos que presenta mayor déficit en su operación, mayoritariamente se debe al tiempo que toma la entrega de material en el área de sub ensambles comunes, lo cual afecta directamente a las demás entregas de material para el proceso, Como es el traslado de material desde el sub ensamble hasta la línea de producción. En este proceso existe un déficit de 24:01 minutos.

Pese a que el TT es variable para cada mes, ya que se recibe una hoja de tiempos para toda la planta, este no cambia en un porcentaje alto, por lo tanto este dato corrobora que la mayoría de los procesos de distribución están sobrepasados en su tiempo de ciclo y no logran cumplir sus labores al 100%.

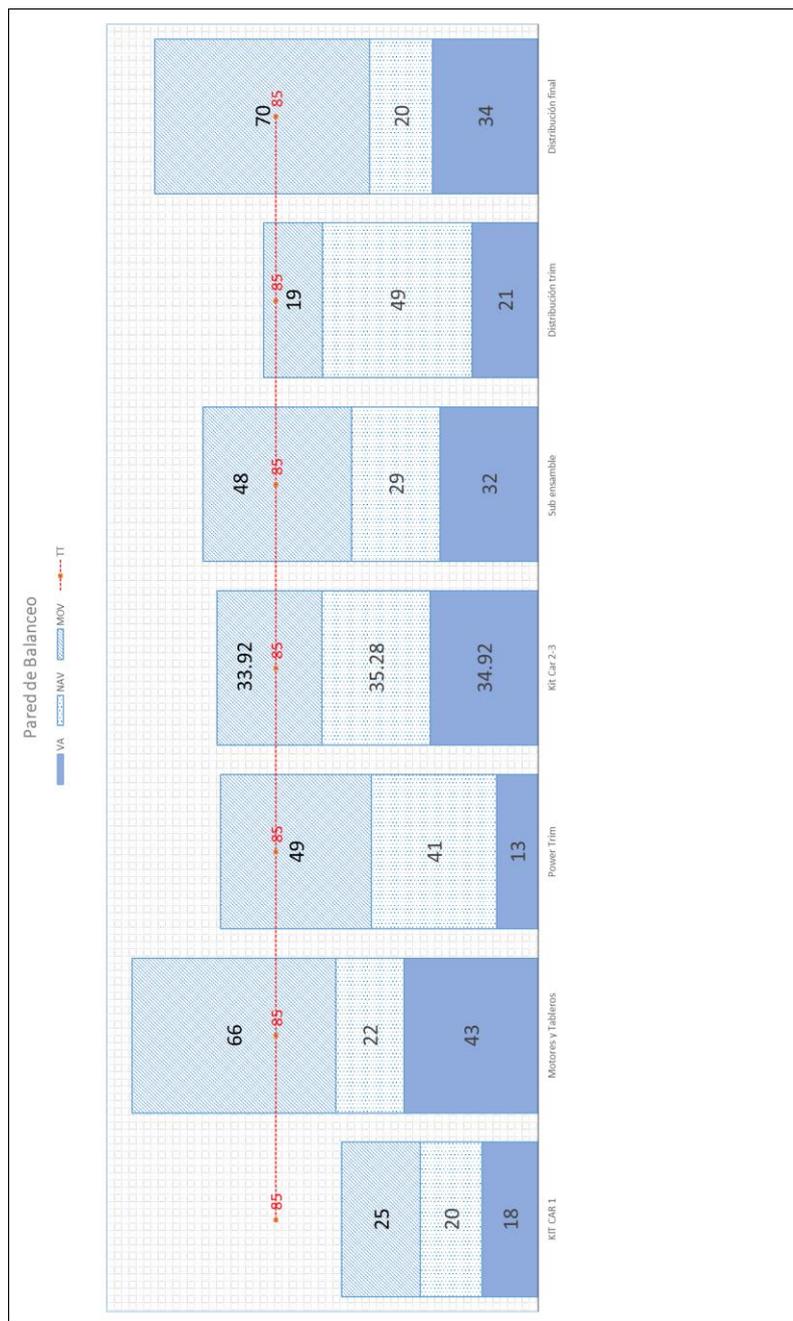


Figura 23. Pared de balanceo del primer y segundo tramo

Esta es la pared de balanceo del tramo 1 y 2 de la línea de producción de autos sin chasis, como se puede observar, en comparación al Takt Time, en su mayoría esta excedida en el tiempo de operación por lote. Las afectaciones en cuanto a exactitud de abastecimiento de material en la línea pueden deberse al gap de tiempo que se genera entre la distribución del material y el tiempo de ciclo en la línea.

De esta manera están conformados los tiempos que se muestran en las hojas de trabajo estandarizado para cada proceso de la distribución de materiales.

Finalmente y resumiendo se realizó una tabulación con los tiempos totales de cada uno de los procesos de la distribución de materiales en la línea de producción de autos sin chasis, lo que nos brinda un tiempo total de operación por lote para poder realizar los siguientes cálculos.

Tabla 40
Proceso de distribución vs. Tiempo

Proceso	tiempo x Proceso
KC1	63.68
Motores y tableros	131.75
Power trim	102.56
KC 2-3	104.12
Trim	89.06
Final	124.41
Sub Ensamblés	108.57
Total	724.15

Es necesario saber si la cantidad de personas que están en los puestos de trabajo son las adecuadas, para esto nos podemos ayudar de la pared de balanceo, ya que esta es una muy buena herramienta para determinar la cantidad de personas que se necesitan para completar la operación, siendo comparada con el Takt Time.

Se utilizará dos fórmulas para saber la cantidad de trabajadores que son necesarios.

La fórmula tiene que ver con el Takt time de la planta, la velocidad a la que se producen los autos en la línea de producción.

(Ecuación 5)

$$\text{Número de operarios} = \frac{\text{tiempo total de proceso por lote}}{\text{Takt Time por lote}}$$

$$\text{Número de operarios} = \frac{63.68 + 131.75 + 102.56 + 104.12 + 89.06 + 124.41 + 108.57}{3.54 * 24}$$

$$\text{Número de operarios} = \frac{724.15}{84.96}$$

$$\text{Número de operarios} = 8.52$$

Todos los tiempos han sido mostrados y tomados en minutos.

Tabla 41
Operarios en el Takt time.

	minutos x lote	Operarios necesarios	déficit operarios
TT	84.96	8.52	1.52 = 2

Estos cálculos nos indican que en efecto se está teniendo un déficit de personal para la adecuada operación del proceso, personas extra son necesarias para que se pueda cumplir correctamente con los tiempos de producción sin generar afectaciones en la línea de producción, ya que actualmente existen 7 personas para llevar a cabo el proceso de distribución de materiales. Lo cual se corrobora con la cantidad de rutas que se identificaron.

3.6 Estudio de movimientos

Para iniciar el análisis de los movimientos que se realizan en cada una de las operaciones del proceso de distribución de materiales, nos vamos a ubicar en el lay out, que fue previamente usado. Los procesos estarán identificados de la misma manera del estudio de tiempos, en dos tramos y en diferentes operaciones, en cada una de las rutas.

DIAGRAMA DE HILOS

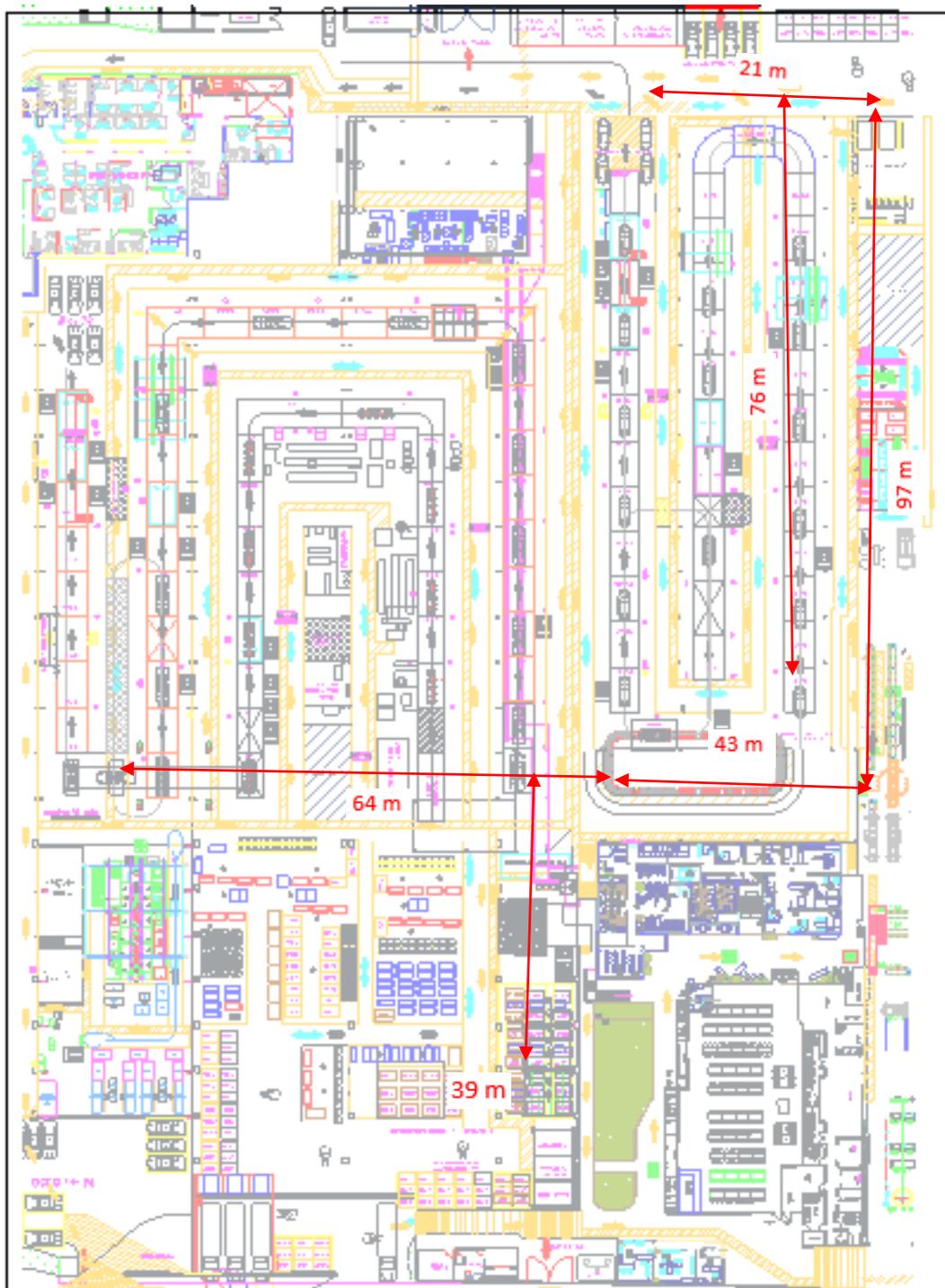


Figura 24. Diagrama de hilos proceso de distribución de materiales.

Tramo 1

Kit Car 1

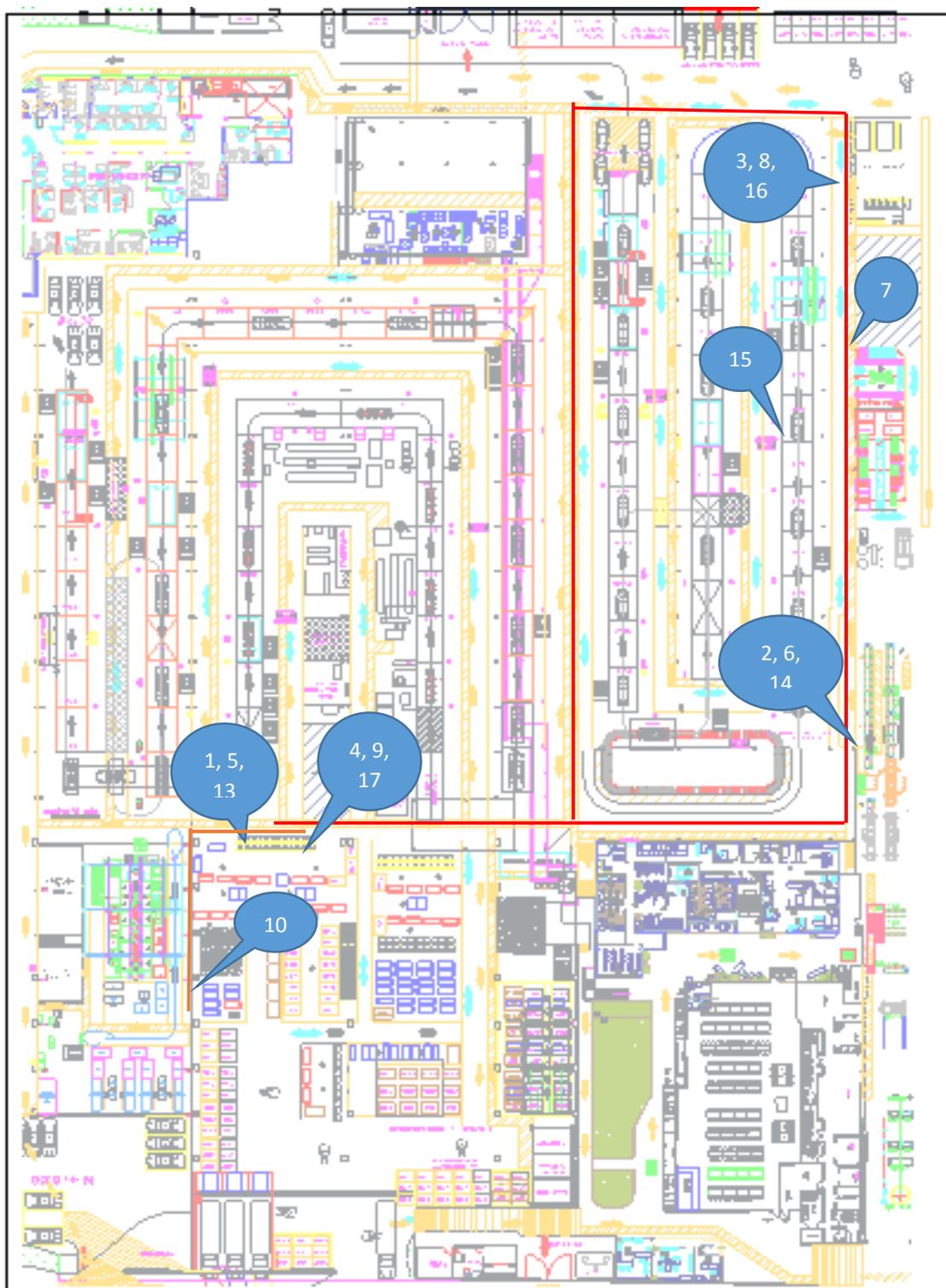


Figura 25. Diagrama de hilos del Kit Car 1.

Tabla 42
Operaciones en el Kit Car 1.

Num	Operación	Metros
1	Recoger KC lleno	
	trayecto	107
2	Descarga KC lleno en linea	
	trayecto	97
3	Carga KC vacio	
	Trayecto	194
4	Descarga KC vacio en linea mat	
	4 viajes, total	1592
5	Recoger KC llenos	
	trayecto	107
6	descargar KC llenos	
7	recoger SPS vacios motores	87
8	Recoger Kit Car vacios	10
	Trayecto	194
9	Descargar KC vacios linea	
10	descargar SPS vacios motores	26
11	Salida de SPS	15
12	recoger valorados	
13	cargar KC armado	19
	Trayecto	107
14	Descargar KC en TA01	
15	Entrega de valorados	76
16	Carga KC vacios	97
	trayecto	194
17	descarga KC vacios	

Nota: Total metros recorridos para rutas Kit Car 1 = 2509 m

Motores y Tableros

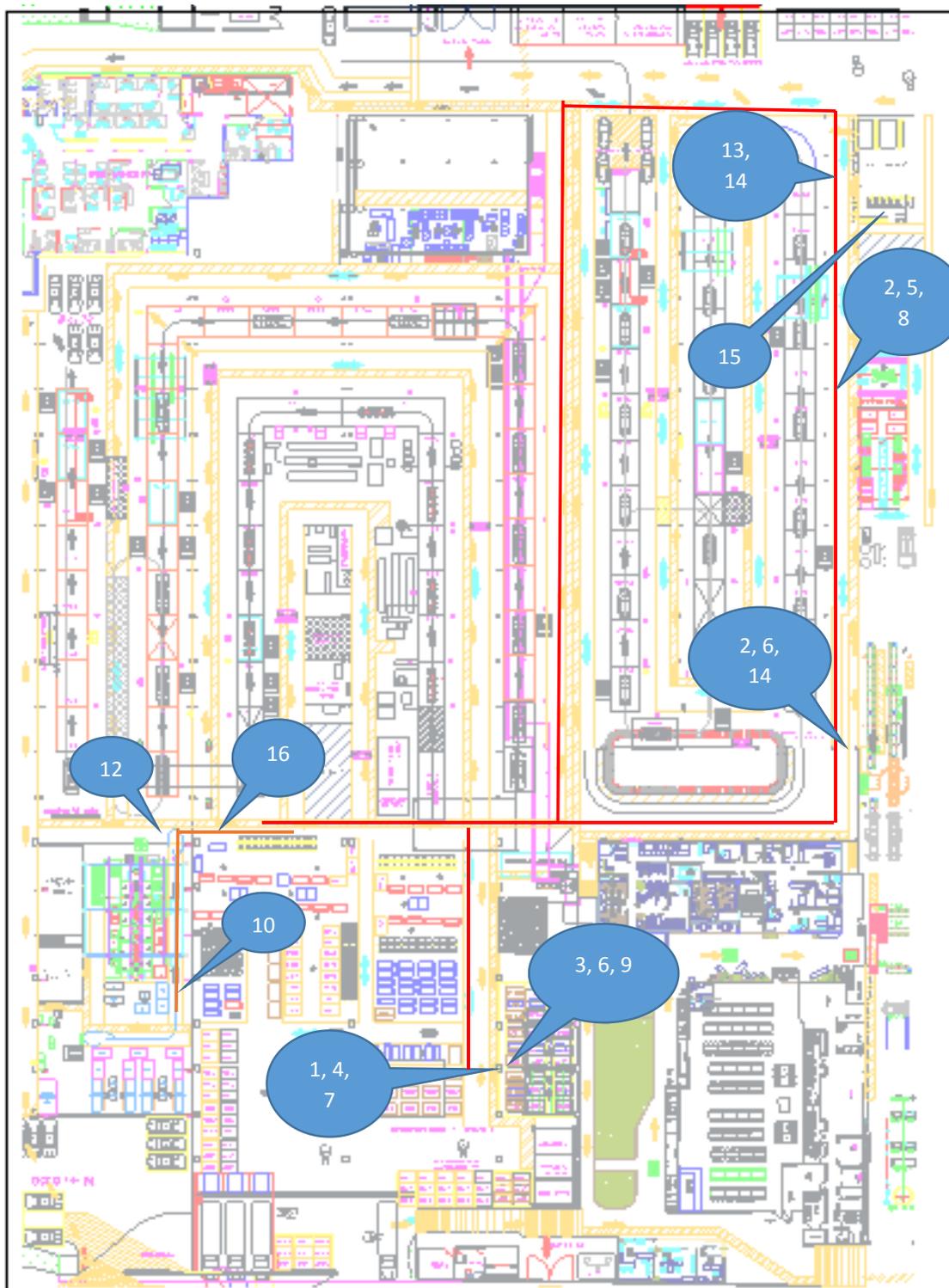


Figura 26. Diagrama de hilos de la etapa de motores y tableros.

Tabla 43 Operaciones en la etapa de motores y tableros.
Operaciones en la etapa de motores y tableros.

Operación		
Num	Operacion	Metros
1	Carga Plat motores	
	Trayecto	202
2	Descarga plat moto, y carga vacia	
	Trayecto	202
3	Descarga plat vacia mot	
	total 3 viajes	1212
4	Carga plataforma llena cajas	
	Trayecto	202
5	Descarga plat llena, recoge vacias	
	Trayecto	202
6	Descarga plat vacia	
	total 2 viajes	808
7	Carga plataforma llena diferenciales	
	Trayecto	202
8	Descarga plat llena, recoge vacias	
	Trayecto	202
9	Descarga plat vacia	
	total 2 viajes	808
10	Salida de coche	20
11	Carga SPS motores	
12	Carga tableros	15
	trayecto	248
13	Entrega tableros	
14	Entrega SPS mot	10
15	Carga tab vacios	10
		248
16	descarga tab vacios	
	total 4 viajes	2204

Nota: Total metros recorridos para rutas de Motores y Tableros = 5032 m

Power Trim

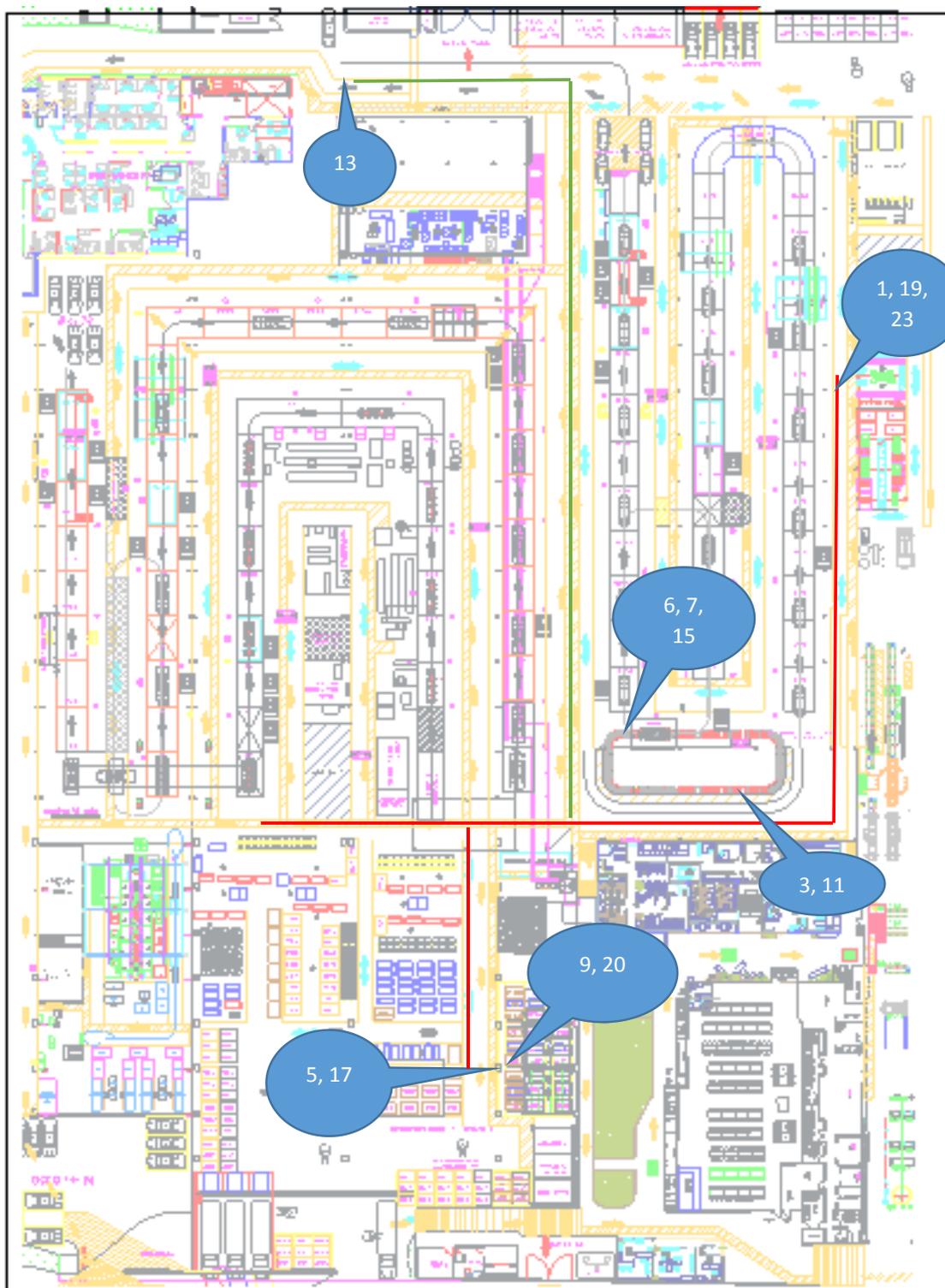


Figura 27. Diagrama de hilos proceso del Power Trim.

Tabla 44
Operaciones en el Power Trim.

Operación		
Num	OPERACION	METROS
1	Retirar motores de SEM	
2	trayecto	84
3	Descargar motores	
4	trayecto	82
5	Recoger vagon PT	
6	Ubicar material vagon	82
	12 viajes	2976
7	Recoger RE vacios	
8	trayecto	82
9	Descargar vacios y recoger RE llenos	
10	trayecto	82
11	Descarga en power trim	
	2 viajes	328
12	Trayecto a tornilleria	133
13	Retirar tornilleria	
14	Trayecto	133
15	Descargar tornilleria	
	1 viaje	266
16	Trayecto SE moto-pesa	127
17	Carga racks especiales	
18	trayecto	127
19	entrega rack subensamble	
	1 viaje	254
20	Recoger tapiceria	
21	Trayecto pesados motores	82
22	trayecto	82
23	Entregar racks especiales tapiceria	
	1 viaje	164

Nota: Total metros recorridos para rutas de Power Trim = 3988 m

Tramo 2

Kit Car 2-3

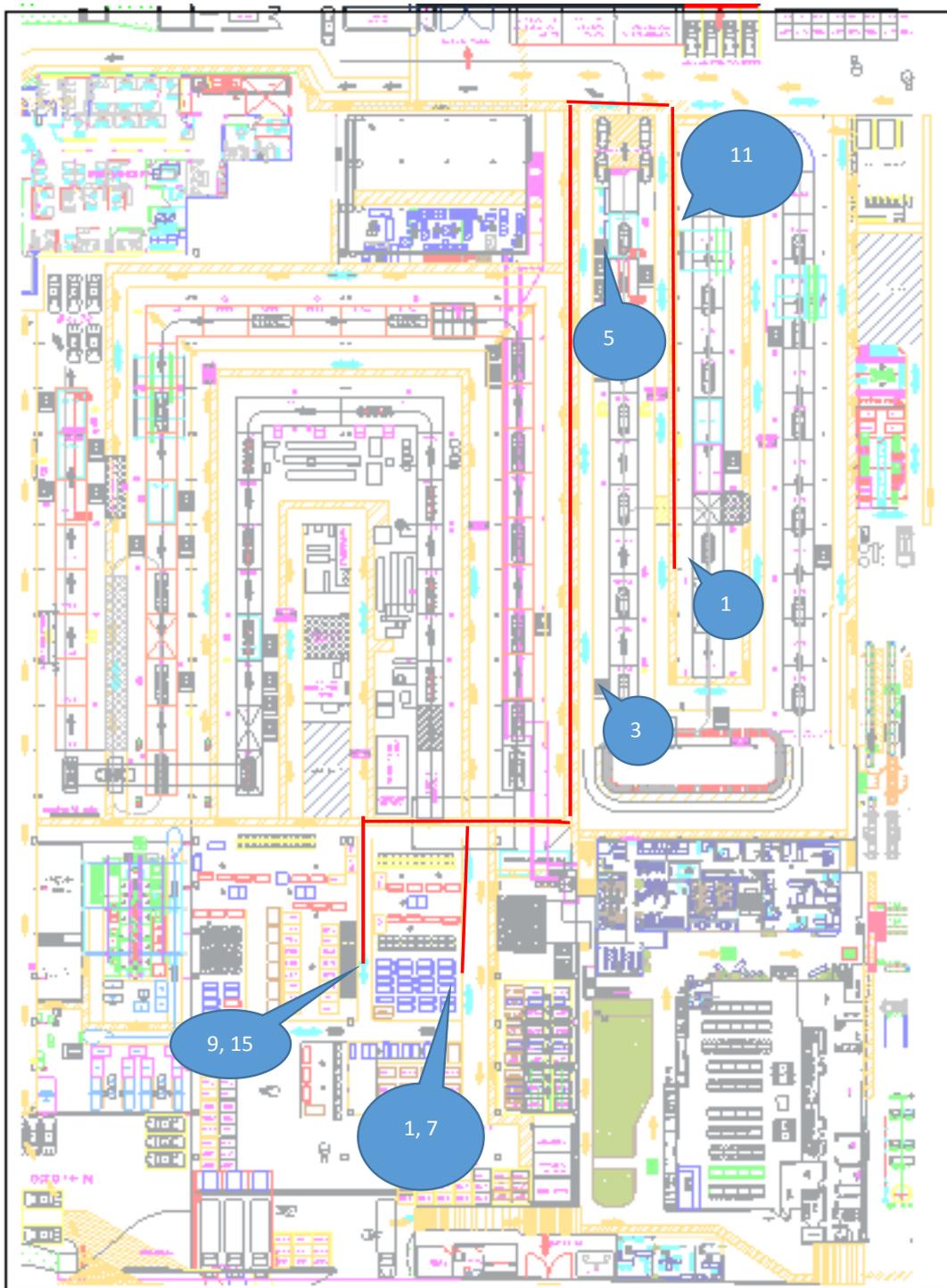


Figura 28. Diagrama de hilos del Kit Car 2-3.

Tabla 45
Operaciones del Kit Car 2-3.

Operación		
Num	OPERACION	METROS
1	Carga Kit Car 3 armado	
2	trayecto	254
3	Descarga Kit Car 3 armados	
4	Trayecto	97
5	Carga Kit Car 3 vacios	
6	trayecto	157
7	Descarga Kit Car 3 vacios	
8	trayecto	23
	4 viajes	2124
9	Carga Kit Car 2 armado	
10	trayecto mat-linea	191
11	Descarga Kit Car 2 armado	
12	trayecto KC2 lleno-KC2vacio	63
13	Carga Kit Car 2 vacio	
14	trayecto Linea-Materiales	254
15	Descarga kit Car 2 vacio	
16	trayecto a KC3 armado	23
	4 viajes	2124

Total de metros recorridos para rutas de Kit Car 2 y Kit Car 3 = 4248 m

Final

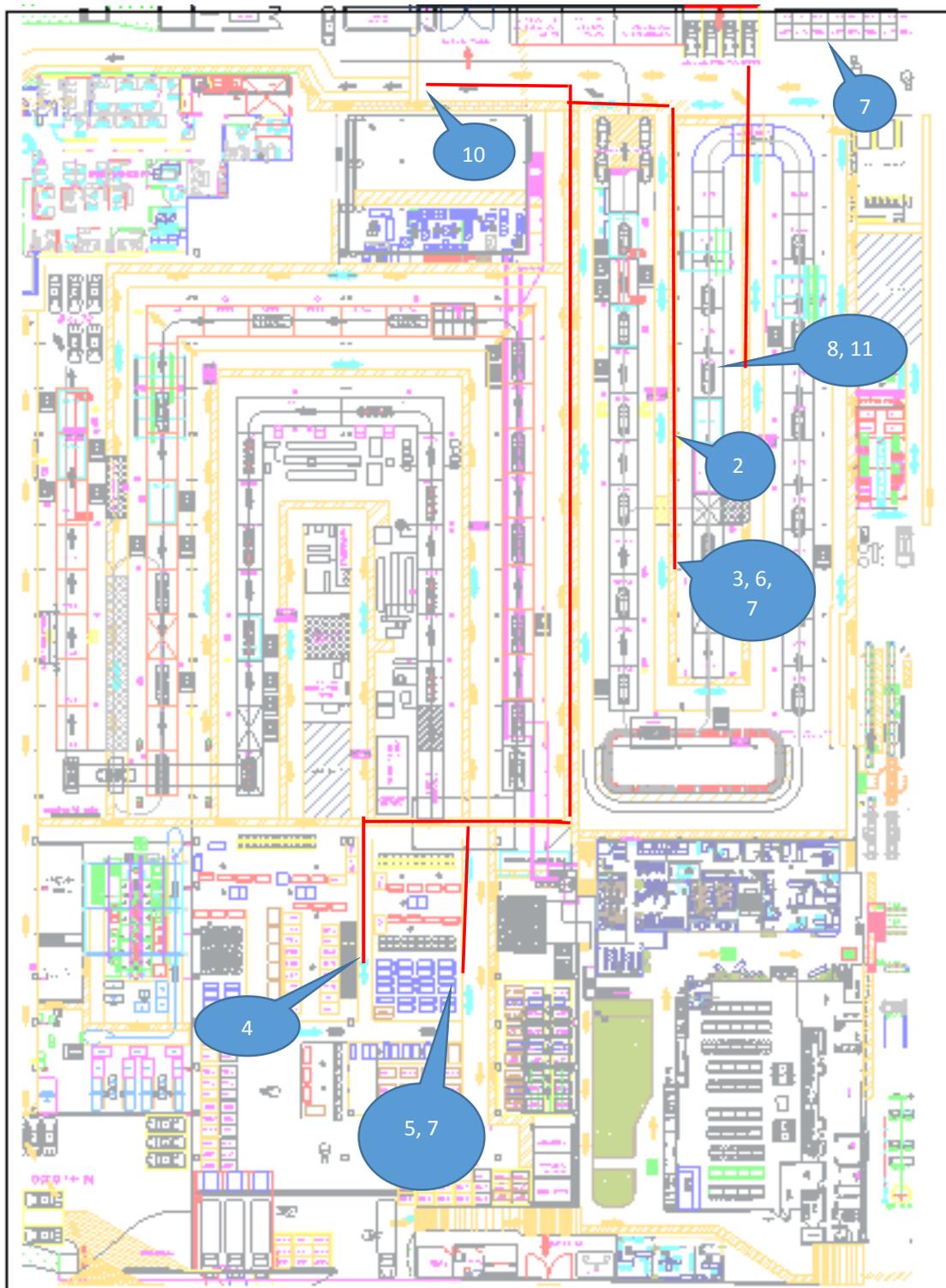


Figura 29. Diagrama de hilos proceso final.

Tabla 46
Operaciones en el proceso final.

Num	Operación	Metros
1	Carga coches especiales	
	trayecto	248
2	repartir material coches especiales	
	trayecto	15
3	Cargar Kit Car 2 vacio	
	Trayecto	240
4	Entregar Kit Car 2 vacio	
	1 viaje	503
5	Cargar tanques	
	Trayecto	248
6	descargar tanques	
	trayecto	12
7	Cargar coches y racks E	
	Trayecto	260
8	Descarga coches y Rack Especial	
	8 viajes	4160
7	Carga bumpers	
	trayecto	53
8	descarga bumpersy recoger vacios	
	6 viajes	318
10	Cargar tornilleria	
	Trayecto	152
11	Entregar tornilleria	
	1 viaje	152

Nota: Total metros recorridos para rutas de Distribución final = 5133 m

Distribución Trim

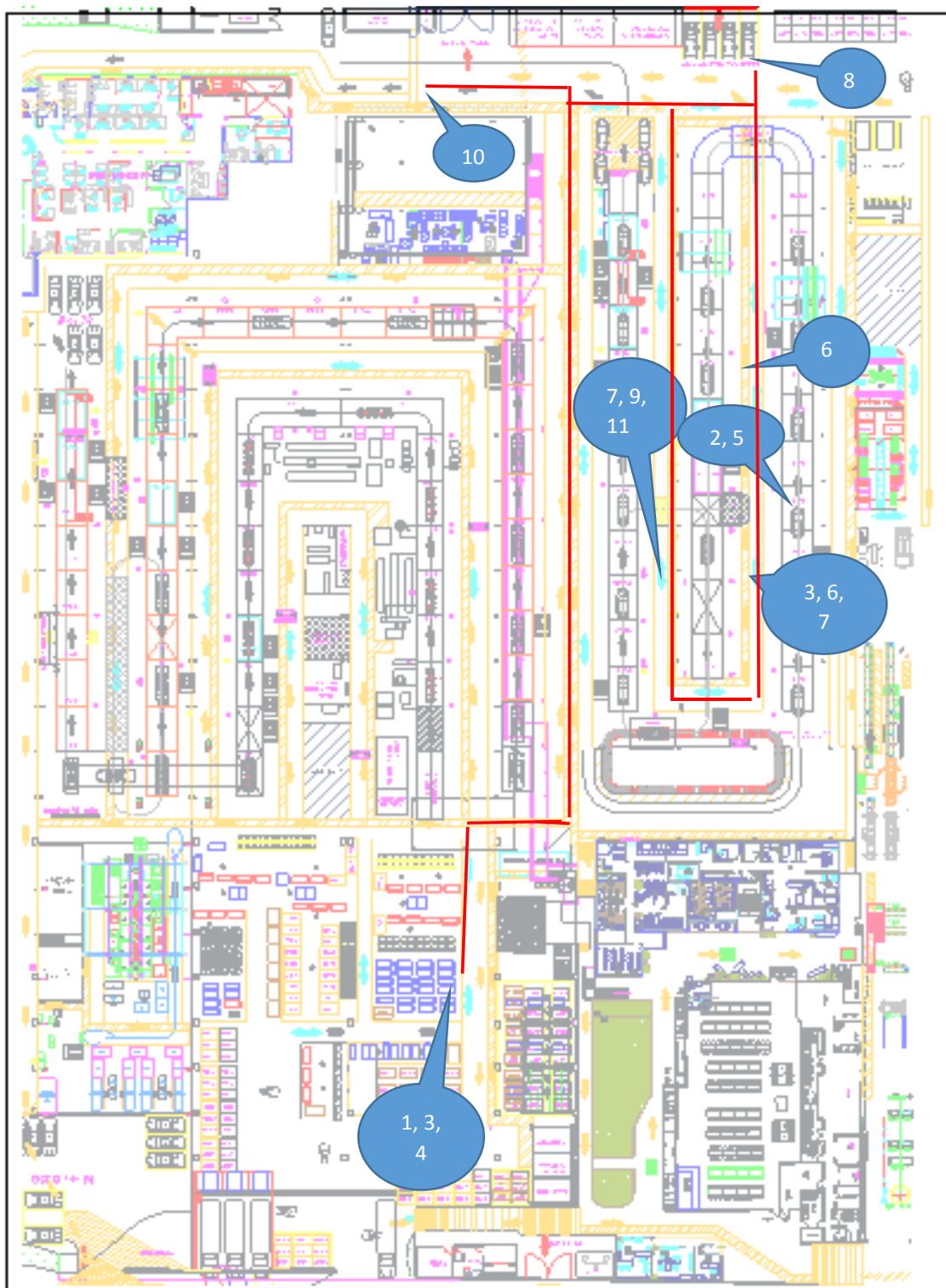


Figura 30. Diagrama de hilos del proceso de distribución Trim.

Tabla 47
Operaciones en la distribución Trim.

Operación		
Num	OPERACION	METROS
1	Recoger Vagon	
	Trayecto pesados-trim	210
2	entregar vagon	
	entregar vagon cauchos	
	entregar vagon harness	
	Trayecto	210
3	Descarga vagones vacios	
	1 viaje	420
4	Carga RE y CE	
	Trayecto	215
5	Decarga RE y CE	
	Trayecto	215
6	Recoger gabetas vacias tornilleria	
	3 viajes	1290
7	Carga racks bumpers vacios	
	Trayecto	55
8	Carga racks bumpers llenos	
	Trayecto	55
9	Entrega Racks Bumpers	
	6 viajes	660
	Trayecto	115
10	Recoge Tornilleria y entrega gabetas vacias	
	Trayecto	118
11	Entrega tornilleria	
	1 viaje	233

Nota: Total metros recorridos para rutas de Distribución Trim = 2603 m

Sub Ensamblés

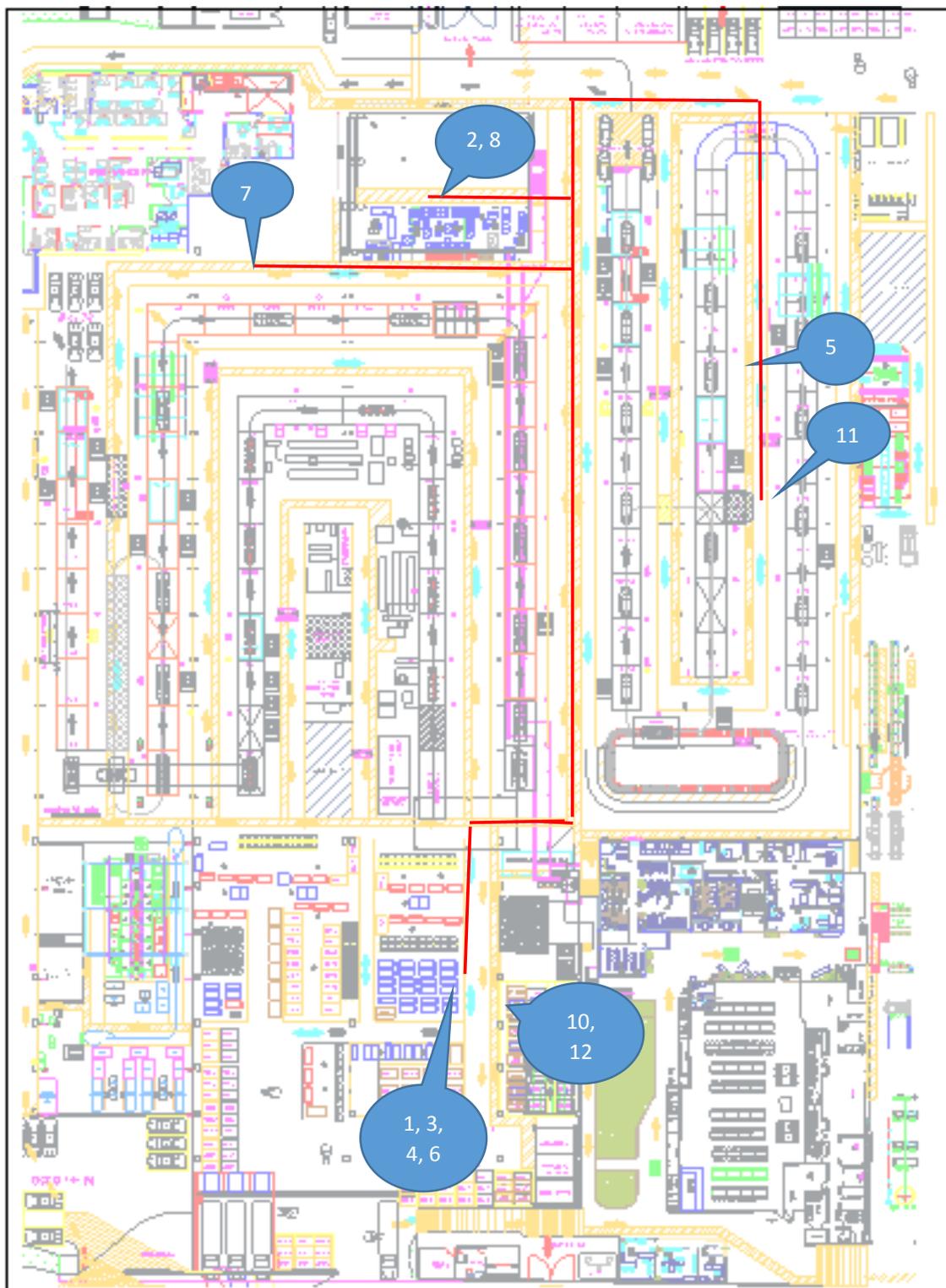


Figura 31. Diagrama de hilos de los sub ensamblés.

Tabla 48
Operaciones en los sub ensambles.

Num	OPERACION	METROS
1	Carga Vagon subensambles comun	
	trayecto Pesados- SEC	146
2	Descarga y desempaque vagon	
	Trayecto SEC-Pesados	146
3	Retorno vagon vacio	
	1 viaje	292
4	Recoger coches especiales	
	trayecto SEC-linea	97
5	descargar coches especiales	
	Trayecto linea-SEC	97
6	Descarga coches especiales vacios	
	6 viajes	1164
	trayecto SE-tornilleria	5
7	Recoger tornilleria	
	trayecto	5
8	entregar en subensables	
	Trayecto sub ensamble a KC 1 mat	136
9	dejar y recoger gabetas vacias	
	1 viaje	146
	Trayecto a sub ensamble	148
10	Recoger racks, cerebros custodio y radiador	
	1 trayecto	97
11	descargar coches especiales	
	trayecto	97
12	Descarga coches especiales vacios	
13	Recoger vagon linea care	
	trayecto	102
14	descargar vagon linea care	
	Tiempo de espera para chequeo	
	1 viaje	102

Nota: Total metros recorridos para rutas de Distribución Sub Ensamblés = 2730 m

En todos los casos de los diferentes procesos de la distribución de materiales de la línea de producción de autos sin chasis, se ha tomado las distancias en metros que deben ser recorridas por cada uno de los operarios referentes a un lote de producción, es decir, estas mediciones corroboran la cantidad de distancia necesaria para cada uno de los tiempos necesarios que han sido especificados en las hojas de trabajo estandarizado.

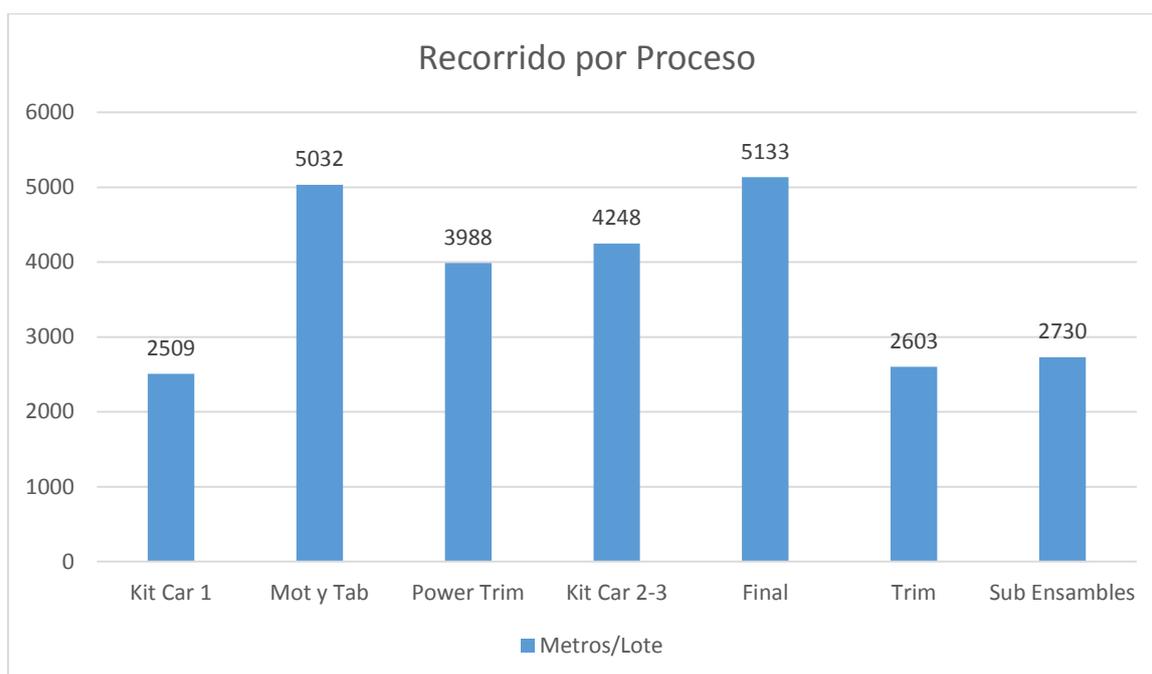


Figura 32. Diagrama de barras del recorrido por proceso.

3.7 VSM

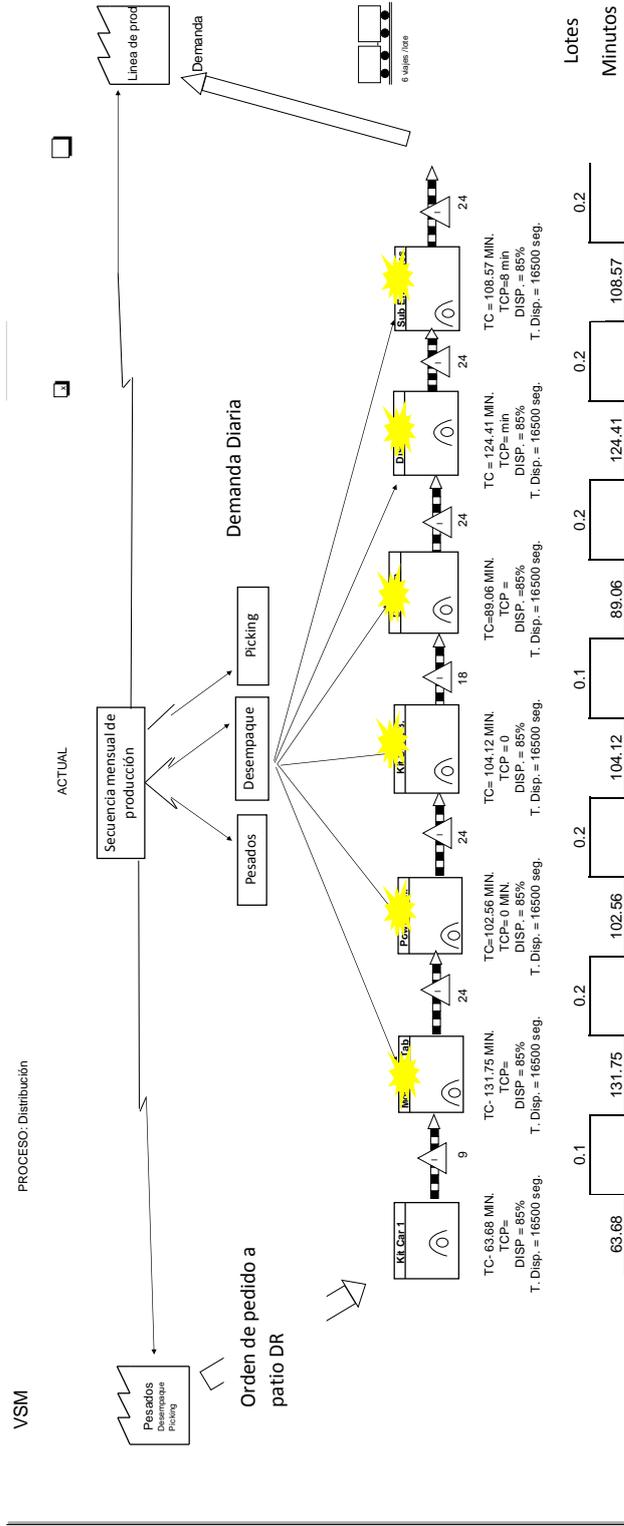


Figura 33. Secuencia mensual de producción VSM.

Resumen de la Situación Actual.

Para agrupar la información encontrada a lo largo del capítulo de la situación actual, tenemos que:

En el caso del estudio de tiempos, ha sido indicado que son necesarios 8.52 operarios, lo que significa 9 personas para poder completar la operación de la distribución de materiales en el tiempo adecuado. Y actualmente existen solamente 7 personas asignadas para este proceso, sin opción a solicitar más trabajadores.

En el caso de los movimientos, la distancia recorrida entre todos los coches eléctricos es de 26243 metros por cada lote de producción (24 unidades).

La simulación en el software FlexSim, indica que en los procesos existe un déficit de tiempo, si se quiere completar la distribución de materiales en base al Takt Time. Esto se evidencia ya que no es posible entregar las 24 unidades con los tiempos tomados en la operación.

El diagrama VSM, indica y corrobora la falta de tiempo en cada una de las operaciones de la distribución de materiales. En cuanto al stock de materia prima que se maneja en los puestos de uso, el diagrama indica que es el adecuado ya que existe un análisis de los niveles de stock que se deben manejar en estas operaciones, y las cantidades actuales se encuentran dentro del rango, que en la mayoría de los casos esta entre el 80% y 100% de un lote de producción, es decir el proceso de abastecimiento debe estar adelantado al menos en un 80% del lote de producción que se encuentra en la línea.

4. CAPITULO IV. PROPUESTA DE MEJORA

4.1 Resumen

Este proyecto busca generar una Optimización en la distribución de materiales de una línea de ensamblaje de automóviles, a través del uso y aplicación de técnicas de estandarización y optimización, de esta manera mejorar el desempeño en la operación de este proceso.

Por lo tanto, mediante las técnicas de análisis de causa raíz en el capítulo de la situación actual, se identificó que los problemas existentes como: material mutilado en el punto de uso, mala ubicación en la línea de ensamblaje, exceso de material, etc. Los mismos que apuntan a que el mayor problema que se ha presentado es la falta de tiempo para cumplir de manera adecuada los procesos de la distribución de materiales en la línea de producción.

Este problema es corroborado totalmente con el análisis de tiempos y movimientos, el mismo que demuestra con hechos que el tiempo en la operación de este proceso es un factor determinante, ya que las mediciones demuestran la falta de operarios necesarios que existen para llevar a cabo el proceso.

4.2 Propuesta de mejora

Principalmente la propuesta de mejora se trata sobre el rebalanceo de las actividades del proceso de distribución de materiales. Los mismos que se van a llevar a cabo, después de que han sido identificados los tiempos y procedimientos que no agregan valor, distribuyéndolos de manera adecuada, para que se pueda cumplir con los tiempos designados para los procesos, es decir, para que la operación se pueda llevar a cabo dentro del Takt time.

Con el afán de un rebalanceo adecuado de los tiempos en la operación y según los datos obtenidos en el capítulo III del proyecto, se puede observar que

alrededor de un 40% de tiempo de operación no agrega valor, es decir, que las tareas que se están realizando generan demasiados desperdicios.

Todos estos desperdicios son generados en los momentos en que cada cochero se detiene en cada uno de los puntos de entrega de material en la línea de producción, y se baja del equipo móvil para entregar el material. Cada una de estas demoras significa a la larga mucho tiempo desperdiciado de manera innecesaria.

Por lo tanto y en base a la información obtenida de los procesos, la propuesta se centra en generar dos nuevas actividades dentro del proceso de distribución de materiales, los cuales serán conocidos como “satélites”, y funcionarán en cada uno de los 2 tramos de la línea de producción de autos sin chasis.

Específicamente estas operaciones no contarán con un coche, lo cual significa que estos dos puestos de trabajo estarán encargados solamente de recibir los materiales y entregarlos de manera adecuada en los puntos de uso. Así, se maximizará el uso de los equipos móviles que son necesarios para el adecuado funcionamiento del proceso de distribución, pero la operación será optimizada, ya que se prescindirá de dos equipos móviles.

A continuación, se tiene el diagrama de flujo del nuevo proceso “Satélite”

Tabla 49

Diagrama de flujo del proceso satélite.

Item	PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	CUENTE
1			Inicio		
2	Manejo de materiales (distribucion)	materiales trasladados mediante equipo movil y cochero	Recepción de materiales en línea de producción		
3			Preparación de materiales		
4					
5				Entrega de materiales en punto de uso	Ensamble
6			Fin		

Inicio

materiales trasladados mediante equipo movil y cochero

Recepción de materiales en línea de producción

Preparación de materiales

Entrega de materiales en punto de uso

Ensamble

Fin

Actualmente el proceso cuenta con 7 operarios, los cuales cuentan cada uno con un coche eléctrico, es decir, 7 coches eléctricos y no se logra cumplir a cabalidad con los tiempos estipulados de la línea. Se busca llevar a cabo la misma operación con: 7 operarios, 5 coches eléctricos y cumpliendo el Takt Time destinado por lote de producción.

Los procesos que se llevan a cabo en la línea de producción son los mismos, por lo cual, la distribución de materiales debe cumplir con las mismas actividades, aunque de diferente manera. Pero se debe garantizar el abastecimiento de material en el momento adecuado en la línea de producción. Por lo tanto, la línea de producción de autos sin chasis tiene la misma distribución; tramo 1 y tramo 2. Para lo cual los nuevos procesos de la distribución de materiales son:

Tabla 50

Nuevos procesos de la distribución de materiales en el tramo 1 y 2.

Tramo 1	Tramo 2
Kit Car 1, tableros	Kit Car 2 - 3
Sub Ensamble Motores, Power trim	Trim y Sub Ensamble comunes
Satélite 1	Final
	Satélite 2

El nuevo balanceo de los tiempos del proceso de distribución, se lo llevó a cabo en las hojas de trabajo estandarizado, ya que esta es la herramienta adecuada en la que se debe realizar este tipo de optimizaciones, la cual empresa ayudó a identificar los tiempos de desperdicio. Basándose en las hojas de trabajo estandarizado de la situación actual, se puede encontrar mejoras en cuanto al tiempo, las mismas que pueden ser repartidas en otras operaciones.

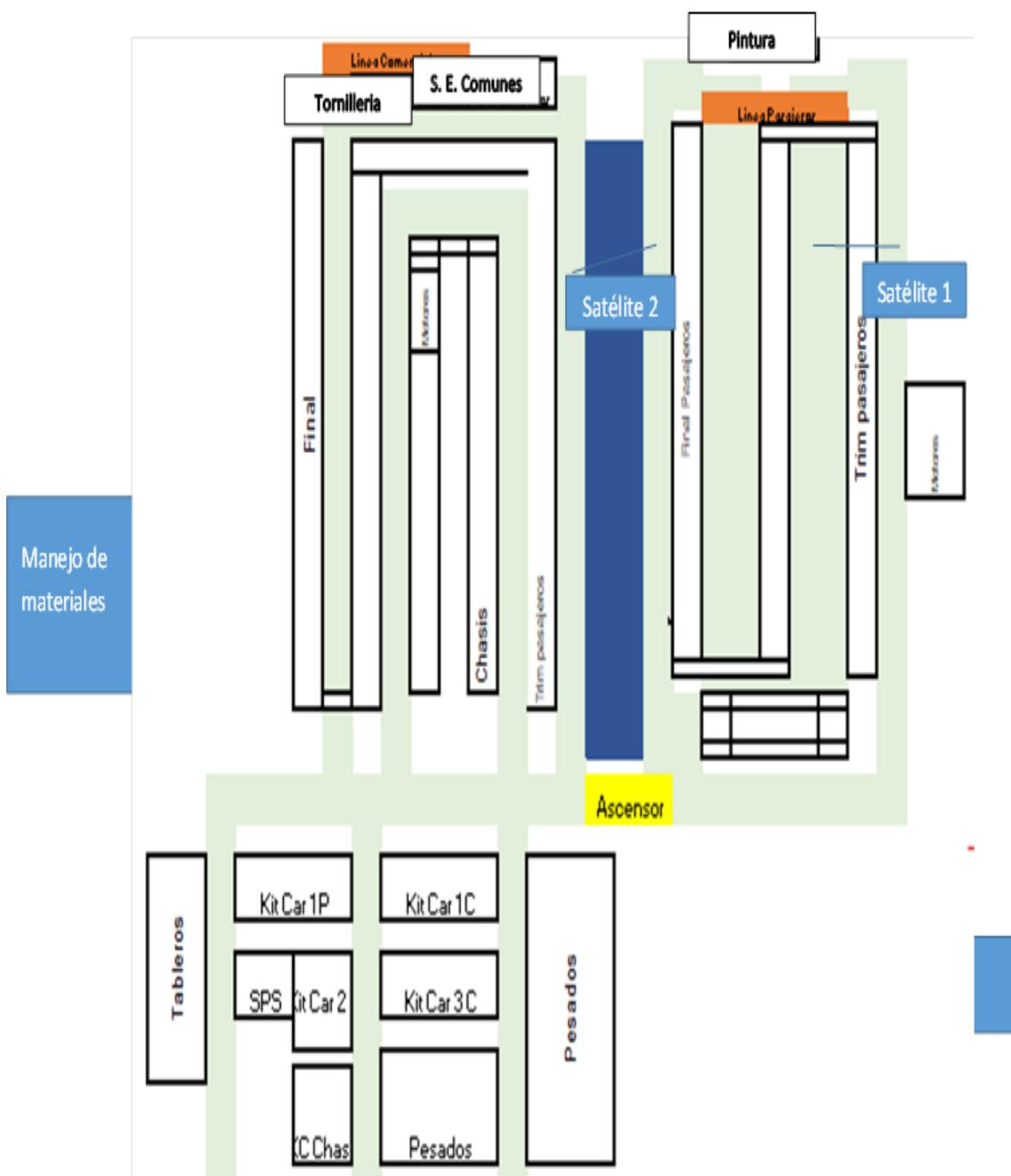


Figura 34. Esquema de los nuevos procesos de la distribución de materiales en el tramo 1 y 2.

A continuación, se mostrarán las nuevas hojas de trabajo estandarizado:

Tramo 1

Kit Car 1 y Tableros

Tabla 51

Nueva hoja de tareas estándar del Kit Car 1 y de los tableros.

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Área: Manejo de materiales			Tiempo Disponible de Operación:			Realizada por: Marco Moran					
Nombre de Operación: Kit Car 1			Equipo:		Página:	Fecha:					
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitación de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitación Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de proteccion personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el area			Capacitación de GMS								
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	ENGANCHAR KIT CAR 1 MATERIALES		●	□	→	1	6	8.22	10.28	11.92
	2	TRAYECTO MATERIALES - KITCAR 1		○	□	→	2	6	12.24	15.30	17.75
	3	DESENGANCHE KIT CAR 1		●	□	→	0.25	6	1.50	1.88	2.18
	4	TRAYECTO KITCAR 1 - TA12		○	□	→	0.32	6	1.92	2.40	2.78
	5	ENGANCHE KIT CAR 1 VACIOS		●	□	→	0.25	6	1.50	1.88	2.18
	6	TRAYECTO MATERIALES - KITCAR 1		○	□	→	1.50	6	9.00	11.25	13.05
	7	ENGANCHE TABLEROS VACIOS		●	□	→	0.83	4	3.32	4.15	4.81
	8	TRAYECTO TABLEROS - LINEA		○	□	→	3.42	4	13.68	17.10	19.84
	9	DESENGANCHE TABLERSO LINEA		●	□	→	0.25	4	1.00	1.25	1.45
	10	ENGANCHE RACK VACIOS TABLEROS		●	□	→	0.25	4	1.00	1.25	1.45
	11	TRAYECTO LINEA TABLEROS		○	□	→	1.50	4	6.00	7.50	8.70
	12	DESENGANCHE TABLEROS SUB ENSAMBLE		●	□	→	2.50	4	10.00	12.50	14.50
	13	ENGANCHE SPS LLENOS		●	□	→	0.50	1	0.50	0.63	0.73
	14	TRAYECTO SPS A LINEA		○	□	→	3.42	1	3.42	4.28	4.96
	15	DESENGANCHE SPS MOTORES		●	□	→	0.25	1	0.25	0.31	0.36
	16	LEVAR VALORADOS		○	□	→	0.50	1	0.50	0.63	0.73
	17	TRAYECTO ENTREGA VALORADOS		○	□	→	3.17	1	3.17	3.96	4.60
	18	ENGANCHE MOTORES SUBENSAMBLE		●	□	→	0.25	3	0.75	0.94	1.09
	19	TRAYECTOS SUBEN MOTORES - POWER TRAIN		○	□	→	0.60	3	1.80	2.25	2.61
	20	DESENGANCHE MOTORES POWER TRAIN		●	□	→	0.25	3	0.75	0.94	1.09
	21	ENGANCHE RACK VACIOS		○	□	→	0.25	3	0.75	0.94	1.09
	22	TRAYECTO POWER TRAIN SUB ENSAMBLE MOTORES		○	□	→	0.60	3	1.80	2.25	2.61
	23	DESENGANCHE RACK VACIOS		●	□	→	0.25	3	0.75	0.94	1.09
							Total		83.82	104.78	121.54

Tabla 52

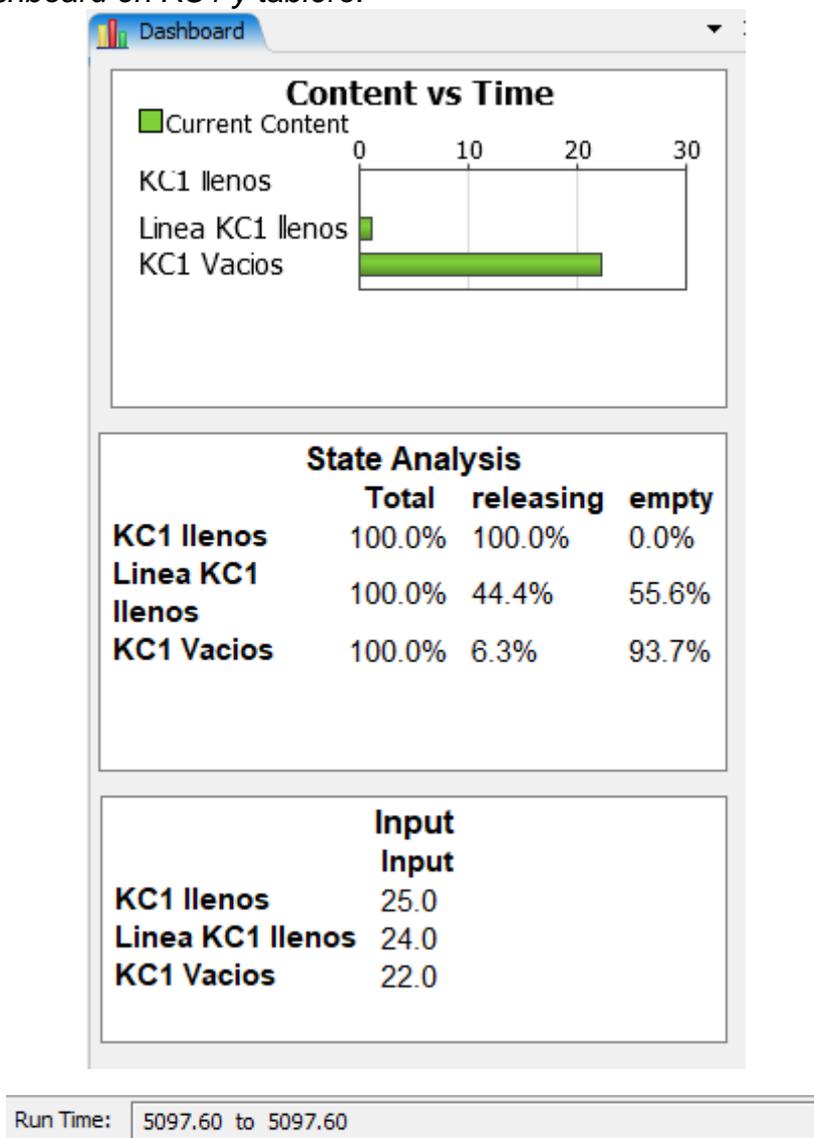
Nuevos tiempos de producción en KC1 y tablero.

	tiempo total por lotes (24)
AV [Min]	19.54
NAV [Min]	11.25
MOV [Min]	53.03
Total [Min]	83.82

FlexSim Kit Car 1

Tabla 53

Nuevo Dashboard en KC1 y tablero.



El proceso ahora tiene un más de actividades que en la situación actual, lo cual facilito al balanceo de cargas de trabajo a los demás procesos. Pese a que se aumentaron actividades su tiempo es adecuado, 83.82 minutos de 84.96 minutos que es el Takt Time para el lote de producción.

Motores y Power Trim

Tabla 54

Nueva hoja de tareas estándar en motores y Power Trim.

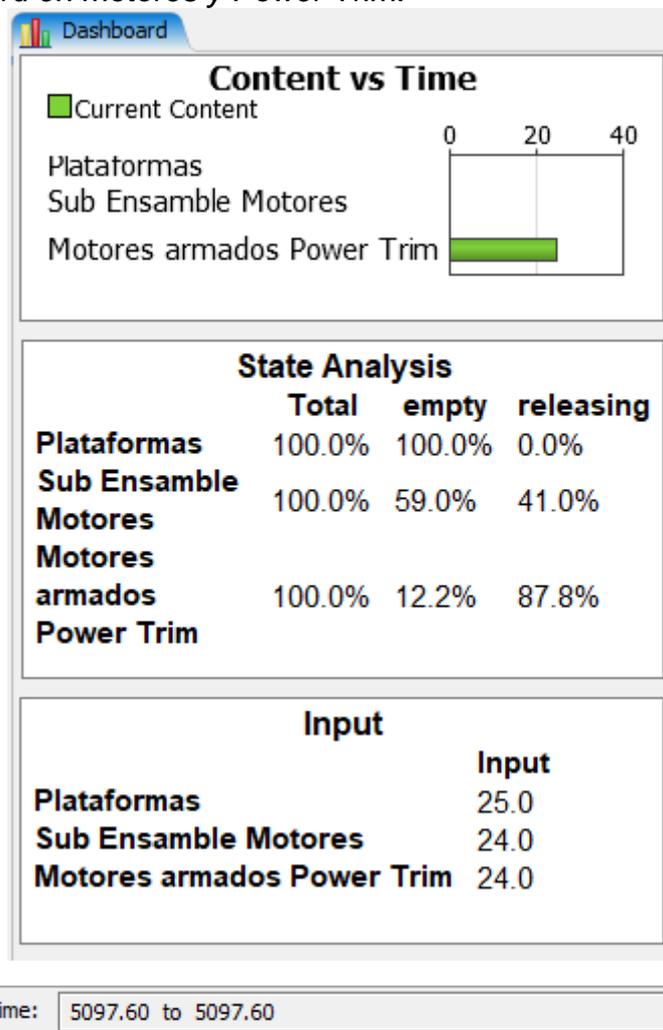
HOJA DE TAREAS ESTANDAR										
Departamento / Área: Manejo de materiales			Tiempo Disponible de Operación:			Realizada por: Marco Moran				
Nombre de Operación: Motores y Tableros			Equipo:		Página:	Fecha:				
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:										
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico							
Conocimientos del proceso			Capacitación de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)							
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitación Trabajo Estandarizado							
Conocimientos de Equipos de protección personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas							
Manejo de Herramientas Según el área										
Conocimientos basicos de seguridad industrial										
Manejo de personal de equipo de trabajo.										
#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estanda: x lote: (Min)	Frecuencia	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
1	ENGANCHE PLATAFORMA MOTORES		○	○	→	1.30	3	3.90	4.88	5.66
2	TRAYECTO PESADOS A SUB ENSAMBLE MOTORES		○	○	→	1.60	3	4.80	6.00	6.96
3	DESCARGA Y CARGA PLATAFORME EN SUBENSAMBLE MOT		○	○	→	2.00	3	6.00	7.50	8.70
4	TRAYECTO SUB - MATERIALES		○	○	→	1.60	3	4.80	6.00	6.96
5	DESCARGA PLATAFORMA VACIA		○	○	→	1.00	3	3.00	3.75	4.35
6	ENGANCHE PLATAFORMA CAJAS		○	○	→	1.30	2	2.60	3.25	3.77
7	TRAYECTO PESADOS A SUB ENSAMBLE MOTORES		○	○	→	2.00	2	4.00	5.00	5.80
8	DESCARGA Y CARGA PLATAFORME EN CAJAS		○	○	→	2.00	2	4.00	5.00	5.80
9	TRAYECTO SUB - MATERIALES		○	○	→	3.00	2	6.00	7.50	8.70
10	DESCARGA PLATAFORMA VACIA		○	○	→	1.00	2	2.00	2.50	2.90
11	ENGANCHE PLATAFORMA DIFERENCIALES		○	○	→	1.00	2	2.00	2.50	2.90
12	TRAYECTO PESADOS A SUB ENSAMBLE MOTORES		○	○	→	1.50	2	3.00	3.75	4.35
13	DESCARGA Y CARGA PLATAFORME EN DIFERENCIALES		○	○	→	2.30	2	4.60	5.75	6.67
14	TRAYECTO SUB - MATERIALES		○	○	→	3.00	2	6.00	7.50	8.70
15	DESCARGA PLATAFORMA VACIA		○	○	→	1.00	2	2.00	2.50	2.90
16	ENGACHE VAGON		○	○	→	0.25	1	0.25	0.31	0.36
17	TRAYECTOR PESADOS - PORWER TRAIN		○	○	→	1.50	1	1.50	1.88	2.18
18	DESENGACHE VAGON		○	○	→	0.25	1	0.25	0.31	0.36
19	TRAYECTO SUB MOT - TORNILLERIA		○	○	→	1.30	1	1.30	1.63	1.89
20	CARGAR TORNILLERIA		○	○	→	0.63	1	0.63	0.79	0.91
21	TRAYECTO TORNILLERIA - SUB MOT		○	○	→	1.30	1	1.30	1.63	1.89
22	ENGANCHE RACK ESPECIALES SUB MOT		○	○	→	1.50	1	1.50	1.88	2.18
23	TRAYECTOR PESADOS - SUB MOT		○	○	→	2.00	1	2.00	2.50	2.90
24	DESENGANCHE RACK ESPECIALES		○	○	→	0.25	1	0.25	0.31	0.36
25	ENGANCHE RACK ESPECIALES VACIOS		○	○	→	0.25	1	0.25	0.31	0.36
26	TRAYECTO SUB MOT - PESADOS		○	○	→	1.00	1	1.00	1.25	1.45
27	ENGANCHE RACK ESPECIALES POWER TRAIN		○	○	→	1.00	2	2.00	2.50	2.90
28	TRAYECTO PESADOS - POWER TRAIN		○	○	→	1.50	2	3.00	3.75	4.35
29	DESENGANCHE RACK ESPECIALES POWER TRAIN		○	○	→	0.25	2	0.50	0.63	0.73
30	ENGANCHE RACK RACK VACIOS POWER TRAIN		○	○	→	0.25	2	0.50	0.63	0.73
31	TRAYECTO POWER TRAIN - PESADOS		○	○	→	1.75	2	3.50	4.38	5.08
32	ENGANCHE MOTORES SUBENSAMBLE		○	○	→	0.25	3	0.75	0.94	1.09
33	TRAYECTOS SUBEN MOTORES - POWER TRAIN		○	○	→	0.60	3	1.80	2.25	2.61
34	DESENGANCHE MOTORES POWER TRAIN		○	○	→	0.25	3	0.75	0.94	1.09
35	ENGANCHE RACK VACIOS		○	○	→	0.25	3	0.75	0.94	1.09
36	TRAYECTO POWER TRAIN SUB ENSAMBLE MOTORES		○	○	→	0.60	3	1.80	2.25	2.61
37	DESENGANCHE RACK VACIOS		○	○	→	0.25	3	0.75	0.94	1.09
Total								85.03	106.29	123.29

Tabla 55

Nuevos tiempos de producción en motores y Power Trim.

	tiempo total por lotes (24)
AV [Min]	32.35
NAV [Min]	6.88
MOV [Min]	45.80
Total [Min]	85.03

Tabla 56
 Nuevo dashboard en motores y Power Trim.



Este proceso de la propuesta de mejora sobrepasa el Takt Time, el tiempo necesario de operación es de 85:03 minutos, cuando el máximo es de 84:96 minutos. Es decir existen 7 segundos de déficit que no representa un impacto grande.

Satélite 1

Tabla 57

Hoja de tareas estándar en Satélite 1.

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area:			Tiempo Disponible de Operación:			Realizada por:					
Manejo de materiales						Marco Moran					
Nombre de Operación:			Equipo:		Página:	Fecha:					
Satélite 1											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitación de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitación Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de protección personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el area											
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	PREPARACION KIT CAR VACIOS		●	○	⇒	0.95	6	5.70	7.13	8.27
	2	TRAYECTOR TA-12 A TA-01		○	○	⇒	0.8	6	4.98	6.23	7.22
	3	ABASTECIMIENTO KIT CAR 1 EN TA01		●	○	⇒	1.50	6	9.00	11.25	13.05
	4	CAMBIO DE RACK SPS MOTORES		●	○	⇒	1.80	2	3.60	4.50	5.22
	5	ENTREGA DE VALORADOS		●	○	⇒	3.09	1	3.09	3.86	4.48
	6	INGRESO TABLEROS CARGADOS		●	○	⇒	2.00	4	8.00	10.00	11.60
	7	ENGACHE RACK VACIOS TABLEROS		●	○	⇒	1.50	4	6.00	7.50	8.70
	8	INGRESO SPS LLENOS A PULMON		●	○	⇒	1.10	2	2.20	2.75	3.19
	9	ENGANCHE RACK SPS VACIOS		●	○	⇒	0.25	2	0.50	0.63	0.73
	10	SACAR SPS VACIOS A PULMON		○	●	⇒	3.00	2	6.00	7.50	8.70
	11	ABASTECER MATERIAL DE VAGO n POWER TRAIN		●	○	⇒	16.14	1	16.14	20.18	23.40
	12	ABASTECER MATERIAL DE VAGOS SUB ENSAMBLE MOTORES		●	○	⇒	6.00	1	6.00	7.50	8.70
	13	ENTREGA DE TORNILLERIA A PAWER TRAIN		●	○	⇒	3.00	1	3.00	3.75	4.35
	14	ENTREGA DE TORNILLERIA A SUB MOTORES		●	○	⇒	3.00	1	3.00	3.75	4.35
	15	ENTREGA DE RACK ESPECIALES SUBENSAMBLE MOTORES		●	○	⇒	2.22	1	2.22	2.78	3.22
	16	ENTREGA RACK ESPECIALES POWER TRAIN		●	○	⇒	6.00	1	6.00	7.50	8.70
Total								85.43	106.79	123.87	

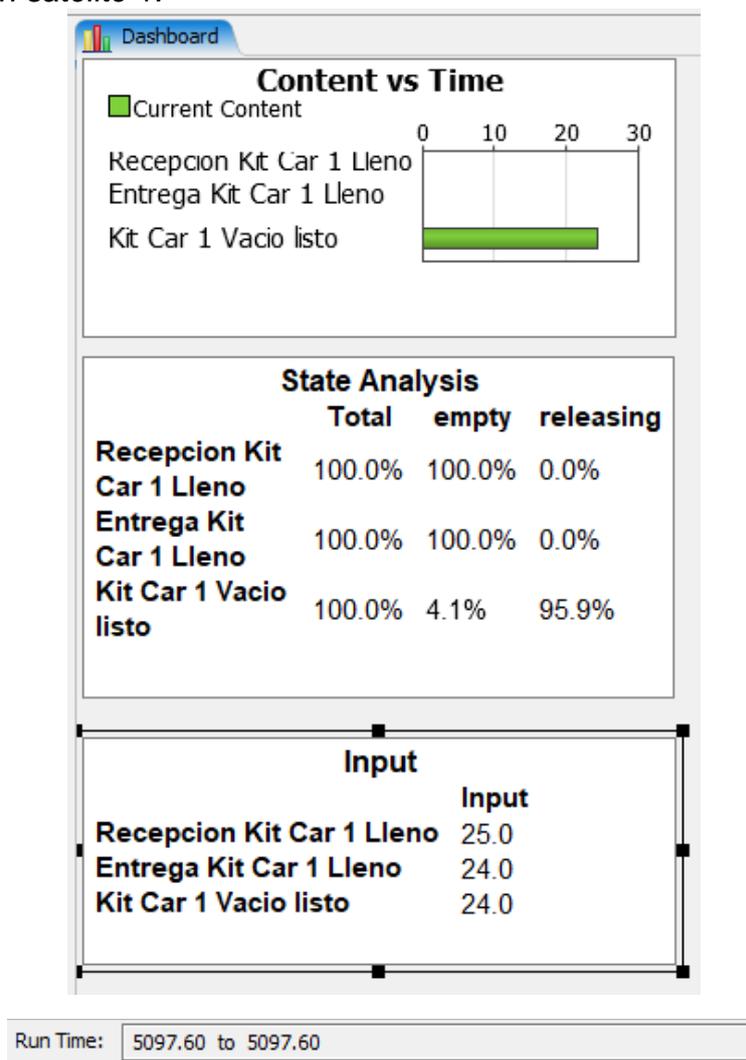
Tabla 58

Tiempos de producción en satélite 1.

	tiempo total por lotes (24)
AV [Min]	74.45
NAV [Min]	6.00
MOV [Min]	4.98
Total [Min]	85.43

Este es uno de los nuevos procesos que se implementará, el mismo que tiene casi un minuto de déficit en comparación al Takt time, lo que representa un 1% de variación en cuanto al tiempo necesario, lo que quiere decir que es un tiempo que se puede mejorar con la adaptación de los operarios al proceso.

Tabla 59
Dashboard en satélite 1.



Con la implementación de este nuevo proceso, el tramo 1 de la distribución de materiales en la línea de producción de autos sin chasis se vuelve Lean, ya que se elimina el WIP (trabajo en proceso) que existía cuando cada operario debía realizar el abastecimiento de material en el punto de uso.

Tramo 2

Satélite 2

Tabla 60

Hoja de tareas estándar en satélite 2.

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area:			Tiempo Disponible de Operación:			Realizada por:					
Manejo de materiales						Marco Moran					
Nombre de Operación:			Equipo:		Página:	Fecha:					
Satélite 2											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitacion de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitacion Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de proteccion personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el area											
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	Entrega tornilleria trim		●	◻	⇒	19.30	1	19.30	24.13	27.99
	2	Entrega tornilleria Final		●	◻	⇒	11.47	1	11.47	14.34	16.63
	3	Repartir vagón		●	◻	⇒	13.04	1	13.04	16.30	18.91
	4	Abastecimiento vagón cauchos		●	◻	⇒	14.00	1	14.00	17.50	20.30
	5	Abastecimiento vagón harness		●	◻	⇒	11.00	1	11.00	13.75	15.95
	6	Trayecto trim-Kit Car 2		○	◻	⇒	1.00	4	4.00	5.00	5.80
	7	Descarga Kit Car 2 armado		●	◻	⇒	2.12	4	8.48	10.60	12.30
	8	Trayecto Kit Car 2-Linea		○	◻	⇒	1.00	4	4.00	5.00	5.80
Total									85.29	106.61	123.67

Tabla 61

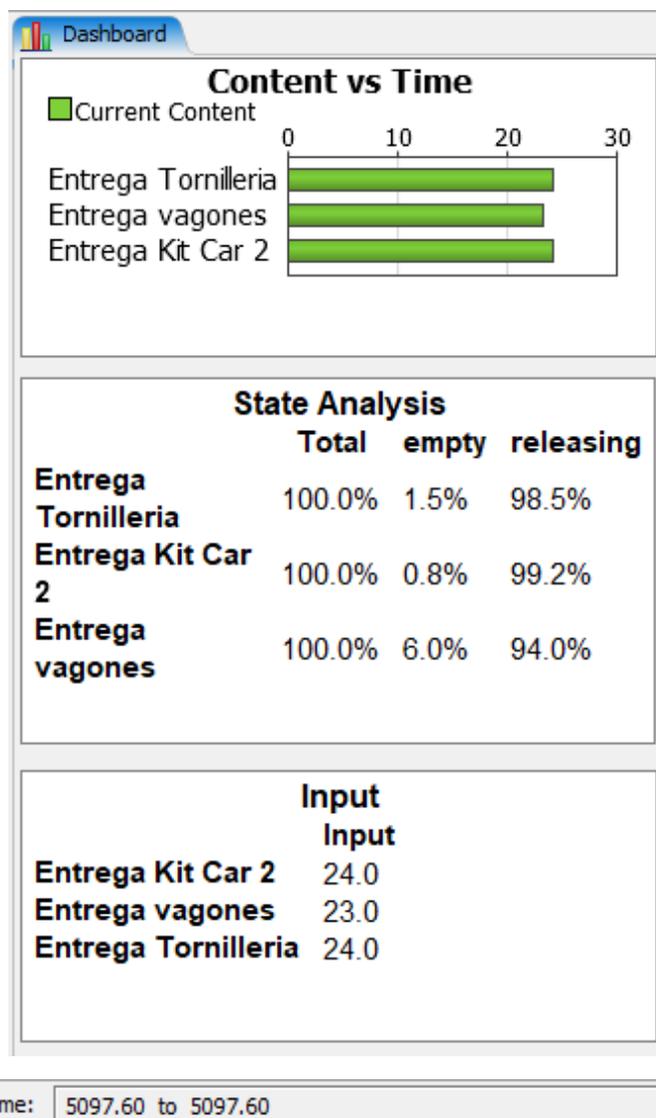
Tiempos de operación en satélite 2.

	tiempo total por lotes (24)
AV [Min]	77.29
NAV [Min]	0.00
MOV [Min]	8.00
Total [Min]	85.29

La simulación FlexSim del Satélite 2 se muestra en la tabla 62,

Tabla 62

Dashboard del satélite 2.



En este caso la simulación demuestra que se puede cumplir con el proceso dentro del tiempo adecuado, solamente hay una mínima diferencia con la actividad de la entrega de vagones, la cual es solucionada a lo largo de la operación ya con el stock de material que se va creando durante el transcurso del día, se equipara esta diferencia.

Kit Car 2-3

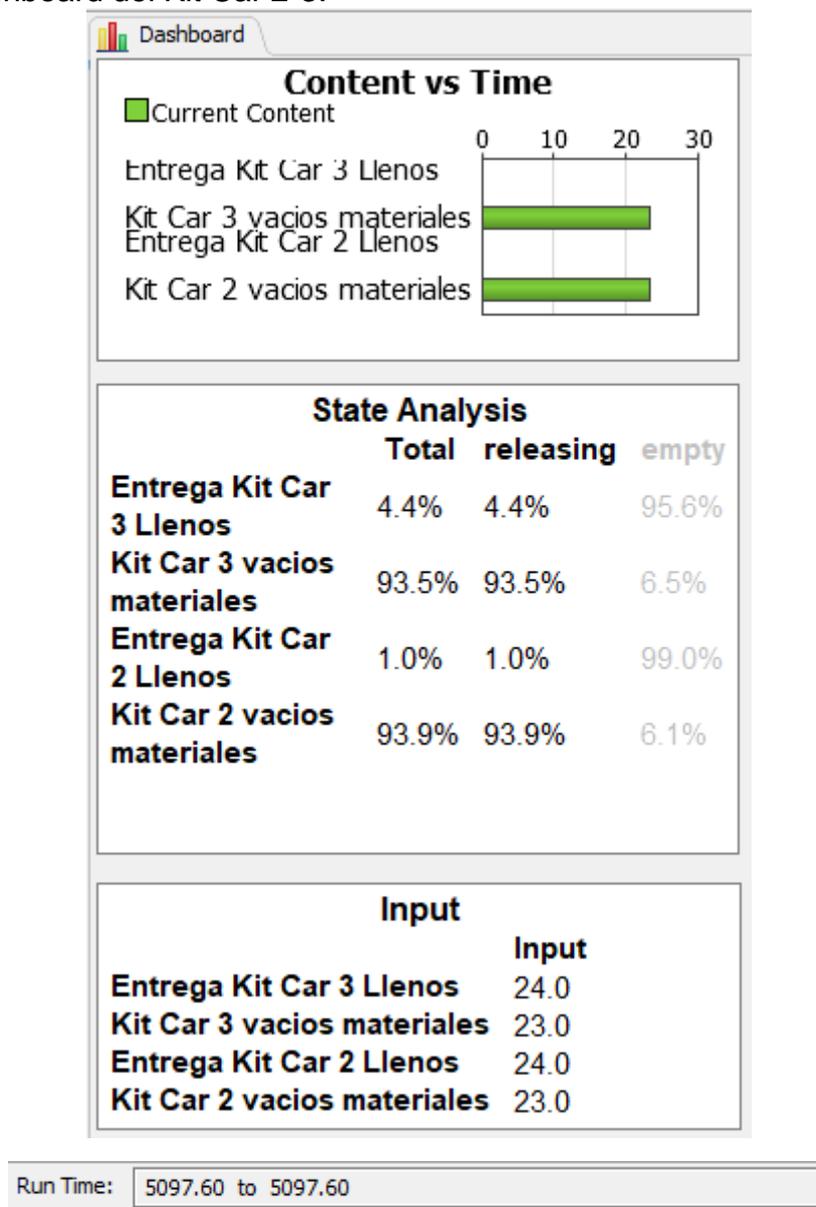
Tabla 63
Nueva hoja de tareas estándar del Kit Car 2-3

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area:			Tiempo Disponible de Operacion:			Realizada por:					
Manejo de materiales						Marco Moran					
Nombre de Operación:			Equipo:		Pagina:	Fecha:					
Kit Car 2-3											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point						Curso de Excel básico					
Conocimientos del proceso						Capacitacion de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)					
Conocimiento General del proceso a liderar						Capacitacion Trabajo Estandarizado					
Conocimientos de Equipos de proteccion personal						Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas					
Manejo de Herramientas Según el area						Capacitación de GMS					
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	Carga Kit Car 3 armado		●	○	⇒	2.30	4	9.20	12.13	14.07
	2	Trayecto Materiales-Kit Car 3		○	○	⇒	1.90	4	7.60	8.87	10.29
	3	Descarga Kit Car 3 armados		○	●	⇒	2.00	4	8.00	9.33	10.83
	4	Trayecto		○	○	⇒	0.40	4	1.60	1.87	2.17
	5	Carga Kit Car 3 vacios en linea		○	●	⇒	1.40	4	5.60	6.53	7.58
	6	Trayecto a materiales		○	○	⇒	1.40	4	5.60	6.53	7.58
	7	Descarga Kit Car 3 vacio en materiales		●	○	⇒	2.50	4	10.00	11.67	13.53
	8	Trayecto Kit Car 3 a Kit Car 2		○	○	⇒	0.30	4	1.20	1.40	1.62
	9	Carga Kit Car 2 armado		●	○	⇒	2.00	4	8.00	10.03	11.64
	10	Trayecto Materiales-Kit Car 2		○	○	⇒	1.50	4	6.00	7.00	8.12
	11	Trayecto Kit Car 2 armado a vacio		○	○	⇒	0.40	4	1.60	1.87	2.17
	12	Carga Kit Car 2 vacio		●	○	⇒	1.20	4	4.80	5.60	6.50
	13	Trayecto Kit Car 2 vacio a materiales		○	○	⇒	2.00	4	8.00	9.33	10.83
	14	Descarga Kit Car 2 vacio		●	○	⇒	1.40	4	5.60	6.53	7.58
	15	Trayecto Kit Car 2 a Kit Car 3		○	○	⇒	0.40	4	1.60	1.87	2.17
total									84.40	100.57	116.66

Tabla 64
Nuevos tiempos de producción del Kit Car 2-3.

	tiempo total por lotes (24)
AV [Min]	37.60
NAV [Min]	13.60
MOV [Min]	33.20
Total [Min]	84.40

Tabla 65
Nuevo dashboard del Kit Car 2-3.



En este proceso con la redistribución de las operaciones, es posibles llegar a realizar todas las actividades dentro del tiempo estipulado (84:40 minutos de 84:96 minutos), sin la necesidad de que otro proceso intervenga, como sucedía en la situación actual.

Trim y Sub Ensamblés

Tabla 66

Hoja de tareas estándar de la distribución Trim y sub ensamblés.

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Área: Manejo de materiales			Tiempo Disponible de Operación:			Realizada por: Marco Moran					
Nombre de Operación: Trim y Sub Ensamble			Equipo:		Página:	Fecha:					
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitación de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitación Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de protección personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el área			Capacitación de GMS								
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	Carga bumpers vacios		○	○	⇒	1.00	1	1.00	1.25	1.45
	2	trayecto trim-pulmon		○	○	⇒	1.00	1	1.00	1.25	1.45
	3	descarga bumpersy recoger llenos		●	○	⇒	2.02	1	2.02	2.53	2.93
	4	trayecto pulmon-trim		○	○	⇒	1.50	1	1.50	1.88	2.18
	5	Entrega bumpers llenos		●	○	⇒	0.50	1	0.50	0.63	0.73
	6	trayecto linea-SEC		○	○	⇒	1.50	1	1.50	1.88	2.18
	7	Recoger coches especiales		●	○	⇒	1.00	1	1.00	1.25	1.45
	8	trayecto SEC-linea		○	○	⇒	2.10	1	2.10	2.63	3.05
	9	descargar coches especiales		●	○	⇒	2.00	1	2.00	2.50	2.90
	10	Trayecto linea-SEC		○	○	⇒	1.50	1	1.50	1.88	2.18
	11	Descarga coches especiales vacios		○	●	⇒	1.40	1	1.40	1.75	2.03
	12	trayecto SE-tornilleria		○	○	⇒	0.51	1	0.51	0.64	0.74
	13	Recoger tornilleria		●	○	⇒	2.25	1	2.25	2.81	3.26
	14	trayecto		○	○	⇒	0.51	1	0.51	0.64	0.74
	15	entregar en subensables		●	○	⇒	2.00	1	2.00	2.50	2.90
	16	Recoger coches especiales		○	●	⇒	1.00	1	1.00	1.25	1.45
	17	trayecto SEC-linea		○	○	⇒	1.50	1	1.50	1.88	2.18
	18	descargar coches especiales		●	○	⇒	2.00	1	2.00	2.50	2.90
	19	Trayecto linea-SEC		○	○	⇒	2.10	1	2.10	2.63	3.05
	20	Descarga coches especiales vacios		○	●	⇒	1.40	1	1.40	1.75	2.03
	21	Carga bumpers vacios		○	○	⇒	1.00	1	1.00	1.25	1.45
	22	trayecto trim-pulmon		○	○	⇒	1.00	1	1.00	1.25	1.45
	23	descarga bumpersy recoger llenos		●	○	⇒	2.02	1	2.02	2.53	2.93
	24	trayecto pulmon-trim		○	○	⇒	1.50	1	1.50	1.88	2.18
	25	Entrega bumpers llenos		●	○	⇒	0.50	1	0.50	0.63	0.73
	26	trayecto linea-SEC		○	○	⇒	1.50	1	1.50	1.88	2.18
	27	Recoger racks, cerebros custodio y radiador		●	○	⇒	1.00	1	1.00	1.25	1.45
	28	Trayecto SEC- linea		○	○	⇒	1.50	1	1.50	1.88	2.18
	29	entrega cerebros custodios		●	○	⇒	2.00	1	2.00	2.50	2.90
	30	trayecto		○	○	⇒	2.00	1	2.00	2.50	2.90
	31	Recoger coches especiales		●	○	⇒	1.00	1	1.00	1.25	1.45
	32	trayecto SEC-linea		○	○	⇒	1.50	1	1.50	1.88	2.18
	33	descargar coches especiales		●	○	⇒	2.00	1	2.00	2.50	2.90
	34	Trayecto linea-SEC		○	○	⇒	2.10	1	2.10	2.63	3.05
	35	Descarga coches especiales vacios		○	●	⇒	1.40	1	1.40	1.75	2.03

36	Carga bumpers vacios				1.00	1	1.00	1.25	1.45
37	trayecto trim-pulmon				1.00	1	1.00	1.25	1.45
38	descarga bumpersy recoger llenos				1.90	1	1.90	2.38	2.76
39	trayecto pulmon-trim				1.50	1	1.50	1.88	2.18
40	Entrega bumpers llenos				0.50	1	0.50	0.63	0.73
41	trayecto linea-SEC				1.50	1	1.50	1.88	2.18
42	Recoger coches especiales				1.00	1	1.00	1.25	1.45
43	trayecto SEC-linea				1.50	1	1.50	1.88	2.18
44	descargar coches especiales				2.00	1	2.00	2.50	2.90
45	Trayecto linea-SEC				2.10	1	2.10	2.63	3.05
46	Descarga coches especiales vacios				1.40	1	1.40	1.75	2.03
47	Recoger escapes, cañerías				1.00	1	1.00	1.25	1.45
48	trayecto Tab-linea				1.50	1	1.50	1.88	2.18
49	descargar coches especiales				2.00	1	2.00	2.50	2.90
50	Recoger coches especiales				2.00	1	2.00	2.50	2.90
51	trayecto SEC-linea				2.25	1	2.25	2.81	3.26
52	descargar coches especiales				4.00	1	4.00	5.00	5.80
53	Trayecto linea-SEC				3.00	1	3.00	3.75	4.35
54	Descarga coches especiales vacios				2.80	1	2.80	3.50	4.06
Total							84.76	105.95	122.90

Tabla 67

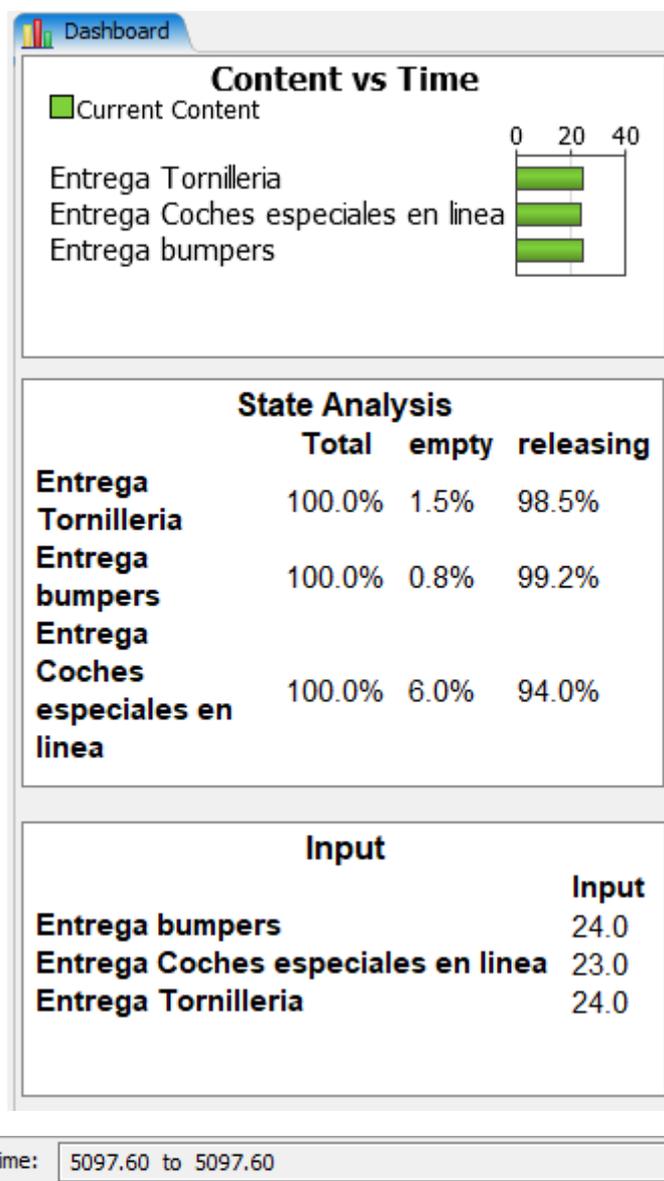
Tiempos de operación de la distribución Trim y sub ensamblés.

	tiempo total por lotes (24)
AV [Min]	35.69
NAV [Min]	11.40
MOV [Min]	37.67
Total [Min]	84.76

La simulación de FlexSim se muestra en la tabla 67,

Tabla 68

Dashboard de la distribución Trim y sub ensambles.



Este proceso, se conformó de la recopilación o unión de lo que era realizado por dos operarios diferentes, lo cual confirma que existía demasiado tiempo desperdiciado, se completan todas las actividades dentro del Takt time, con un sobrante de 20 segundos.

Final

Tabla 69

Hoja de tareas estándar del nuevo tramo final.

HOJA DE TAREAS ESTANDAR											
Departamento / Area:			Tiempo Disponible de Operacion:			Realizada por:					
Manejo de materiales						Marco Moran					
Nombre de Operación:			Equipo:		Página:	Fecha:					
Final											
STS Base de Conocimientos/Entrenamiento:											
Manejo de Excel, word, Power Point			Curso de Excel básico								
Conocimientos del proceso			Capacitacion de DPN (Despliegue de Plan de Negocios)								
Conocimiento General del proceso a liderar			Capacitacion Trabajo Estandarizado								
Conocimientos de Equipos de proteccion personal			Entrenamiento en Herramientas de Solucion de Problemas								
Manejo de Herramientas Según el area											
Conocimientos basicos de seguridad industrial											
Manejo de personal de equipo de trabajo.											
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea:	TIS:	AV	NAV	MOV	Tiempo Estandar: (Min)	Frecuencia x lote:	Tiempo Est X Frec:	Tiempo Normal: (Min)	Tiempo Corregido: (Min)
	1	Carga Vagon subsensibles comun		●	◻	⇒	0.50	1	0.50	0.58	0.68
	2	trayecto Pesados- SEC		○	◻	⇒	2.10	1	2.10	2.45	2.84
	3	Descarga y desempaque vagon		●	◻	⇒	3.78	1	3.78	4.41	5.12
	4	Trayecto SEC-Pesados		○	◻	⇒	2.00	1	2.00	2.33	2.71
	5	Retorno vagon vacio		○	■	⇒	0.50	1	0.50	0.58	0.68
	6	Carga bumpers vacios		●	◻	⇒	1.00	1	1.00	1.17	1.35
	7	trayecto final-pulmon		○	◻	⇒	1.00	1	1.00	1.17	1.35
	8	descarga bumpersy recoger llenos		●	◻	⇒	2.02	1	2.02	2.36	2.73
	9	trayecto pulmon-final		○	◻	⇒	1.50	1	1.50	1.75	2.03
	10	Entrega bumpers llenos		●	◻	⇒	0.50	1	0.50	0.58	0.68
	11	Cargar racks		●	◻	⇒	1.24	1	1.24	1.45	1.68
	12	Trayecto materiales- linea		○	◻	⇒	2.00	1	2.00	2.33	2.71
	13	descargar tanques, coches y racks		●	◻	⇒	2.50	1	2.50	2.92	3.38
	14	trayecto final-final		○	◻	⇒	0.25	1	0.25	0.29	0.34
	15	descargar tanques, coches y racks		●	◻	⇒	2.50	1	2.50	2.92	3.38
	16	trayecto		○	◻	⇒	1.80	1	1.80	2.10	2.44
	17	Recoger vagon linea care		●	◻	⇒	2.00	1	2.00	2.33	2.71
	18	trayecto		○	◻	⇒	2.50	1	2.50	2.92	3.38
	19	descargar vagon linea care		●	◻	⇒	2.50	1	2.50	2.92	3.38
	20	Tiempo de espera para chequeo		○	■	⇒	2.00	1	2.00	2.33	2.71
	21	trayecto		○	◻	⇒	1.00	1	1.00	1.17	1.35
	22	Cargar tanques		●	◻	⇒	1.24	1	1.24	1.45	1.68
	23	Trayecto materiales- linea		○	◻	⇒	2.00	1	2.00	2.33	2.71
	24	descargar tanques, coches y racks		●	◻	⇒	0.16	1	0.16	0.19	0.22
	25	Cargar coches		○	■	⇒	1.24	1	1.24	1.45	1.68
	26	Trayecto materiales- linea		○	◻	⇒	2.00	1	2.00	2.33	2.71
	27	descargar tanques, coches y racks		●	◻	⇒	3.00	1	3.00	3.50	4.06
	28	trayecto		○	◻	⇒	2.00	1	2.00	2.33	2.71
	29	trayecto		○	◻	⇒	1.50	1	1.50	1.75	2.03
	30	Cargar tornilleria trim y final		●	◻	⇒	2.08	1	2.08	2.43	2.81

31	Trayecto					1.50	1	1.50	1.75	2.03
32	Recoger alineadora					2.00	1	2.00	2.33	2.71
33	trayecto					1.50	1	1.50	1.75	2.03
34	descargar alineadora					2.49	1	2.49	2.91	3.37
35	trayecto					1.00	1	1.00	1.17	1.35
36	Cargar racks					1.24	1	1.24	1.45	1.68
37	Trayecto materiales- linea					2.00	1	2.00	2.33	2.71
38	descargar tanques, coches y racks					3.00	1	3.00	3.50	4.06
39	trayecto final-final					0.25	1	0.25	0.29	0.34
40	descargar tanques, coches y racks					2.50	1	2.50	2.92	3.38
41	trayecto					2.00	1	2.00	2.33	2.71
42	Carga bumpers vacios					1.00	1	1.00	1.17	1.35
43	trayecto final-pulmon					1.00	1	1.00	1.17	1.35
44	descarga bumpers y recoger llenos					2.02	1	2.02	2.36	2.73
45	trayecto pulmon-final					1.30	1	1.30	1.52	1.76
46	Entrega bumpers llenos					0.50	1	0.50	0.58	0.68
47	Cargar tanques					1.24	1	1.24	1.45	1.68
48	Trayecto materiales- linea					2.00	1	2.00	2.33	2.71
49	descargar tanques, coches y racks					2.00	1	2.00	2.33	2.71
50	descargar tanques, coches y racks					2.00	1	2.00	2.33	2.71
51	trayecto					2.00	1	2.00	2.33	2.71
total								84.95	99.11	114.97

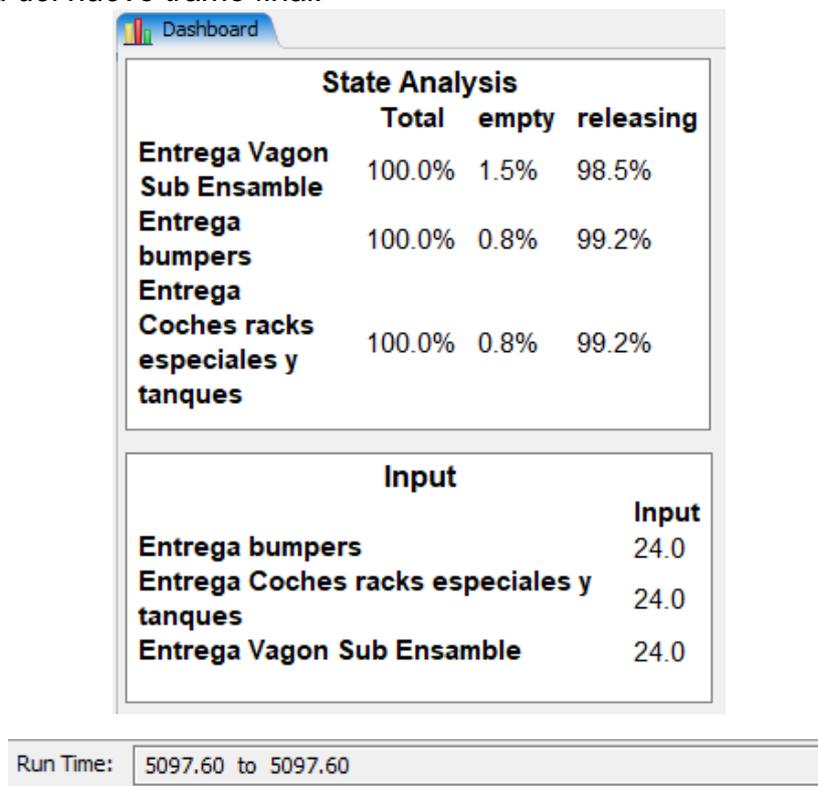
Tabla 70
Tiempos de operación del nuevo tramo final.

		tiempo total por lotes (24)
AV	[Min]	44.01
NAV	[Min]	4.74
MOV	[Min]	36.20
Total	[Min]	84.95

La simulación FlexSim se muestra en la tabla 70,

Tabla 71

Dashboard del nuevo tramo final.



Este último proceso se logra completar perfectamente comparado con el Takt Time que tiene la línea para cada lote de producción, básicamente es el mismo tiempo 84:95 minutos.

Resumen

Tabla 72

Nuevos procesos de producción vs. Tiempo

Proceso	Tiempo x Proceso [Min]
Kit Car 1 y Tableros	83.82
Motores y Power Trim	85.03
Satelite Tramo 1	85.43
Satelite Tramo 2	85.29
Kit Car 2-3	84.40
Distribución trim y SE	84.76
Distribución final	84.95
Total	593.68

Pared de Balanceo

Esta es la pared de balanceo del tramo 1 y 2 de la línea de producción de autos sin chasis, como se puede observar, en comparación al Takt Time, ningún proceso excede el tiempo dispuesto. Por lo tanto, aquí se puede constatar la mejora que fue generada por el rebalanceo de tiempos del proceso.

Es importante mencionar que hubo un cambio verdaderamente significativo en comparación a la pared de balanceo de la situación actual, ya que existían muchas actividades que no agregaban valor en el proceso de los operarios que manejan un coche eléctrico. Las mismas que fueron trasladadas a los nuevos procesos satélites, en los cuales si agregan valor, puesto a que estas operaciones no necesitan un equipo móvil.

Además, se puede constatar que los procesos que poseen un coche eléctrico para su operación, ahora tienen mucho más tiempo de movimientos, que de cierta manera agregan valor porque están cumpliendo su función.

Es decir, lo que se realizó fue eliminar todos aquellos tiempos que causaban un desperdicio del tiempo y de la capacidad productiva de los operarios.

Como se ha podido observar en las hojas de trabajo estandarizado, se cuenta con 3 tiempos especificados; el tiempo estándar, el tiempo normal y el tiempo corregido, los cuales han sido explicados en los capítulos anteriores.

Pese a que se realizaron los cálculos de tiempo normal y corregido, se entregaron estas cifras a los puestos estratégicos del proceso de manejo de materiales, pero se tomó la decisión de únicamente usar el tiempo estándar para los procesos que se busca optimizar, debido a que no existía la opción de integrar más gente al proceso.

De todas maneras, se realizó el análisis de la implementación con el tiempo corregido, pero se procedió de acuerdo a la necesidad y capacidad de la empresa en donde se llevó a cabo el proyecto.

Por tal motivo, en las paredes de balanceo y cálculos realizados para la cantidad de operarios necesarios, se muestra únicamente los tiempos estándar de cada actividad de los procesos.

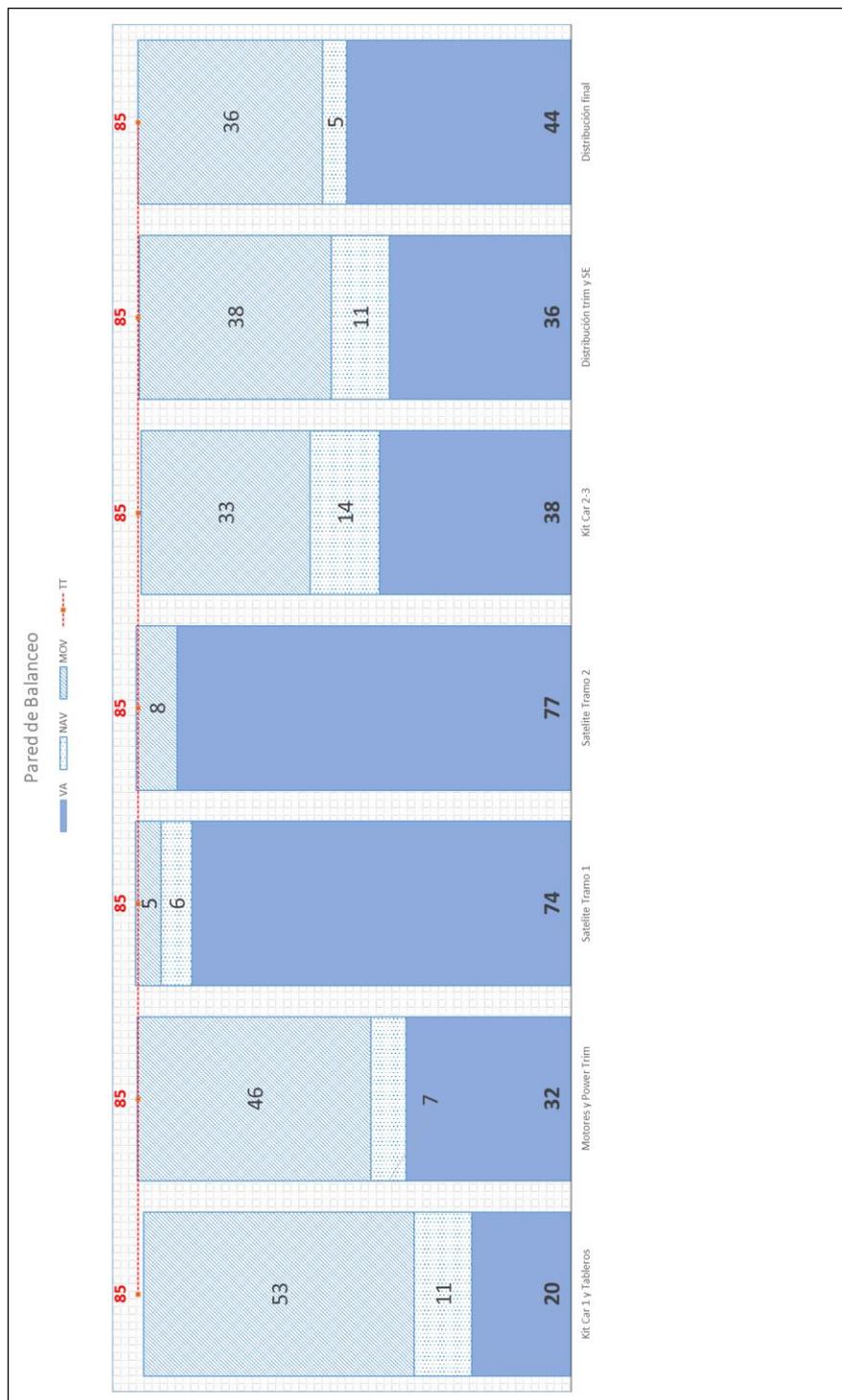


Figura 35. Pared de balanceo del primer y segundo tramo.

4.3 Diagrama de Hilos

Kit Car 1

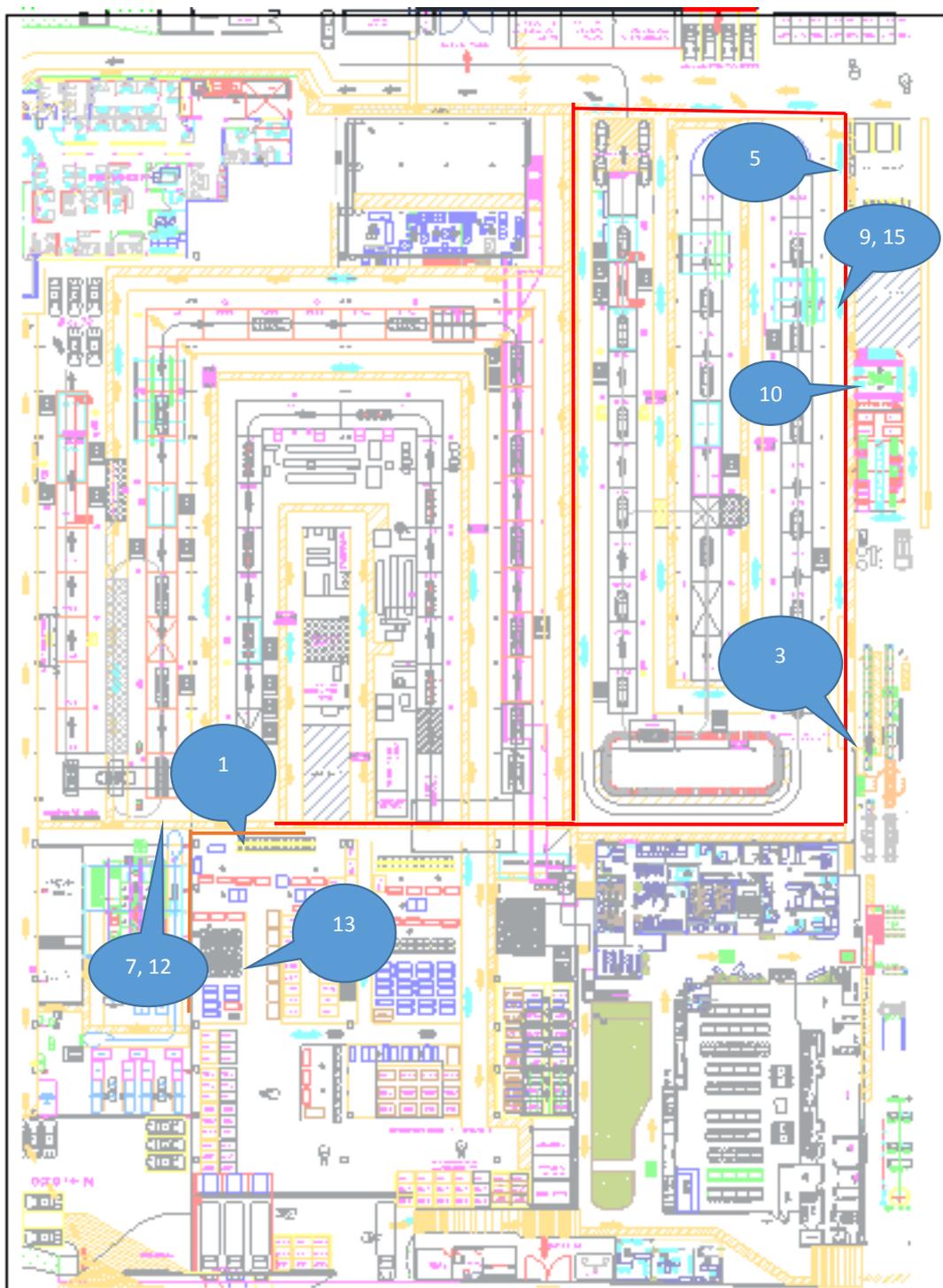


Figura 36. Diagrama de hilos del Kit Car 1..

Tabla 73
Trayectos recorridos en el Kit Car 1.

Num	Ruta	Metros
1	ENGANCHAR KIT CAR 1 MATERIALES	
2	TRAYECTO MATERIALES - KITCAR 1	642
3	DESENGANCHE KIT CAR 1	
4	TRAYECTO KITCAR 1 - TA12	582
5	ENGANCHE KIT CAR 1 VACIOS	
6	TRAYECTO MATERIALES - KITCAR 1	1164
7	ENGANCHE TABLEROS VACIOS	
8	TRAYECTO TABLEROS - LINEA	992
9	DESENGANCHE TABLERSO LINEA	
10	ENGANCHE RACK VACIOS TABLEROS	
11	TRAYECTO LINEA TABLEROS	992
12	DESENGANCHE TABLEROS SUB ENSAMBLE	
13	ENGANCHE SPS LLENOS	
14	TRAYECTO SPS A LINEA	240
15	DESENGANCHE SPS MOTORES	
Total		4612

Motores y Power Trim

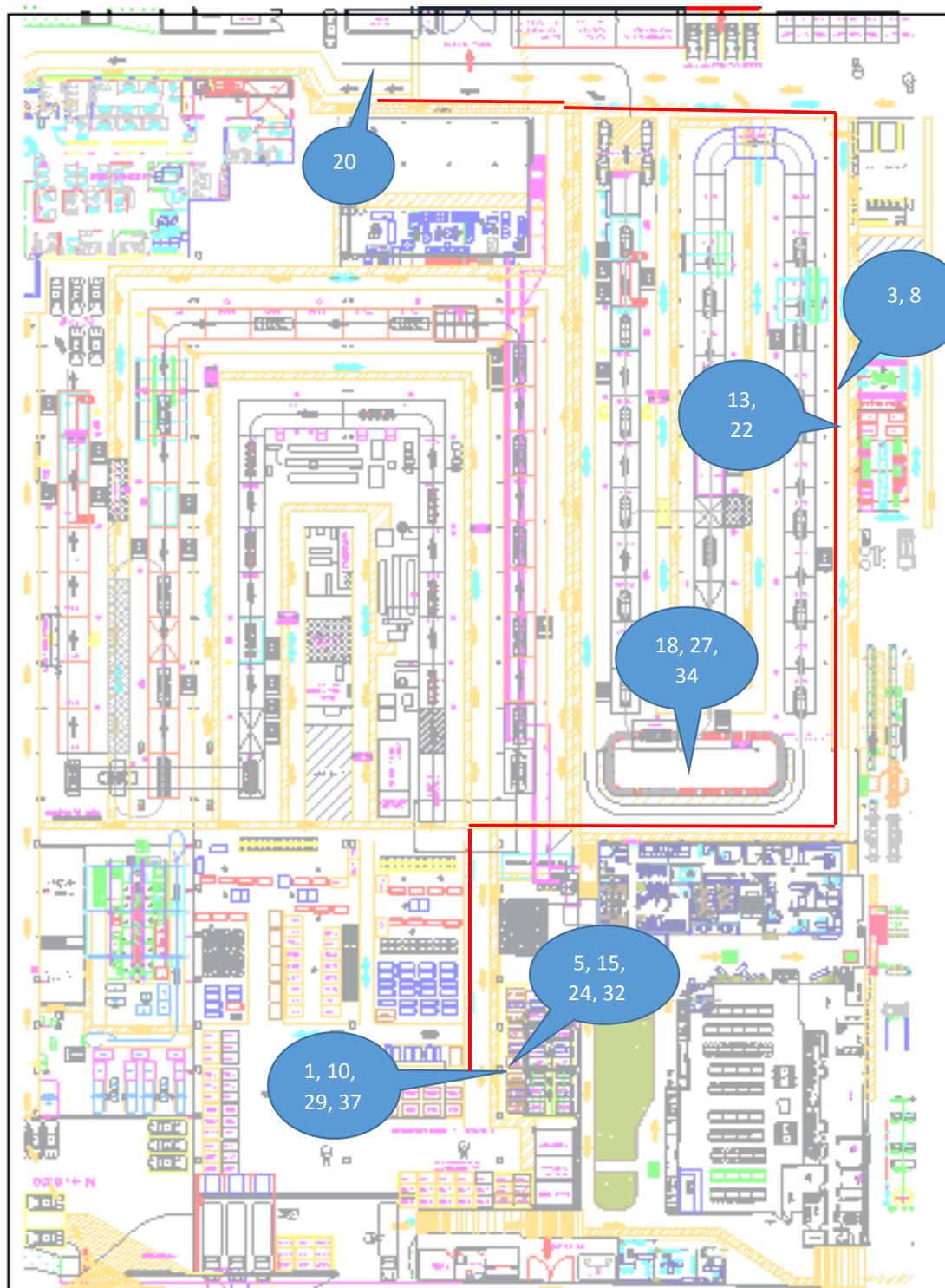


Figura 37. Diagrama de hilos de la etapa de motores y Power Trim.

Tabla 74

Trayectos recorridos en la etapa de motores y Power Trim.

Num	Ruta	Metros
1	ENGANCHE PLATAFORMA MOTORES	
2	TRAYECTO PESADOS A SUB ENSAMBLE MOTORES	606
3	DESCARGA Y CARGA PLATAFORME EN SUBENSAMBLE MOT	
4	TRAYECTO SUB - MATERIALES	606
5	DESCARGA PLATAFORMA VACIA	
6	ENGANCHE PLATAFORMA CAJAS	
7	TRAYECTO PESADOS A SUB ENSAMBLE MOTORES	404
8	DESCARGA Y CARGA PLATAFORME EN CAJAS	
9	TRAYECTO SUB - MATERIALES	404
10	DESCARGA PLATAFORMA VACIA	
11	ENGANCHE PLATAFORMA DIFERENCIALES	
12	TRAYECTO PESADOS A SUB ENSAMBLE MOTORES	404
13	DESCARGA Y CARGA PLATAFORME EN DIFERENCIALES	
14	TRAYECTO SUB - MATERIALES	404
15	DESCARGA PLATAFORMA VACIA	
16	ENGACHE VAGON	
17	TRAYECTOR PESADOS - PORWER TRAIN	82
18	DESENGACHE VAGON	
19	TRAYECTO SUB MOT - TORNILLERIA	133
20	CARGAR TORNILLERIA	
21	TRAYECTO TORNILLERIA - SUB MOT	133
22	ENGANCHE RACK ESPECIALES SUB MOT	
23	TRAYECTOR PESADOS - SUB MOT	202
24	DESENGANCHE RACK ESPECIALES	
25	ENGANCHE RACK ESPECIALES VACIOS	
26	TRAYECTO SUB MOT - PESADOS	202
27	ENGANCHE RACK ESPECIALES POWER TRAIN	
28	TRAYECTO PESADOS - POWER TRAIN	164
29	DESENGANCHE RACK ESPECIALES POWER TRAIN	
30	ENGANCHE RACK RACK VACIOS POWER TRAIN	
31	TRAYECTO POWER TRAIN - PESADOS	164
32	ENGANCHE MOTORES SUBENSAMBLE	
33	TRAYECTOS SUBEN MOTORES - POWER TRAIN	252
34	DESENGANCHE MOTORES POWER TRAIN	
35	ENGANCHE RACK VACIOS	
36	TRAYECTO POWER TRAIN SUB ENSAMBLE MOTORES	252
37	DESENGANCHE RACK VACIOS	
Total		4412

Satélite 1

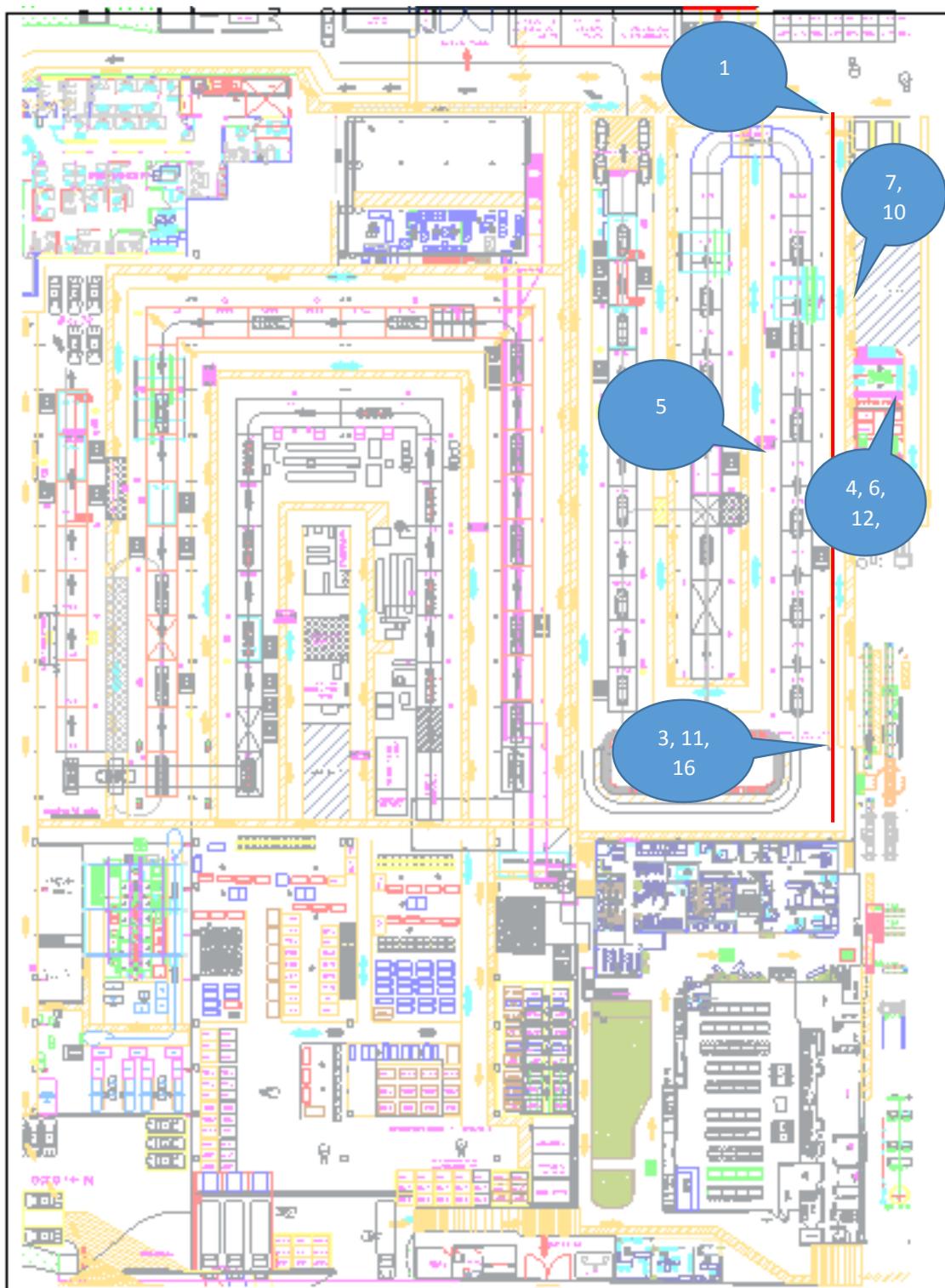


Figura 38 Diagrama de hilos de la etapa satélite 1.

Tabla 75

Trayectos recorridos en la etapa satélite 1.

Num	Ruta	Metros
1	PREPARACION KIT CAR VACIOS	
2	TRAYECTOR TA-12 A TA-01	97
3	ABASTECIMIENTO KIT CAR 1 EN TA01	
4	CAMBIO DE RACK SPS MOTORES	
5	ENTREGA DE VALORADOS	
6	INGRESO TABLEROS CARGADOS	
7	ENGACHE RACK VACIOS TABLEROS	
8	INGRESO SPS LLENOS A PULMON	
9	ENGANCHE RACK SPS VACIOS	
10	SACAR SPS VACIOS A PULMON	
11	ABASTECER MATERIAL DE VAGON POWER TRAIN	
12	ABASTECER MATERIAL DE VAGOS SUB ENSAMBLE MOTORES	
13	ENTREGA DE TORNILLERIA A PAWER TRAIN	
14	ENTREGA DE TORNILLERIA A SUB MOTORES	
15	ENTREGA DE RACK ESPECIALES SUBENSAMBLE MOTORES	
16	ENTREGA RACK ESPECIALES POWER TRAIN	
Total		582

Satélite 2

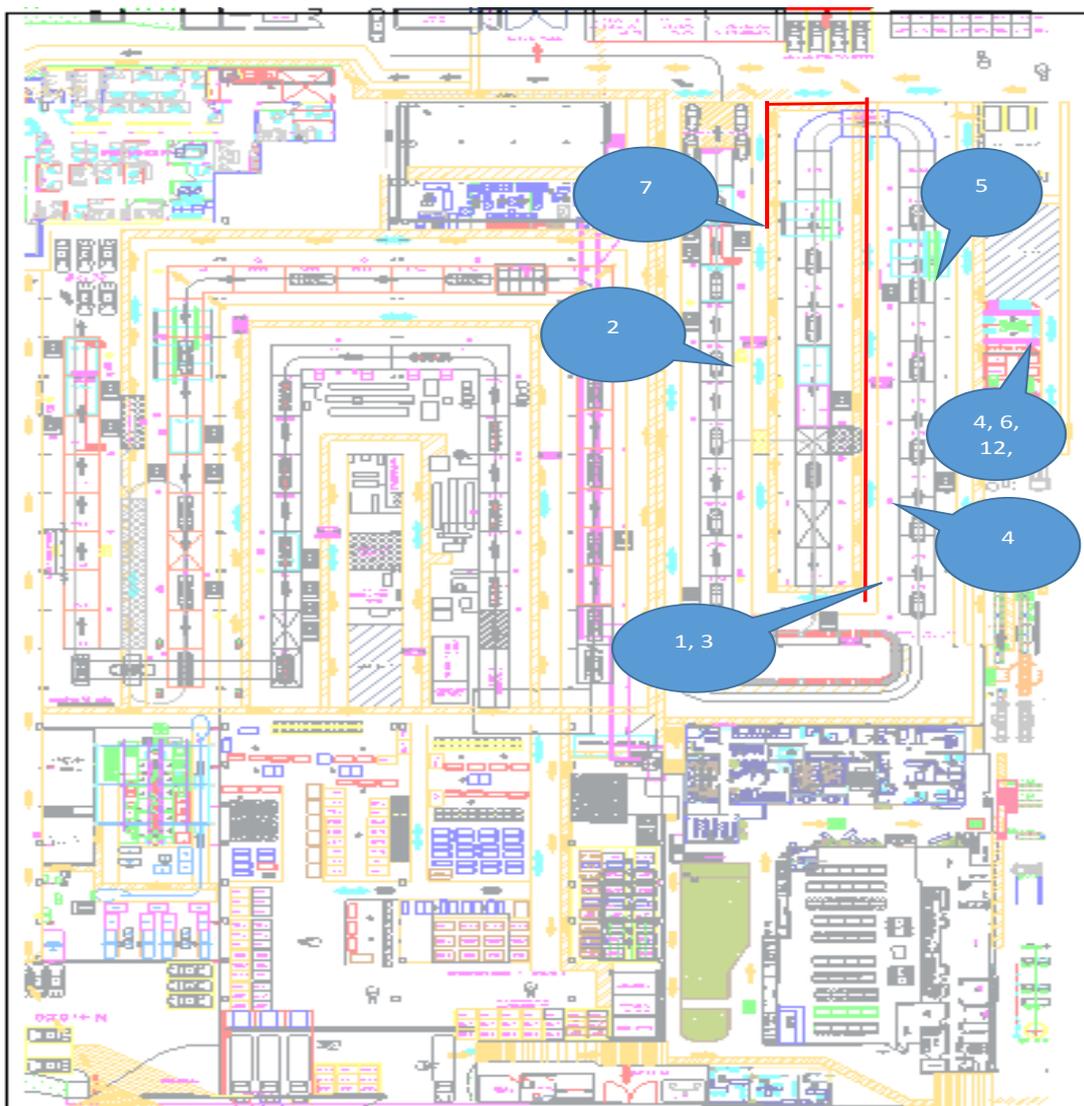


Figura 39. Diagrama de hilos de la etapa satélite 2

Tabla 76

Trayectos recorridos en la etapa satélite 1.

Num	Ruta	Metros
1	Entrega tornillería trim	
2	Entrega tornillería Final	
3	Repartir vagón	
4	Abastecimiento vagón cauchos	
5	Abastecimiento vagón harness	
6	Trayecto trim-Kit Car 2	72
7	Descarga Kit Car 2 armado	
8	Trayecto Kit Car 2-Linea	72
	total	144

Kit Car 2-3

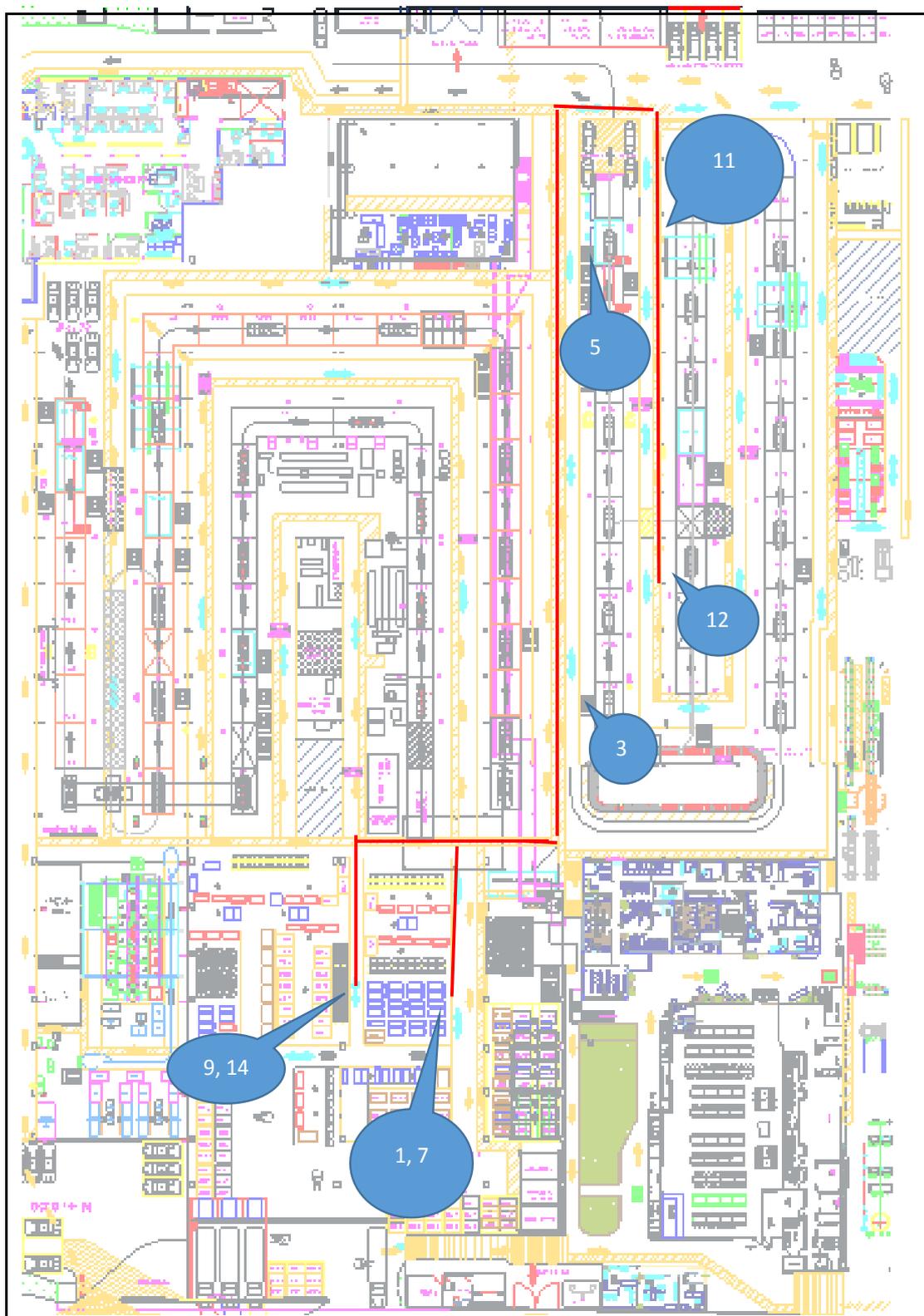


Figura 40. Diagrama de hilos de la etapa Kit Car 2-3.

Tabla 77
Trayectos recorridos en la etapa Kit Car 2-3.

Num	Ruta	Metros
1	Carga Kit Car 3 armado	
2	Trayecto Materiales-Kit Car 3	1012
3	Descarga Kit Car 3 armados	
4	Trayecto	1012
5	Carga Kit Car 3 vacios en linea	
6	Trayecto a materiales	628
7	Descarga Kit Car 3 vacio en materiales	
8	Trayecto Kit Car 3 a Kit Car 2	92
9	Carga Kit Car 2 armado	
10	Trayecto Materiales-Kit Car 2	764
11	Trayecto Kit Car 2 armado a vacio	252
12	Carga Kit Car 2 vacio	
13	Trayecto Kit Car 2 vacio a materiales	1016
14	Descarga Kit Car 2 vacio	
15	Trayecto Kit Car 2 a Kit Car 3	92
Total		4868

Trim

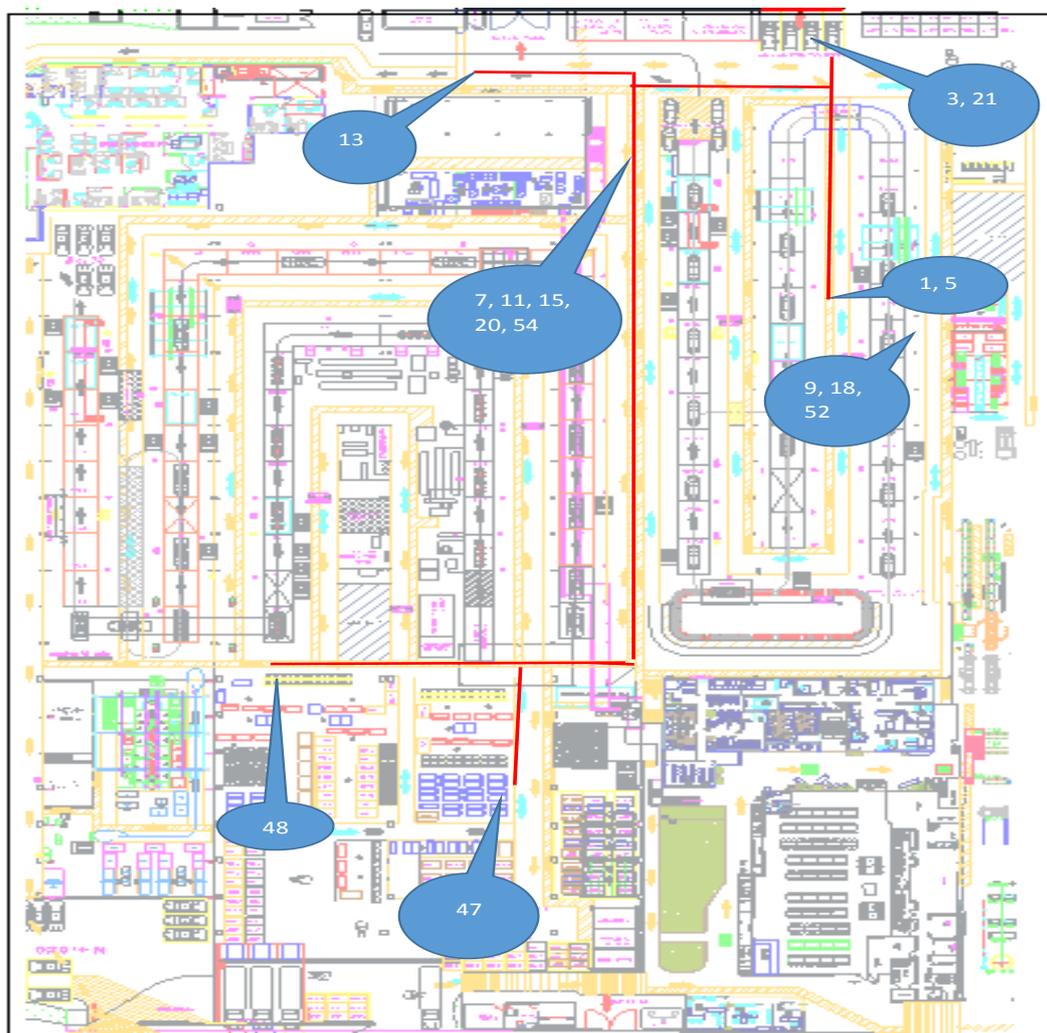


Figura 41. Diagrama de hilos de la etapa Trim.

Tabla 78
Trayectos recorridos en la etapa Trim.

Num	Ruta	Metros
1	Carga bumpers vacios	
2	trayecto trim-pulmon	55
3	descarga bumpersy recoger llenos	
4	trayecto pulmon-trim	55
5	Entrega bumpers llenos	
6	trayecto linea-SEC	97
7	Recoger coches especiales	
8	trayecto SEC-linea	97
9	descargar coches especiales	
10	Trayecto linea-SEC	97
11	Descarga coches especiales vacios	
12	trayecto SE-tornilleria	5
13	Recoger tornilleria	
14	trayecto	5
15	entregar en subensables	
16	Recoger coches especiales	
17	trayecto SEC-linea	97
18	descargar coches especiales	
19	Trayecto linea-SEC	97
20	Descarga coches especiales vacios	
21	Carga bumpers vacios	
22	trayecto trim-pulmon	55
23	descarga bumpersy recoger llenos	
24	trayecto pulmon-trim	55
25	Entrega bumpers llenos	

Tabla 79

Trayectos recorridos en la etapa Trim.

26	trayecto linea-SEC	97
27	Recoger racks, cerebros custodio y radiador	
28	Trayecto SEC- linea	97
29	entrega cerebros custodios	
30	trayecto	148
31	Recoger coches especiales	
32	trayecto SEC-linea	97
33	descargar coches especiales	
34	Trayecto linea-SEC	97
35	Descarga coches especiales vacios	
36	Carga bumpers vacios	
37	trayecto trim-pulmon	55
38	descarga bumpersy recoger llenos	
39	trayecto pulmon-trim	55
40	Entrega bumpers llenos	
41	trayecto linea-SEC	97
42	Recoger coches especiales	
43	trayecto SEC-linea	97
44	descargar coches especiales	
45	Trayecto linea-SEC	97
46	Descarga coches especiales vacios	
47	Recoger escapes, cañerías	
48	trayecto Tab-linea	21
49	descargar coches especiales	
50	Recoger coches especiales	
51	trayecto SEC-linea	97
52	descargar coches especiales	
53	Trayecto linea-SEC	97
54	Descarga coches especiales vacios	
Total		1867

Final

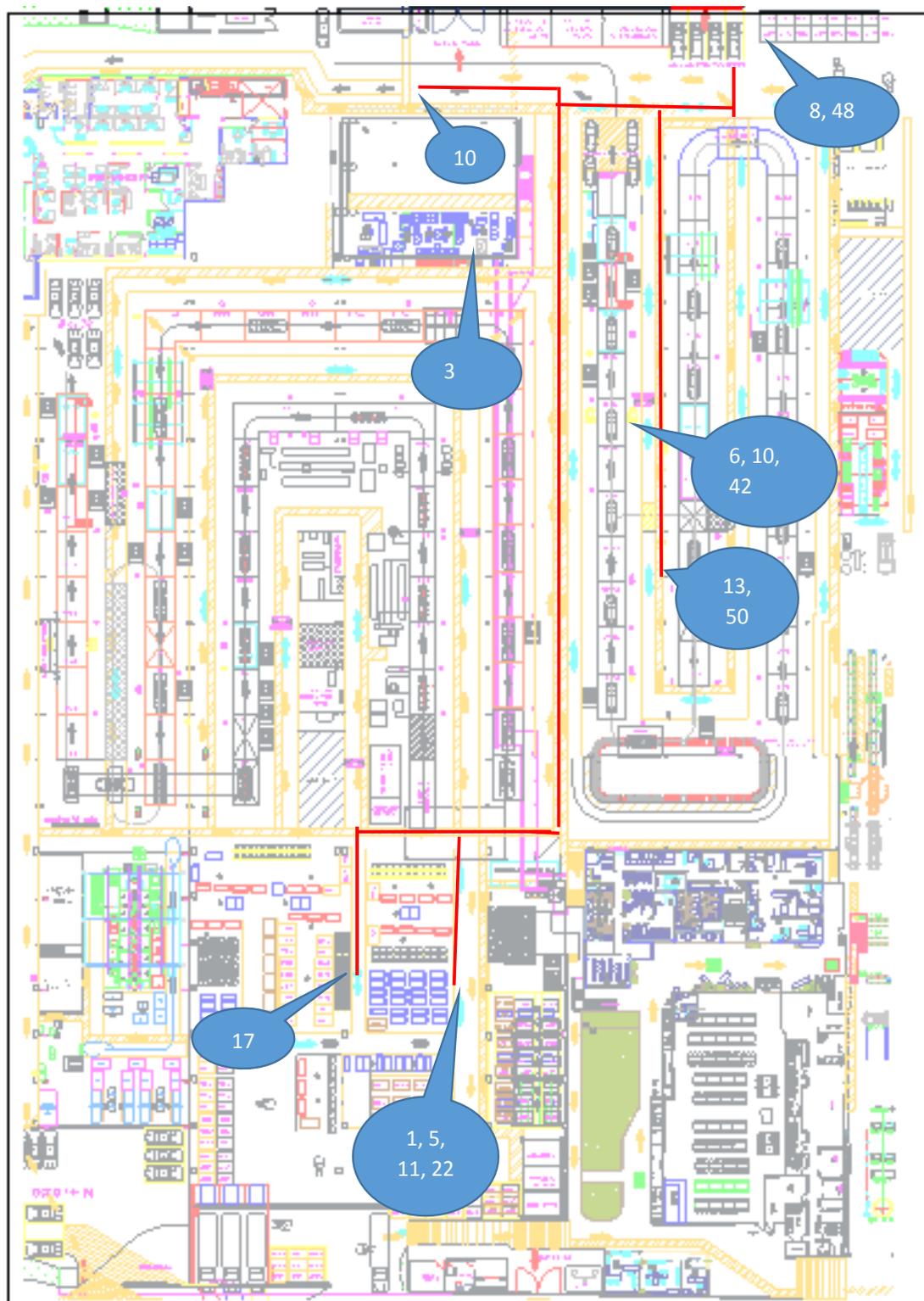


Figura 42. Diagrama de hilos de la etapa Trim.

Tabla 80
Trayectos recorridos en la etapa Trim

Num	Ruta	Metros
1	Carga Vagon subensambles comun	
2	trayecto Pesados- SEC	98
3	Descarga y desempaque vagon	
4	Trayecto SEC-Pesados	98
5	Retorno vagon vacio	
6	Carga bumpers vacios	53
7	trayecto final-pulmon	53
8	descarga bumpersy recoger llenos	
9	trayecto pulmon-final	53
10	Entrega bumpers llenos	
11	Cargar racks	
12	Trayecto materiales- linea	248
13	descargar tanques, coches y racks	
14	trayecto final-final	94
15	descargar tanques, coches y racks	
16	trayecto	94
17	Recoger vagon linea care	
18	trayecto	76
19	descargar vagon linea care	
20	Tiempo de espera para chequeo	
21	trayecto	76
22	Cargar tanques	
23	Trayecto materiales- linea	248
24	descargar tanques, coches y racks	

Tabla 81

Trayectos recorridos en la etapa Trim

24	descargar tanques, coches y racks	
25	Cargar coches	
26	Trayecto materiales- linea	248
27	descargar tanques, coches y racks	
28	trayecto	248
29	trayecto	
30	Cargar tornilleria trim y final	
31	Trayecto	28
32	Recoger alineadora	
33	trayecto	36
34	descargar alineadora	
35	trayecto	36
36	Cargar racks	
37	Trayecto materiales- linea	248
38	descargar tanques, coches y racks	
39	trayecto final-final	98
40	descargar tanques, coches y racks	
41	trayecto	24
42	Carga bumpers vacios	
43	trayecto final-pulmon	24
44	descarga bumpers y recoger llenos	
45	trayecto pulmon-final	24
46	Entrega bumpers llenos	
47	Cargar tanques	
48	Trayecto materiales- linea	248
49	descargar tanques, coches y racks	
50	descargar tanques, coches y racks	
51	trayecto	248
Total		2701

En todos los casos de los diferentes procesos de la distribución de materiales de la línea de producción de autos sin chasis, se ha tomado las distancias en metros que deben ser recorridas por cada uno de los operarios referentes a un lote de producción es decir, estas mediciones corroboran la cantidad de distancia necesaria para cada uno de los tiempos necesarios que han sido especificados en las hojas de trabajo estandarizado.

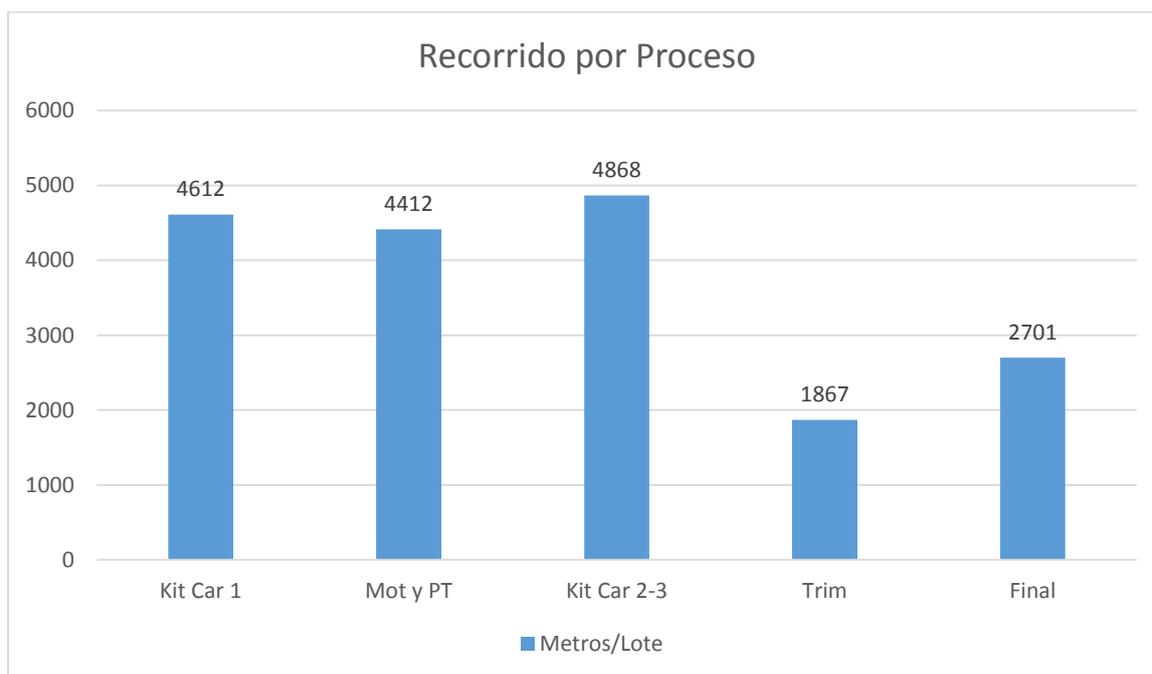


Figura 43. Diagrama de barras del recorrido por proceso.

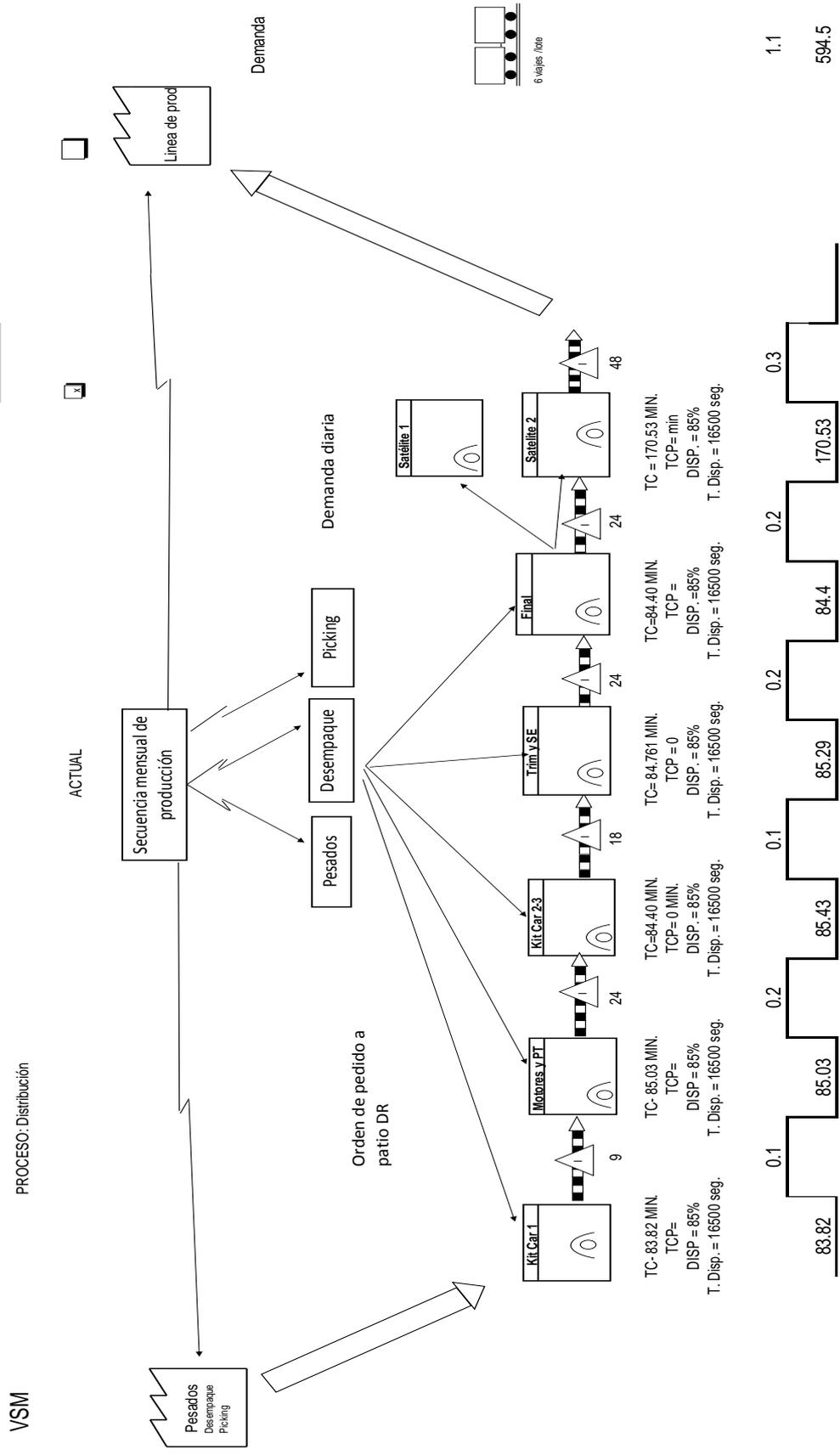


Figura 44. Secuencia mensual de producción VSM.

4.4 Número de trabajadores

Con el rebalanceo planteado, se calculará la cantidad de trabajadores que ahora serán necesarios para que se lleve a cabo el proceso de distribución de materiales en la línea de producción de autos sin chasis.

(Ecuación 6)

$$\text{Número de operarios} = \frac{\text{tiempo total de proceso por lote}}{\text{Takt Time por lote}}$$

$$\text{Número de operarios} = \frac{83.82 + 85.03 + 85.43 + 85.29 + 84.40 + 84.76 + 84.95}{3.54 * 24}$$

$$\text{Número de operarios} = \frac{593.68}{84.96}$$

$$\text{Número de operarios} = 6.98 \cong 7$$

5. CAPITULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Mejoras

Para el adecuado análisis de las variaciones que existieron entre la situación actual y la mejora propuesta, se va a dividir estos resultados en 3 diferentes ramas.

-La variación existente entre los tiempos de operación, lo mismo que es referente a las hojas de trabajo estandarizado.

-La diferencia creada entre las distancias que recorren los operarios en las rutas en las cuales conducen los coches eléctricos, esta información es obtenida a base del diagrama de hilos.

-La cantidad de operarios necesarios, según la cantidad de tiempo necesaria para llevar a cabo los procesos en base al Takt Time.

5.2 Tiempos de operación

En el capítulo de situación actual, donde se especificaba el estado de la operación en ese momento, y según la pared de balanceo que se obtuvo, el tiempo total necesario para completar el proceso de distribución de materiales en la línea de ensamblaje de autos sin chasis es: 724 minutos con 15 segundos.

Y en tiempo total que se obtuvo según la propuesta de mejora en base al balanceo de cargas de trabajo es de: 593 minutos con 68 segundos.

Si se realiza la variación entre estos dos valores para obtener el porcentaje de disminución de tiempo, tenemos; la diferencia entre el tiempo actual y el tiempo optimizado, dividido para el tiempo actual:

(Ecuación 7)

$$\% \text{ de mejora} = \frac{\text{Tiempo actual} - \text{tiempo optimizado}}{\text{tiempo actual}} \times 100$$

$$\% \text{ de mejora} = \frac{724.15 - 593.68}{724.15} \times 100$$

$$d\% \text{ de mejora} = \frac{130.47}{724.15} \times 100$$

$$\% \text{ de mejora} = 0.1801 \times 100$$

$$\% \text{ de mejora} = 18\%$$

Los resultados demuestran que hubo un 18% de mejora en los tiempos de ciclo del proceso completo, lo cual es muy importante ya que con este tiempo total es posible completar el proceso de distribución de materiales dentro del Takt time que está asignado para cada lote de producción.

5.3 Distancias recorridas

En el capítulo de la situación actual se verificó que los coches eléctricos recorrían 27243 metros por cada lote de producción de 24 autos, después de la optimización que se plantea y según el diagrama de hilos presentado con las

actividades que debe cumplir cada uno de los procesos en la distribución de materiales, los equipos eléctricos recorrerán 18278 metros por cada lote de producción.

(Ecuación 7)

$$\% \text{ de mejora} = \frac{\text{Distancia recorrida actual} - \text{Distancia recorrida optimizada}}{\text{Distancia recorrida actual}} \times 100$$

$$\% \text{ de mejora} = \frac{26243 - 18278}{26243} \times 100$$

$$d\% \text{ de mejora} = \frac{7965}{26243} \times 100$$

$$\% \text{ de mejora} = 0.303 \times 100$$

$$\% \text{ de mejora} = 30\%$$

Esta es una mejora del 30% en cuanto a metros que se debe recorrer, lo cual es propiciado a que ya no se tiene 7 coches, que están generando desperdicios. Sino todo lo contrario, las rutas fueron optimizadas, y como se puede observar en la pared de balanceo, referente al trabajo estandarizado, los tiempos de movimientos han crecido en cada uno de los procesos. Esto significa que las rutas de movilización fueron mejoradas implícitamente al realizar el rebalanceo de los procesos.

Todas estas mejoras permiten que el proceso se lleve a cabo dentro del tiempo necesario (Takt time) y solamente con 5 coches eléctricos.

5.4 Numero de operarios

Principalmente la propuesta se generó por el hecho de que la cantidad de operarios que se tenía no abastecía para completar el proceso, por lo tanto, se debía tomar medidas que solucionen este tipo de inconvenientes, como agregar un trabajador diario a la operación de estos procesos, para que brinde apoyo.

Los datos son obtenidos en base a los tiempos que fueron medidos en la planta de producción.

(Ecuación 8)

$$\% \text{ de mejora} = \frac{\# \text{ de operarios actuales} - \# \text{ de operarios optimizados}}{\# \text{ de operarios actuales}} \times 100$$

$$\% \text{ de mejora} = \frac{8.52 - 6,98}{8.52} \times 100$$

$$\% \text{ de mejora} = \frac{1.54}{8.52} \times 100$$

$$\% \text{ de mejora} = 0.1807 \times 100$$

$$\% \text{ de mejora} = 18\%$$

Este resultado indica que el rebalanceo de línea fue exitoso, ya que con el personal que se cuenta (7 operarios), va a ser posible cumplir con los procesos dentro del Takt Time estipulado. En este caso se tuvo una optimización del 18%, el mismo que es directamente proporcional a la mejora en el tiempo.

5.5 Impacto de los resultados

Los impactos principalmente han sido medidos en cuanto al efecto económico que llega a tener esta mejora. Por lo tanto, en la empresa donde se realizó el proyecto, se usa un indicador o KPI, que mide la cantidad de dinero que este costo rebaja para cada unidad producida.

CPU

El indicador llamado Costo por unidad (CPU), realiza el análisis económico de las optimizaciones realizadas, en el periodo de un año de producción

En este caso la formula principal que rige este indicador es:

(Ecuación 9)

$$CPU = \frac{\text{Costo Estructural anual del proyecto}}{\text{autos producidos}}$$

El costo estructural es donde intervienen todos los valores que van a ser ahorrados de acuerdo a la implementación del proyecto del cual estamos tratando, y estos son:

-Mantenimiento coches eléctricos

\$ 480 mensual

2 coches eléctricos = \$ 960 mensuales

2 coches eléctricos por 1 año = \$ 11520

-Alquiler mensual de coches eléctricos

Era necesario alquilar 1 coche eléctrico, para completar los 7 necesarios, ya que la empresa contaba con 6 coches destinados para este proceso de distribución.

\$1400 mensual

1 coche eléctrico por 1 año = \$16800

-Chalecos

Cada operario que conduce un coche eléctrico recibe un chaleco refractivo cada mes

1 chaleco = \$16

2 operarios mensuales = \$32

2 operarios por 1 año = \$384

Como fue mencionado en el primer capítulo del documento la producción anual de autos actualmente en esta empresa es cerca de 23000 unidades, este valor se utilizará para el cálculo de este indicador.

(Ecuación 10)

$$CPU = \frac{\text{Costo Estructural anual del proyecto}}{\text{autos producidos}}$$

$$CPU = \frac{11520 + 16800 + 384}{23000}$$

$$CPU = \frac{28704}{23000}$$

$$CPU = \$ 1.24$$

Este resultado nos indica que en cada una de las unidades a producirse después de la implementación del proyecto, va a existir una reducción de 1 dólar con 24 centavos en el costo de producción.

(Ecuación 11)

$$CPU \text{ Anual} = CPU \times \text{Cantidad de autos producidos al año}$$

$$CPU \text{ Anual} = \$ 1.24 \times 23000 \text{ u}$$

$$CPU \text{ Anual} = \$ 28520$$

A lo largo del año va a ser posible ahorrar \$ 28520 dólares en el costo estructural de producción, lo que conlleva a aseverar que existe un impacto económico considerable con la aplicación de este proyecto.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

-Según el análisis de causa raíz que fue efectuado, se logró identificar los problemas existentes en la operación del proceso de distribución de materiales en una línea de ensamblaje de autos sin chasis. Dicho análisis indicó el camino a seguir para solucionar el problema con mayor impacto, que es la falta de tiempo en la operación.

-El capítulo III, referente a la situación actual fue el encargado de aportar los datos necesarios, en base a hojas de trabajo estandarizado y diagramas de hilo para poder diagnosticar el proceso de distribución y encontrar los puntos con mayor probabilidad de gran impacto en el momento de la optimización.

-En el momento en que la información de las hojas de trabajo estandarizado y de los diagramas de hilos fueron corroborados por un diagrama VSM, fue factible el inicio de la propuesta de optimización, ya que estaban muy claros los puntos que se debían optimizar, como fueron los tiempos de los procesos que no agregan valor.

-La implementación se basó en la aplicación y uso de las nuevas hojas de trabajo estandarizado y de los nuevos diagramas de hilo, que fueron realizados en base a un análisis de rebalanceo de líneas, en el cual fue de mucha ayuda el análisis de actividades que agregan o no valor, el mismo que ayudo fácilmente a identificar los tiempos innecesarios, que fueron eliminados o re balanceados para la propuesta de optimización. Esta implementación físicamente tomo alrededor de un mes.

-Los resultados obtenidos del proyecto, en cuanto a optimización en tiempos y movimientos de los operarios se ven reflejados en un solo medidor de gestión (CPU) que ha sido expuesto en este mismo capítulo.

-La conclusión más importante y basada en los resultados es que, se hizo posible el cumplimiento del proceso de distribución de materiales dentro del tiempo (Takt Time) estipulado, y también con la cantidad de operarios, que actualmente se cuenta para el proceso, es decir se suplió el déficit de personal que existía y que se constató en la situación actual.

6.2 Recomendaciones

-Pese a que la empresa usa ciertos métodos para la aplicación tanto en el análisis de causa raíz, como en las técnicas de estandarización. Puede ser recomendable el uso de técnicas más específicas como, diagrama de Pareto, diagrama de hilos y diagrama VSM. Los mismos que ayudarían a que el desarrollo de un proyecto (identificación, diagnóstico y desarrollo) se lleve a cabo de una manera más eficiente, como fue demostrado en esta ocasión. Además que la información que estos brindan ayuda a futuras mejoras.

-Por seguridad es muy importante que la empresa adapte sus estándares al uso de los tiempos normales y corregidos, ya que como es de conocimiento estos incrementan un tiempo para que las operaciones se lleven a cabo de la mejor manera y con la actividad adecuada que es necesaria. El uso únicamente del tiempo estándar puede afectar en el desempeño de los trabajadores.

-El trabajo en conjunto con el equipo operativo del proceso es indispensable, ya que la identificación, diagnóstico y mejora en cualquier proyecto se lleva a cabo de una manera más fácil, si los involucrados en primer plano están inmiscuidos en la planificación. Ya que obtener la información real de primera mano agrega mucho valor y facilita el trabajo de optimización.

REFERENCIAS

- Baca, G. (2014). Introducción a la ingeniería industrial. Recuperado el 20 de Junio del 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Biasca, R. E. (2006). Movimiento y almacenamiento de materiales. Recuperado el 22 de Junio del 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>
- González, M. J. C. (2009). La verdad sobre eficiencia, eficacia y efectividad. Recuperado el 20 de Junio del 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Gutiérrez, P. H. (2014). Calidad y productividad (4a. ed.). Recuperado el 3 de Julio del 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Hillier, F. y Lieberman, G. (2015) Investigación de Operaciones (10a. ed). Mexico: McGraw-Hill
- Lam, N. T., Toi, L. M., Tuyen, V. T. T., & Hien, D. N. (2016). *Lean Line Balancing* for an Electronics Assembly Line. *Procedia CIRP*, 40(1), 437–442. Recuperado el 20 de Junio del 2018 de <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.089>
- Lean Six Sigma Institute. (2014) Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt Para la excelencia en los negocios (2da. ed.). Barcelona: ICG Marge
- Leenders Flynn, J. (2012). Administración de compras y abastecimientos.
- Maldonado, J. A. (2011). Gestión de procesos (o gestión por procesos). Recuperado el 27 de Junio del 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Niebel, B. y Freivalds, A. (2014) Ingeniería industrial de Niebel métodos, Estándares y diseño de trabajo (13a. ed.). Mexico: McGraw-Hill
- Palacios, L. (2016) Condiciones de trabajo. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones
- Palacios, L. (2016) Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones
- Palacios, L. (2016) Manufactura Lean. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones

- Palacios, L. (2016) Tipos de métodos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones
- Palacios, L. (2016) Tipos de métodos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones
- Pardo, Á. J. M. (2017). Gestión por procesos y riesgo operacional. Recuperado el 18 de Junio del 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Raj, A. S. V., Mathew, J., Jose, P., & Sivan, G. (2016). *Optimization of Cycle Time in an Assembly Line Balancing Problem. Procedia Technology, 25(Raerest), 1146–1153*. Recuperado el 3 de Julio del 2018 de <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.08.231>
- Rajadell, C. M., & Sánchez, G. J. L. (2010). Lean manufacturing, la evidencia de una necesidad. Recuperado el 20 de Junio del 2018 de [Recuperado el 23 de Junio del 2018 de https://ebookcentral.proquest.com](https://ebookcentral.proquest.com)
- Servicio Nacional de Aduana Ecuador, Cámara de Industria Automotriz del Ecuador, Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2018). Mercado de vehículos livianos y comerciales.
- Stricker, N., Micali, M., Dornfeld, D., & Lanza, G. (2017). *Considering Interdependencies of KPIs – Possible Resource Efficiency and Effectiveness Improvements. Procedia Manufacturing, 8(October 2016), 300–307*. Recuperado el 16 de Junio del 2018 de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.038>
- Tech Management: Smart Line Balancing to Increase Efficiency. (2017, February 1). Apparel Online*. Recuperado el 17 de Junio del 2018 de: http://link.galegroup.com/bibliotecavirtual.udla.edu.ec/apps/doc/A481196801/GPS?u=uame_cons&sid=GPS&xid=c60cc0a4

