



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN CARROCERÍAS  
DAVMOTOR.CIA.LTDA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

**Autor:**

Ochoa Sangacha Andrés Gustavo  
Quimba Loachamin Stalyn Fabricio

**Tutor:**

Ing. MSc. Ángel Moises Avemañay Morocho

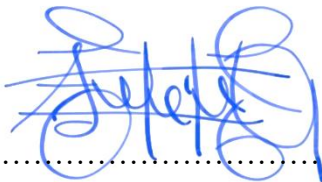
Latacunga-Ecuador

Febrero -2020

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros Ochoa Sangacha Andrés Gustavo y Quimba Loachamin Stalyn Fabricio declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“PROPUESTA DEL REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CARROCERIAS DAVMOTOR.CÍA.LTDA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD”** siendo el **Ingeniero MSc. ÁNGEL MOISES AVEMAÑAY MOROCHO** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



.....  
**Ochoa Sangacha Andrés Gustavo**  
**C.I.2100795828**



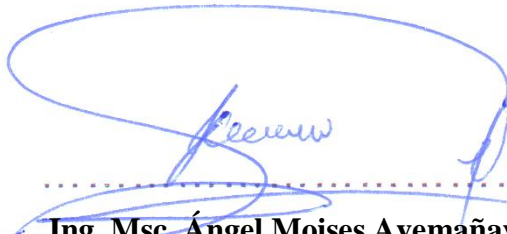
.....  
**Quimba Loachamin Stalyn Fabricio**  
**C.I.1725911497**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“PROPUESTA DEL REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CARROCERIAS DAVMOTOR.CÍA.LTDA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD”**, de **OCHOA SANGACHA ANDRÉS GUSTAVO Y QUIMBA LOACHAMIN STALYN FABRICIO**, de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero, 2020

  
-----

**Ing. Msc. Ángel Moises Avemañay Morocho**

**C.C.0803089804**


## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, el o los postulantes: **OCHOA SANGACHA ANDRÉS GUSTAVO Y QUIMBA LOACHAMIN STALYN FABRICIO** con el título de Proyecto de titulación: **“PROPUESTA DEL REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CARROCERIAS DAVMOTOR.CÍA.LTDA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero 2020

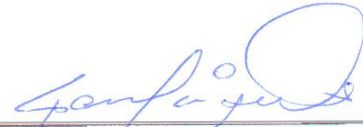
Para constancia firman:



**Lector 1 (Presidente)**

**Ing. Phd.Dr. Ulloa Enríquez Medardo Ángel**

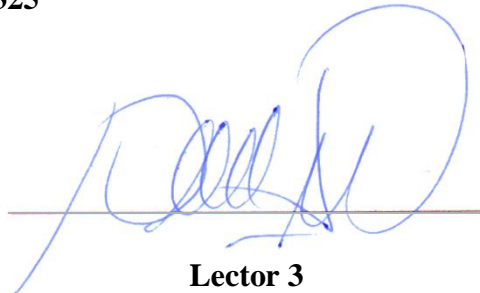
**CC: 1000970325**



**Lector 2**

**Ing. Mg. Constante Armas Josué Jonnatan**

**CC: 0502034564**



**Lector 3**

**Ing. Mg. Navas Olmedo Bladimiro Hernán**

**CC:0500695549**

Ambato, 17 de Enero del 2020

**CERTIFICADO**

Por medio del presente Yo, Jaime Ramiro Cifuentes Zumbana identificado con CI.1801629229, en Calidad de Jefe de Producción de la empresa DAVMOTOR.CÍA.LTDA con RUC 1891720471001. Certifico que los señores, Andrés Gustavo Ochoa Sangacha con CI.210079582-8 y Stalyn Fabricio Quimba Loachamin con CI.172591149-7 estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi realizaron en sus instalaciones el Proyecto investigativo para su titulación con el siguiente tema: **“PROPUESTA DEL REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CARROCERIAS DAVMOTOR.CÍA.LTDA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD”**. Demostrando habilidades industriales en la producción de la Empresa y generando una propuesta alternativa hacia el mejoramiento continuo de nuestra prestigiosa Entidad.

Es todo en cuanto puedo certificar.

Atentamente

  
  
-----  
Jaime Ramiro Cifuentes Zumbana  
CI. 1801629229

*Constancia, sacrificio y pasión*

## **AGRADECIMIENTO**

Por nunca perder la fe en ti, espiritualmente a usted Dios que me ha bendecido con la salud.

A mis padres reflejándome su amor y enriqueciéndome de buenos consejos.

A mi familia que siempre me motivó a no limitarme.

A la empresa Davmotor.Cía.Ltda por la acogida en sus instalaciones.

Amistades que transmitían euforia a mi ser.

*Andrés G. Ochoa S.*

*Stalyn F. Quimba L.*

*Vive tu vida disfrutándola, no publicándola.*

**DEDICATORIA**

Al Dios Invencible, a mis Padres,  
mi familia y colegas.

*Andrés G. Ochoa S.*

*Stalyn F. Quimba L.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL EMPRESA DAVMOTOR.CÍA.LTDA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xvii
1 INFORMACIÓN GENERAL .....	1
1.1 Título del proyecto:.....	1
1.2 Fecha de inicio .....	1
1.3 Fecha de finalización .....	1
1.4 Lugar de ejecución.....	1
1.5 Facultad que auspicia.....	1
1.6 Carrera que auspicia.....	1
1.7 Proyecto de investigación vinculado .....	1
1.8 Equipo de trabajo .....	1
1.9 Área de conocimiento .....	1
1.10 Línea de investigación.....	1
1.11 Sub líneas de la investigación de la carrera.....	2
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	2
3.1 Beneficiarios directos.....	2

3.2	Beneficiarios indirectos .....	2
4	EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
5	OBJETIVOS .....	3
5.1	General.....	3
5.2	Específico.....	3
6	ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	4
7	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....	5
7.1	Empresa.....	5
7.2	Funciones de la empresa .....	5
7.3	Dimensione de la empresa .....	6
7.3.1	Dimensiones estructurales .....	6
7.3.2	Dimensiones contextuales .....	7
7.4	Datos de Davmotor.Cía.Ltda .....	8
7.5	Diagrama de recorrido .....	8
7.6	Diagrama de flujo .....	8
7.7	Estudio de tiempos.....	9
7.8	Proceso.....	14
7.9	Gestión de procesos .....	14
7.10	Orientación a funciones, procesos o su combinación. ....	15
7.11	Productividad .....	15
7.11.1	Influencia de los Ingenieros Industriales en la Productividad.....	15
7.11.2	Variables de la productividad .....	16
7.11.3	Calculo de la capacidad .....	18
7.11.4	Calculo de la productividad.....	18
7.12	Eficiencia.....	19
7.13	Utilización .....	19

7.14	Balanceo de líneas .....	19
7.14.1	Ventajas y mejoras que generan el balanceo .....	21
7.15	Balanceo de operarios .....	21
7.16	Rediseñar los procesos .....	22
7.17	Sistemas y simulación .....	23
7.18	POM-QM for Windows Versión 3 .....	24
7.19	FlexSim 2020. ....	24
8	VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	25
8.1	Hipótesis .....	25
8.2	Variable dependiente .....	25
8.3	Variable Independiente .....	25
9	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	25
9.1	Tipos de investigación .....	25
9.2	Métodos de investigación .....	25
9.3	Técnicas de investigación .....	25
9.4	Instrumentos de investigación.....	26
10	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	26
10.1	Identificar los procesos actuales de producción para la fabricación del bus tipo tres puertas. 26	
10.1.1	Visita in situ y recorrido por las actividades de la línea de producción bus tipo tres puertas.....	26
10.1.2	Distribución actual de la empresa Davmotor Cía.Ltda.....	30
10.1.3	Diagrama de recorrido de la empresa Davmotor Cía.Ltda .....	33
10.1.4	Diagrama de flujo .....	34
10.1.5	Cursograma sinóptico de estructura .....	36
10.1.6	Estudio de tiempos.....	41
10.1.7	Diagrama de procesos.....	48

10.2	Analizar los métodos y técnicas estableciendo la producción actual de la planta.	50
10.2.1	Calculo de la capacidad de diseño instalada mediante el software FlexSim para evitar errores.	50
10.2.2	Determinación de la productividad actual	54
10.2.3	Determinación de la eficiencia actual	54
10.2.4	Determinación de la utilización actual	54
10.2.5	Resultados	55
10.3	Proponer un rediseño para el aumento de la productividad del bus tipo tres puertas.	55
10.3.1	Balanceo de líneas	55
10.3.2	Distribución de estaciones	59
10.3.3	Número de operarios	59
10.3.4	Rediseñar la línea de producción	62
10.3.5	Simulaciones	62
10.3.6	Identificar el cuello de botella	67
10.3.7	Aumentar la productividad	67
10.3.8	Determinación.	69
10.3.9	Resultados del rediseño de la línea de producción mediante balanceo	69
10.3.4	Análisis económico	70
11	IMPACTOS	77
11.1	Impacto Técnico	77
11.2	Impacto social	77
11.3	Impacto económico	77
12	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO	78
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
13.1	Conclusiones	79
13.2	Recomendaciones	79

14	BIBLIOGRAFÍA .....	80
15	ANEXOS .....	82

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b>	¿El área es un proceso? .....	14
<b>Gráfico 2:</b>	Preguntas de opción múltiple de este tipo .....	17
<b>Gráfico 3:</b>	Ubicación Davmotor Cía.Ltda. ....	27
<b>Gráfico 4:</b>	Bus tipo tres puertas .....	28
<b>Gráfico 5:</b>	Layout de la empresa Davmotor Cía.Ltda .....	30
<b>Gráfico 6:</b>	Diagrama de planta.....	31
<b>Gráfico 7:</b>	Diagrama de recorrido.....	33
<b>Gráfico 8:</b>	Diagrama de flujo de la línea de producción.....	34
<b>Gráfico 9:</b>	Cursograma sinóptico.....	36
<b>Gráfico 10:</b>	Diagrama de flujo área de estructura.....	37
<b>Gráfico 11:</b>	Eficiencia en capacidad instalada.....	51
<b>Gráfico 12:</b>	Capacidad Instalada.....	52
<b>Gráfico 13:</b>	Capacidad real .....	53
<b>Gráfico 14:</b>	Capacidad real .....	53
<b>Gráfico 15:</b>	Diagrama de procedencia .....	56
<b>Gráfico 16:</b>	Balanceo de líneas .....	58
<b>Gráfico 17:</b>	Estadística.....	58
<b>Gráfico 18:</b>	Diagrama de procedencias .....	59
<b>Gráfico 19:</b>	Número de trabajadores.....	61
<b>Gráfico 20:</b>	Simulación 1 .....	62
<b>Gráfico 21:</b>	Simulación 1 .....	63
<b>Gráfico 22:</b>	Simulación 2.....	64
<b>Gráfico 23:</b>	Simulación 2.....	64
<b>Gráfico 24:</b>	Simulación 3.....	65
<b>Gráfico 25:</b>	Simulación 3.....	66
<b>Gráfico 26:</b>	Tiempos de ciclo .....	67
<b>Gráficos 27:</b>	Simulación 4 .....	68
<b>Gráfico 28:</b>	Simulación 4.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Beneficiarios directos.....	2
<b>Tabla 2:</b> Diagrama de flujo.....	9
<b>Tabla 3:</b> Número Recomendado de Ciclos de Observación.....	10
<b>Tabla 4:</b> Tabla de escalas de actividad.....	12
<b>Tabla 5:</b> Suplementos OIT.....	13
<b>Tabla 6:</b> Demanda de Carrocerías.....	29
<b>Tabla 7:</b> Materia Prima.....	40
<b>Tabla 8:</b> Limites de control.....	43
<b>Tabla 9:</b> Cálculo de Suplementos.....	45
<b>Tabla 10:</b> Resultados de tiempos.....	47
<b>Tabla 11:</b> Tabla de resultados.....	48
<b>Tabla 12:</b> Diagrama de procesos.....	49
<b>Tabla 13:</b> Resultado Diagrama de Procesos.....	50
<b>Tabla 14:</b> Factores Necesarios para Flexsim.....	51
<b>Tabla 15:</b> Factores Necesarios para FlexSim 2020.....	52
<b>Tabla 16:</b> Resultados Productividad, Eficiencia y Utilización.....	55
<b>Tabla 17:</b> Resultado tiempo de ciclo.....	56
<b>Tabla 18:</b> Resultado número de estaciones.....	56
<b>Tabla 19:</b> Resultado de Eficiencia de la línea.....	57
<b>Tabla 20:</b> Comparación situación actual y propuesta.....	57
<b>Tabla 21 :</b> Comprobación entre cálculo manual y simulación de programa.....	59
<b>Tabla 22:</b> Calculo del tiempo estándar.....	60
<b>Tabla 23:</b> Numero de operarios.....	60
<b>Tabla 24:</b> Comparación del número de operarios.....	61
<b>Tabla 25:</b> Estaciones balanceadas.....	62
<b>Tabla 26:</b> Número de trabajadores óptimo.....	63
<b>Tabla 27:</b> Balanceo de estaciones y trabajadores.....	65
<b>Tabla 28:</b> Resultado de la simulación.....	66
<b>Tabla 29:</b> Nuevo tiempo de ciclo.....	67
<b>Tabla 30:</b> Tiempos.....	68
<b>Tabla 31:</b> Resultados de la Eficiencia de producción de la propuesta.....	69
<b>Tabla 32:</b> Comparación.....	70
<b>Tabla 33:</b> Ingresos.....	70

<b>Tabla 34:</b> Costos de materia prima .....	71
<b>Tabla 35:</b> Mano de Obra .....	71
<b>Tabla 36:</b> Otros gastos .....	72
<b>Tabla 37:</b> Servicios Básicos .....	72
<b>Tabla 38:</b> Balanceo Final .....	73
<b>Tabla 39:</b> Ingresos.....	73
<b>Tabla 40:</b> Costos de materia prima .....	74
<b>Tabla 41:</b> Mano de Obra.....	74
<b>Tabla 42:</b> Otros gastos .....	75
<b>Tabla 43:</b> Servicios Básicos.....	75
<b>Tabla 44:</b> Balanceo final propuesta .....	76
<b>Tabla 45:</b> Ganancias .....	76
<b>Tabla 46:</b> Impacto económico .....	77

### **ÍNDICE DE ECUACIONES**

<b>Ecuación 1:</b> Media .....	10
<b>Ecuación 2:</b> Desviación típica o estándar .....	11
<b>Ecuación 3:</b> Tiempo ciclo promedio.....	12
<b>Ecuación 4:</b> Tiempo normal .....	12
<b>Ecuación 5:</b> Tiempo estándar.....	14
<b>Ecuación 6:</b> Capacidad de diseño .....	18
<b>Ecuación 7:</b> Productividad del proceso .....	18
<b>Ecuación 8:</b> Eficiencia o rendimiento de producción.....	19
<b>Ecuación 9:</b> Utilización.....	19
<b>Ecuación 10:</b> Utilización.....	19
<b>Ecuación 11:</b> Tiempo de ciclo .....	20
<b>Ecuación 12:</b> Número mínimo de estaciones.....	20
<b>Ecuación 13:</b> Eficiencia.....	21
<b>Ecuación 14:</b> Tiempo estándar.....	22
<b>Ecuación 15:</b> Numero teórico de operarios .....	22

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TÍTULO:** “PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN CARROCERÍAS DAVMOTOR.CIA.LTDA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD”.

**Autores:**

Ochoa Sangacha Andrés Gustavo

Quimba Loachamin Stalyn Fabricio

### RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló en la empresa Ecuatoriana Davmotor.Cía.Ltda ubicada en Ambato Provincia de Tungurahua en el barrio de Cunchibamba, dedicada a la fabricación de carrocerías a nivel nacional, actualmente la compañía origina insatisfacción en sus clientes, debido a que los operadores no tienen una carga de trabajo distribuida adecuadamente existiendo un riesgo considerable de retrasos en la elaboración y entrega de las unidades; por lo cual el objetivo de la investigación del presente trabajo es proponer un rediseño en la línea de producción de carrocerías Bus tipo tres puertas para aumentar la productividad de unidades anuales, iniciando con la formulación de la hipótesis aplicando el método inductivo el cual será mediante la realización del diagnóstico de la situación actual por medio de la observación en la empresa, identificando dificultades que se presenten con el fin de solucionarlos; Inicialmente se realizó un recorrido por las instalaciones para habituarse con los procesos productivos y sus estaciones de trabajo, que integren los procedimientos para la construcción de la carrocería, formalizando métodos referentes con tiempos de ciclo estándares por unidades reales en minutos en su fabricación y los diferentes suplementos por carga de trabajo; que permita técnicamente identificar la existencia del cuello de botella o restricción de la capacidad en la línea de producción; con la obtención como resultado de esta investigación se redujo las estaciones de trabajo actual en una unidad y la redistribución de operarios, alcanzando disminuir el tiempo estándar en un 1% por unidad fabricada, se aumentó la eficiencia de la línea en un 7% y se alcanzó una productividad de 21 unidades anuales, minimizando retrasos en el proceso productivo y adaptándose a la demanda anual establecida por el mercado, de esta forma se minimizó los costos de penalización por entregas tardías y se incrementó la utilidad neta anual en un 15%.

**Palabras claves:** Producción, Estudio de Tiempos, Capacidad, Productividad, Eficiencia, Balanceo de Líneas, Simulación, Utilidad.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**TOPIC:** “PROPOSAL TO REDESIGN THE PRODUCTION LINE IN DAVMOTOR BODYWORKS. CIA.LTDA FOR THE IMPROVEMENT OF PRODUCTIVITY”

**AUTHORS:**

OCHOA SANGACHA ANDRÉS GUSTAVO

QUIMBA LOACHAMIN STALYN FABRICIO

**ABSTRACT**

This project was developed in the Ecuadorian company Davmotor. Cía.Ltda located in Ambato Province of Tungurahua in the Cunchibamba neighborhood, dedicated to the manufacture of bodyworks nationwide, currently the company causes dissatisfaction in its customers, because operators do not have a properly distributed *workload*, there is a considerable risk of delays in the development and delivery of the units; whereby, the objective of the investigation of this work is to propose a redesign in the three-door bus body production line to increase the productivity of annual units, starting with the formulation of the hypothesis applying the inductive method which will be through the diagnosis of the current situation through observation in the Company, identifying difficulties that arise in order to solve them; initially it was done a tour of the facilities to get used to the production processes and their work stations, that integrate the procedures for the construction of the bodywork, formalizing reference methods with cycle times per actual units in minutes in their manufacture and the different supplements per workload, that allows technically to identify the existence of the bottleneck or capacity restriction in the production line; with the result of this investigation, the current work stations in one unit and the redistribution of operators were reduced, reaching to reduce the standard time by 1% per unit manufactured, the efficiency of the line was increased by 7% and a productivity of 21 units per year was achieved, minimizing delays in the production process and adapting to the annual demand established by the market, in this way, the penalty costs for late deliveries were minimized and the annual net profit increased by 15%.

**Keywords:** Production, Study of Times, Capacity, Productivity, Efficiency, Line Balancing, Simulation, Utility



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, OCHOA SANGACHA ANDRÉS GUSTAVO Y QUIMBA LOACHAMIN STALYN FABRICIO**, cuyo título versa **“PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN CARROCERÍAS DAVMOTOR. CIA. LTDA. PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente,

Mg. DIANA KARINA TAIPE VERGARA  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS  
C.C. 1720080934



CENTRO  
DE IDIOMAS

## **1 INFORMACIÓN GENERAL**

### **1.1 Título del proyecto:**

Propuesta de rediseño de la línea de producción de carrocerías Davmotor.Cía.Ltda para el mejoramiento de la productividad.

### **1.2 Fecha de inicio**

Octubre 2019

### **1.3 Fecha de finalización**

Febrero 2020

### **1.4 Lugar de ejecución**

Panamericana Norte km 15 Parroquia Cunchibamba, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, Zona 2, Empresa de Carrocerías Davmotor.Cía.Ltda.

### **1.5 Facultad que auspicia**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

### **1.6 Carrera que auspicia**

Ingeniería Industrial

### **1.7 Proyecto de investigación vinculado**

Ingeniería Industrial

### **1.8 Equipo de trabajo**

#### **Tutor:**

- Ing. MSc. Ángel Moisés Avemañay Morocho

#### **Autor:**

- Sr. Andrés Gustavo Ochoa Sangacha
- Sr. Stalyn Fabricio Quimba Loachamin

### **1.9 Área de conocimiento**

Campo Amplio: Ingeniería, industria y construcción

Campo Específico: Industria y Producción

Campo detallado: Producción Industria

### **1.10 Línea de investigación**

En base a los lineamientos de investigación referenciados por la Universidad Técnica de Cotopaxi el proyecto está enfocado con la cuarta línea:

- Procesos Industriales

### 1.11 Sub líneas de la investigación de la carrera

- Administración y gestión de la producción

## 2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En Ecuador las unidades de transporte se han ido ascendiendo de manera gradual donde visiblemente se lo puede justificar en la gran demanda de movilización vehicular por el crecimiento de cooperativas en el Ecuador, por tal motivo empresas como Davmotor.Cía.Ltda se ve comprometida con la entrega de sus unidades a un tiempo limitado, algo que la empresa no expresa actualmente teniendo una carga de trabajo mal distribuida generando despilfarros de tiempo entre cada estación.

Davmotor.Cía.Ltda en 2019 tuvo una demanda de 21 unidades, la cual no fue alcanzada tomando en consideración de que entregaron 19 causando pérdidas de presupuesto, antecedente que crea la necesidad de rediseñar de la línea de producción transformándose en un aporte sobresaliente, enmarcado en la disminución de carga de trabajo vinculados directamente con las estaciones de la línea de producción beneficiando a los operadores y por consecuente a los clientes de la Empresa.

## 3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

### 3.1 Beneficiarios directos

El dueño de la Empresa David Paredes conjuntamente con:

**Tabla 1:** Beneficiarios directos

ESTACIONES	N.º de obreros
Área de estructura	3
Área de forrado	2
Área de pintura	3
Área de fase I	3
Área de fase II	3
Área de terminado total	2

**Fuente:** Elaborado por el autor

### 3.2 Beneficiarios indirectos

Proveedores

## **4 EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

Técnicamente cada proceso desarrollado en Davmotor.Cía.Ltda como parte del sistema productivo genera actualizaciones hacia el mejoramiento continuo, producto de aquello se ve reflejado en la expansión de su empresa que obviamente exige un equilibrio de línea de producción de manera consecuente, sin embargo esta inversión no se ve reflejada en los tiempos de producción y los costos de fabricación siguen siendo incluso más representativos.

Actualmente la compañía promueve insatisfacción en sus clientes, sus operadores no tienen una carga de trabajo distribuida, considerando el riesgo de retrasos de las unidades y los tiempos de ciclo entre cada departamento es inoportuno. Todas estas problemáticas afectan directamente a la línea de producción, el tiempo de entrega y por consecuente su productividad.

Entonces

¿Cómo equilibrar la línea de producción para un aumento progresivo de la productividad?

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 General**

- Proponer un rediseño en la línea de producción de carrocerías Bus tipo 3P en la Empresa Davmotor.Cía.Ltda, para el mejoramiento de la productividad.

### **5.2 Específico**

- Identificar los procesos actuales de producción para la fabricación del bus tipo tres puertas
- Analizar los métodos y técnicas para establecer la producción actual de la planta.
- Proponer un balanceo de líneas de producción para el aumento de la productividad del bus tipo tres puertas.

## 6 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivo	Actividades	Resultado de la actividad	Método
Identificar los procesos actuales de producción para la fabricación del bus tipo tres puertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visita in Situ y recorrido por las actividades de la línea de producción bus tipo tres puertas</li> <li>• Realización Layout de planta</li> <li>• Identificación de los movimientos de materia prima, producto y trabajadores</li> <li>• Representación gráfica de la secuencia de actividades de la línea de producción.</li> <li>• Toma y Estudio de tiempos</li> <li>• Estudio de procesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento de la empresa Davmotor.Cía.Ltda.</li> <li>• Plano de la planta</li> <li>• Plano de recorrido</li> <li>• Entendimiento de la secuencia de las líneas de producción</li> <li>• Recolección de los tiempos utilizados en cada actividad</li> <li>• Número de operación, transporte, retrasos, inspecciones y almacenamientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección</li> <li>• Diagrama Layout (planta)</li> <li>• Diagrama de recorrido</li> <li>• Diagrama de flujo</li> <li>• Estudio de tiempos</li> <li>• Diagrama de procesos</li> </ul>
Analizar los métodos y técnicas estableciendo la producción actual de la planta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo de la capacidad instalada mediante el Software FLEXIM 2020</li> <li>• Determinación de productividad de la planta</li> <li>• Determinación de la eficiencia actual</li> <li>• Determinación de utilización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidades posibles de producción</li> <li>• Porcentaje de productividad</li> <li>• Eficiencia utilizada en la empresa</li> <li>• Porcentaje de utilización de la empresa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software FlexSim</li> <li>• Cálculo de productividad</li> <li>• Cálculo de la eficiencia</li> <li>• Cálculo de utilización</li> </ul>
Proponer un rediseño para el aumento de la productividad del bus tipo tres puertas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de las líneas de producción.</li> <li>• Determinación del número real de estaciones de trabajo</li> <li>• Determinar el número real de operarios</li> <li>• Rediseño de la línea de producción mediante simulación</li> <li>• Análisis impacto económico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las celdas de trabajo.</li> <li>• Número de estaciones teóricas</li> <li>• Número de operarios necesario</li> <li>• Elección de la simulación con mayor productividad</li> <li>• Utilidad neta implementando la propuesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanceo de líneas</li> <li>• Cálculo de número de estaciones</li> <li>• Cálculo del número de operarios</li> <li>• FlexSim 2020</li> <li>• Ingeniería financiera</li> </ul>

## **7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **7.1 Empresa**

(Cuatrecasas Arbós, 2011, págs. 1-2) Establece que en las organizaciones empresariales y, bajo la dirección o administración general, se hallan los departamentos o áreas funcionales con su propia dirección, frutos de la división de las tareas de la empresa en especializaciones «funcionales» (es decir, de acuerdo con la función propia de cada especialidad), tales como el área o departamento comercial, el financiero o el de producción.

El área funcional de producción es aquella en la cual se obtienen, por medio de procesos constituidos por actividades, los productos o servicios objeto de la empresa, con las características que permitan satisfacer mejor las necesidades de los consumidores a quienes van destinados tales productos; es el área en la que se genera el valor añadido de la empresa, objetivo fundamental de la misma y fuente del beneficio económico que esta genera, como se verá adelante.

La empresa está integrada por cada parte por una serie de elementos: empresario, factores humanos, bienes de capital, recursos económicos y financieros, organización, relaciones con el mundo externo, marco técnico, económico, político y social y, por supuesto, sus objetivos, así como la obtención y distribución de lucro.

### **7.2 Funciones de la empresa**

(Cuatrecasas Arbós, 2011, pág. 3) Establece que una empresa asume el papel de producir para el consumo aunque independientemente de éste. Para cumplir este objetivo, la empresa ha de asumir las funciones que siguen:

1. Interpretar al sector consumidor para emprender cuáles son sus necesidades y exigencias lo que, evidentemente, va a suponer realizar cuantos estudios sean precisos acerca de la demanda de este sector.
2. Organizar el proceso productivo que requerirá al producto o servicio que satisfagan la anterior demanda de los consumidores, para ejecutarlo y dirigirlo correctamente, con la coordinación y control necesario, a fin de obtener el producto requerido al menor coste y en el plazo más breve posible.
3. El fruto obtenido de la de la producción efectuada, deberá repartirse entre aquellos sujetos que han intervenido en la obtención de dicho producto. Estos son los llamados «factores de la producción», de los que nos ocuparemos más adelante. Pues bien, es función de la empresa pagar anticipadamente la parte que corresponda a los factores que han colaborado con ella en la obtención de la producción (normalmente sujeta a pactos

previos), independientemente de la remuneración real que el sector consumidor vaya a satisfacer a la empresa por el producto. Así, la empresa adquiere equipamientos, compra materiales y contrata trabajadores antes de llevar a cabo la producción.

4. De la función anterior se deduce que la empresa deberá asumir una nueva función que consistirá en el riesgo inherente a la anticipación de las remuneraciones y en cuantías generalmente independientes de la auténtica valoración que el sector consumidor haga del producto. El riesgo total que asume la empresa es pues doble: a) acertar el producto y el volumen de producción que absorberá el sector consumidor (riesgo técnico); b) valorar la remuneración que el citado sector esté dispuesta a hacer efectiva para este producto (riesgo económico).
5. De todo lo anterior se deduce que la empresa tiene una evidente e importante función de previsión de los deseos del sector consumidor que no se resume solo en la ya anticipada referente a que productos deseará este sector, sino en que cantidades y cuál va a ser la remuneración que el citado sector estará dispuesta a efectuar por ellos, así como los cambios de tendencias en las previsiones.

### **7.3 Dimensioe de la empresa**

(Benjamín & Fincowsky, 2009, pág. 4) Establece que las dimensiones de la organización permiten entender la fisonomía que una ellas adopta y la dinámica con la que actúa. De acuerdo con este criterio, las dimensiones pueden clasificarse en estructurales y contextuales. Las dimensiones estructurales describen las características internas, en tanto que las dimensiones contextuales exponen sus características como parte de su contexto tamaño, tecnología, propósitos y alcance.

#### **7.3.1 Dimensiones estructurales**

(Benjamín & Fincowsky, 2009, pág. 5) Establece para crear una base de medición y comparación integran:

- Formalización. Documentación escrita de objetivos, metas, políticas, procedimientos, programas, estrategias y toda clase de recursos orientados hacia la gestión e sus acciones.
- Especialización. Forma y grado en que se subdivide el trabajo. En la medida que sea alta, el personal se concentrara en tareas específicas; cuando es baja, los integrantes de la organización desempeñaran más tareas.

- Jerarquía de autoridad. Corresponde al nivel en que se delega la autoridad y responsabilidad, condiciones que se refleja en el tramo de control (número de personas que reportan a un superior).
- Centralización. Se refiere a la concentración de autoridad en una unidad. Cuando la autoridad se mantiene en unidades determinadas, se centraliza; cuando se delega en varias unidades, se descentraliza.
- Profesionalismo. Nivel de educación y preparación formal que tiene el personal de una organización, el cual depende de los años de educación y experiencia adquirida.
- Indicadores de recursos humanos. Indicadores que relacionan el desarrollo de las personas con las tareas que realizan, así como su distribución en áreas sustantivas (responsables de la razón de ser de la organización) y en áreas adjetivas (responsables de brindar apoyo).

### **7.3.2 Dimensiones contextuales**

(Benjamín & Fincowsky, 2009, pág. 5) Establece para interrelacionar las bases de la estructura y procesos de trabajo se consideran las dimensiones que se exponen a continuación:

**Tamaño:** Magnitud de una organización con base en el número de personas, recursos financieros, instalaciones, ámbito de actuación y volumen de producto o servicio que genera.

**Tecnología organizacional.** Herramientas de tecnología de la información y técnicas de análisis y evaluación que la organización emplea para transformar los insumos en resultados. Este factor se relaciona estrechamente con el nivel de desempeño que puede alcanzar de acuerdo con la capacidad de respuesta que desarrolle.

**Entorno:** Elementos que están afuera de las fronteras de la organización. Los más representativos son el gobierno, la industria, los bancos, las empresas competidoras e incluso aquellas con las que no compite, proveedores, clientes y comunidad en general.

**Estrategias:** Ruta para manejar los recursos y las acciones necesarias para hacer frente al entorno y mantener una posición competitiva sostenible. La estrategia también sirve para definir la forma y ámbito de operación.

**Cultura organizacional:** Conjunto de creencias, actitudes, valores, hábitos, costumbres y formas de hacer las cosas que comparten los miembros de una sociedad en función de su contexto social y valores que la sustentan.

Las once dimensiones contextuales y estructurales son interdependientes y proporcionan un parámetro para la medición y el análisis organizacional.

#### **7.4 Datos de Davmotor.Cía.Ltda**

Davmotor.Cía.Ltda. Fue creada el 8 de Septiembre del año 2006 mediante escritura pública otorgada en la Notaría Séptima del Cantón Ambato, inscrita en el Registro Mercantil el 18 de Septiembre de 2006 bajo el número 548 y aprobada por la Superintendencia de Compañías bajo la resolución No. 06.A.DIC.0292 del mismo 18 de Septiembre del 2006, asumió a su carga la ya prestigiosa marca Marielbus, esta marca reconocida a nivel nacional continuó con su arduo trabajo de mantenerse en el mercado, su primer Presidente fue la Sra. Alexandra Paredes y su primer Gerente fue el Sr. Olmedo Rodrigo Paredes.

En el transcurso del tiempo la Empresa aumentó su producción y amplió sus galpones a una superficie aproximada de 7.000 metros cuadrados, adquiriendo un horno de pintura moderno en el cual se pintan las unidades a una temperatura de 24 grados centígrados y se seca a 60 grados lo que garantiza un terminado de primera, también se construyó una prueba de agua que simula un torrencial aguacero lo que impide el paso del agua a su interior, se importó una máquina de poliuretano con el cual forra la carrocería lo que le permite climatizar sus unidades el caso de calor o frío.

En la actualidad constan el Ing. David Paredes H. como su Presidente y el Sr. Carlos Paredes como su gerente general. Poseen una tecnología de punta como son: suelda MIC, Compresor de tornillo, horno de pintura, prueba de agua, poliuretano, etc. Además cuenta con todos los permisos de funcionamiento como son: bomberos, medio ambiente, reglamento interno, reglamento de seguridad y salud ocupacional. Están homologados por la CCICEV, Agencia Nacional de Tránsito. EMMOP-Q, ESPOCH. (Canfac, 2019)

#### **7.5 Diagrama de recorrido**

(Gonzales Riascos, 2010, pág. 106) Establece que este tipo de diagrama se efectúa sobre un plano en el que se sitúa las maquina a escala y se traza la línea que seguirá el producto determinando la secuencia de sus operaciones.





Este diagrama se complementa con el de flujo y va a permitir al visualizador una mejora en la distribución en plana (layout) al ahorrar distancia y, por tanto tiempos, comparando el método anterior con el mejorado.

#### **7.6 Diagrama de flujo**

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 162) Establece que las actividades asociadas a un proceso con frecuencia se afectan unas a otras, por lo cual es importante considerar el desempeño simultáneo de una serie de actividades que operan todas al mismo tiempo. Una forma aconsejable de empezar a analizar un proceso es haciendo un diagrama que muestre los

elementos básicos de un proceso, por lo general, las tareas, los flujos y las zonas de almacenamiento. Las tareas se presentan de forma de rectángulos, los flujos como flechas y el almacenamiento de bienes o de otros artículos como triángulos invertidos. A veces, los flujos que pasan por un proceso se dirigen en distintos sentidos, dependiendo de ciertas condiciones. Los puntos de decisión son representados como un diamante con diferentes flujos que salen de las puntas del diamante. La ilustración presenta ejemplos de estos símbolos. En ocasiones resulta muy útil dividir un diagrama en varias bandas horizontales o verticales. Estos permiten separar las tareas que forman parte del proceso.

**Tabla 2:** Diagrama de flujo

<b>Símbolos del diagrama de flujo</b>			
	Tareas u operaciones		Puntos de decisión
	Áreas de almacenaje o filas (líneas de espera)		Flujo de material o de clientes

**Fuente:** (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

## 7.7 Estudio de tiempos

(Niebel & Freivalds, Ingeniería industrial, 2014) Establece que al inicio del estudio de registra la hora el día (en minutos completos) de un reloj “maestro” al mismo tiempo que se inicia el cronómetro.

(Rojas Navia, 2014, pág. 169) Establece que esta actividad implica el análisis de los ciclos de tiempos determinados en una operación. De esta manera se busca establecer un estándar de tiempos permisibles necesarios para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito y con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Los ocho pasos para establecer un estándar de tiempo

- 1) Definir la operación que se va a estudiar (después de realizar un análisis de métodos).
- 2) Dividir la operación en partes precisas.
- 3) Decidir cuantas veces se medirá la tarea (el número de ciclos o de muestras necesarias).
  - Ciclo en el estudio: (Niebel & Freivalds, Ingeniería industrial, 2014) Establece que la determinación de la cantidad de ciclos que se van a estudiar para llegar a un estándar equitativo es un asunto que ha causado una discusión considerable entre los analistas de estudio de tiempos, así como entre los representantes sindicales. Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen el número de ciclos que se puede estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar completamente gobernado por la práctica estadística común que demanda cierto

tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento. General Electric Company estableció la tabla como una guía aproximada para el número de ciclo que se deben observar

**Tabla 3:** Número Recomendado de Ciclos de Observación

Tiempos de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclo
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

**Fuente:** (Niebel & Freivalds, Ingeniería Industrial, 2014, pág. 319)

- (Cuatrecasas, 2010) Límites de control: El intervalo de límites son LCS y LCI (límites de control inferior y superior), contiene siempre el 99.7 % de las observaciones en una distribución normal, que supondremos se da para hacer estudios de capacidad, ciertos valores fuera de estos rangos no será utilizados.

Por otra parte, se determina la media y la desviación típica o estándar, como datos intrínsecos de la distribución, que se calculan, respectivamente, mediante las formulas siguientes:

Calculo del valor media o medio:

**Ecuación 1:** Media

$$X = \frac{x_1 + x_1 + x_1 + x_n}{n}$$

**Fuente:** (Cuatrecasas, 2010)

X: Media

X1: Muestra

n= Número total de muestras

Calculo de la desviación típica o estándar:

**Ecuación 2:** Desviación típica o estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

**Fuente:** (Cuatrecasas, 2010)

S= Desviación típica o estándar

X: Media

X1: Muestra

n= Número total de muestras

4) Tomar tiempos y calificar el desempeño

Para medir la actividad es necesario disponer de una escala determinada (Bedaux, Centesimal, etc.) donde se definen varios puntos básicos:

- Actividad nula o reposo absoluto.
- Actividad normal.
- Actividad óptima.

Cada escala define la nota máxima y la nota mínima con que se deberá calificar una misma actividad desempeñada de una operación medida. En el plano teórico, la actividad normal es aquella a la que puede operar un trabajador:

- Normal
- Capacitado y adoptado al puesto de trabajo.
- Durante toda la jornada.
- Tomándose el descanso que compense el esfuerzo realizado.
- Sin que por trabajar este nivel de actividad sura una disminución permanente de sus facultades físicas o mentales.

Conforme a la experiencia práctica en numerosos estudios, se ha comprobado que los trabajadores remunerados por rendimiento (primeados por productividad conseguida) pueden llegar a una tercera parte más de trabajo que lo que no está remunerados por su rendimiento.

Las escalas de medición de la actividad son:

- BSI 75-100, donde 75 es la actividad normal y 100 es la actividad óptima.

Estadísticamente se ha comprobado como el 96% de un conjunto de operarios alcanzan la actividad normal.

**Tabla 4:** Tabla de escalas de actividad

<b>Actividad</b>				<b>Descripción del desempeño</b>
60-80	75-100	100-133	90-120	
Bedaux	BSI	Centesimal	MTM	
0	0	0	0	Actividad Nula
40	50	67	60	Muy lento, movimientos torpes e inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
60	75	100	90	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras le observan
80	100	133	120	Activo, capaz. Como obrero capacitado medio, pagado a destajo. Logra con tranquilidad el nivel calidad y precisión requerida.
100	125	167	150	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación movimientos, muy por encima del obrero calificado medio.
120	150	200	180	Excepcionalmente rápido concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos, actuación que solo alcanzan unos poco trabajadores sobresalientes.

**Autor:** (RUIZ, 2013)

5) Calcular el tiempo ciclo promedio:

**Ecuación 3:** Tiempo ciclo promedio

$$\text{Tiempo ciclo promedio} = \frac{(\text{Suma de registro})}{\text{Numero de registros tomados}}$$

**Fuente:** (Rojas Navia, 2014)

6) Calcular el tiempo normal:

**Ecuación 4:** Tiempo normal

$$Tn = Tc \times Fcd$$

**Fuente:** (Rojas Navia, 2014)

Tn= Tiempo normal

Tc= Tiempo ciclo promedio

Fc= Factor de calificación de desempeño

7) Calcular el tiempo estándar (tabla suplemento OIT, ver más adelante):

**Tabla 5:** Suplementos OIT

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES		Hombres	Mujeres			Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>		5	7				
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>		4	4				
2. SUPLEMENTOS VARIABLES		Hombres	Mujeres			Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>		2	4	4			45
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>				2			100
	Ligeramente incómoda	0	1	<b>F. Concentración intensa</b>			
	incómoda (inclinado)	2	3		Trabajos de cierta precisión	0	0
	Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		Trabajos precisos o fatigosos	2	2
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)</b>					Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
	Peso levantado [kg]			<b>G. Ruido</b>			
	2,5	0	1		Continuo	0	0
	5	1	2		Intermitente y fuerte	2	2
	10	3	4		Intermitente y muy fuerte	5	5
	25	9	20	<b>H. Tensión mental</b>			
			máx		Proceso bastante complejo	1	1
	35,5	22	---		Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
<b>D. Mala iluminación</b>					Muy complejo	8	8
	Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	<b>I. Monotonía</b>			
	Bastante por debajo	2	2		Trabajo algo monótono	0	0
	Absolutamente insuficiente	5	5		Trabajo bastante monótono	1	1
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>					Trabajo muy monótono	4	4
	Índice de enfriamiento Kata			<b>J. Tedio</b>			
	16		0		Trabajo algo aburrido	0	0
	8		10		Trabajo bastante aburrido	2	1
					Trabajo muy aburrido	5	2

<sup>1</sup> Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. **Ejemplo sin valor normativo**

El tiempo estándar se encuentra mediante la suma del tiempo normal más alguna holguras para las necesidades personales (como descansos para ir al baño o tomar café), las demoras inevitables en el trabajo (como descomposturas del equipo o falta de materiales) y la fatiga del trabajo (física o mental).

**Ecuación 5:** Tiempo estándar

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal + (Tolerancias \times Tiempo\ normal)$$

**Fuente:** (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

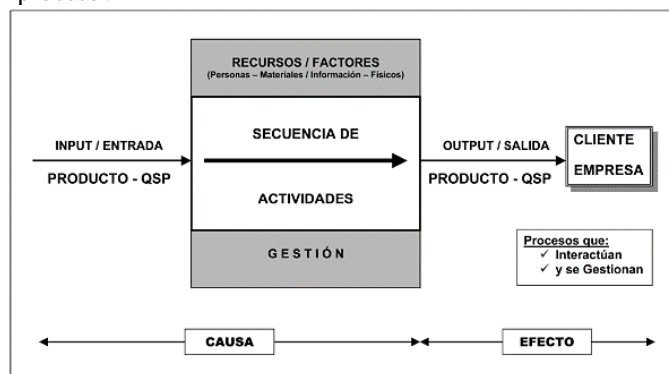
8) Tiempo estándar final (TSF) es el resultado de pasar el tiempo a centésimas.

Es importante que el tiempo estándar este compuesto de decimales y luego se deben usar estos a centésimas. Por esta razón los decimales siempre se deben dividir entre 0,60 que es la unidad que compone el minuto.

## 7.8 Proceso

(Velasco, 2010, pág. 51) Establece que es una secuencia ordenada de actividades repetitivas cuyo producto tiene valor intrínseco para su usuario o cliente, es decir una secuencia de actividades que tiene un producto con valor lo que estamos hablando de actividades repetitivas y conectadas de una manera sistematizada, no tareas inconexas cuya correcta ejecución es un fin en sí mismo.

**Gráfico 1:** ¿El área es un proceso?



**Fuente:** (Velasco, 2010)

## 7.9 Gestión de procesos

(Carrasco, 2009) Establece que la gestión de procesos es una forma sistemática de identificar, comprender y aumentar el valor agregado de los procesos de la empresa para cumplir con la estrategia de negocio y elevar el nivel de satisfacción de los clientes. La gestión de procesos con base en la visión sistemática aporta el aumento de la productividad y el control de gestión para mejorar en las variables clave, por ejemplo, tiempo, calidad y costo. Aporta conceptos y técnicas, tales como integralidad, compensadores de complejidad, teoría del caos y mejoramiento continuo, destinado a concebir formas novedosas de cómo hacer los procesos. Ayuda a

identificar, medir, describir y relacionar los procesos, luego abre un abanico de posibilidades de acción sobre ellos: describir, mejorar, comparar o rediseñar, entre otras. Considera vital la administración del cambio, la responsabilidad social, el análisis de riesgo y un enfoque integrador entre estrategias, personas, procesos, estructura, tecnología.

#### **7.10 Orientación a funciones, procesos o su combinación.**

(Benjamín & Fincowsky, Organización de empresas, 2009) Establece que valora las condiciones que más favorecen el funcionamiento de la organización en lo relativo a la estructura, delegación de facultades, distribución de las unidades administrativas, formas de coordinarse y de generar bienes y servicio (funcional); a la manera de ordenar el ingreso y flujo de insumos para producir resultados, la vía para precisar la jerarquía de la información y traducirla en procesos estratégicos (procesos) y, en cuanto a una interrelación de función/proceso, obteniendo el mayor provecho posible de la estructura funcional y de la gestión d la información, materia prima y energía de los procesos.

#### **7.11 Productividad**

(JayHeizer, 2017, pág. 51) Define que la productividad es la razón entre salidas y una o más entradas o insumos. El trabajo del administrador de operaciones es mejorar la razón entre salida e insumo, y mejorar la productividad significa mejorar la eficiencia. Esta mejora puede lograrse de dos formas: una reducción en la entrada mientras la salida permanece constante, o bien, el incremento en la salida mientras la entrada permanece constante. Ambas formas representan una mejora en la productividad. En el sentido económico, las entradas son mano de obra, capital y administración, integrados en un sistema de producción. La administración crea este sistema de producción, que permite la conversión de entradas en salidas. Las salidas son bienes y servicios que incluyen artículos tan diversos como pistolas, mantequilla, educación, sistemas judiciales mejorados y centros para esquiar. La producción es la elaboración de bienes y servicios. Una producción alta sólo puede implicar que más personas están trabajando y que los niveles de empleo son altos (bajo desempleo), pero no implica necesariamente una alta productividad.

##### **7.11.1 Influencia de los Ingenieros Industriales en la Productividad**

(Meyers, 2013, pág. 54) Define que los ingenieros industriales mejorarán la productividad si reportan los rendimientos de cada operación, operador, supervisor y gerente de producción, en forma diaria, semanal, mensual y anual. Los reportes de rendimiento se basan en tarjetas de tiempo diarias llenadas por los operadores y que se complementan con un sistema de cómputo

para control del rendimiento. A fin de contar con un sistema funcional de control del rendimiento deben cumplirse todas las cinco funciones siguientes:

1. Establecer metas (estándares de tiempo).
2. Comparar los rendimientos reales con las metas.
3. Dar seguimiento a los resultados (graficar). X
4. Reportar las variaciones que van más allá de los límites aceptables.
5. Adoptar acciones correctivas con el fin de eliminar las causas de los rendimientos deficientes.

### **7.11.2 Variables de la productividad**

Los tres factores cruciales para mejorar la productividad son: mano de obra, capital y la ciencia de la administración.


#### **Mano de obra**

La mejora en la contribución de la mano de obra a la productividad es resultado de una fuerza de trabajo más saludable, mejor educada y más motivada. Ciertos incrementos pueden atribuirse a semanas laborales más cortas. Históricamente, cerca de 10% de la mejora anual en productividad se atribuye a mejoras en la calidad del trabajo. Tres variables clave para mejorar la productividad laboral son:

1. Educación básica apropiada para una fuerza de trabajo efectiva.
2. La alimentación de la fuerza de trabajo.
3. El gasto social que hace posible el trabajo, como transporte y salubridad.

En las naciones desarrolladas, un cuarto desafío para la administración es mantener y mejorar las habilidades de la mano de obra en el marco de la rápida expansión de la tecnología y el conocimiento. Datos recientes sugieren que el estadounidense promedio de 17 años de edad sabe considerablemente menos matemáticas que el promedio de japoneses de la misma edad, y que cerca de la mitad no puede contestar preguntas como las de la figura 3. Asimismo, más de 38% de los solicitantes de empleo en Estados Unidos que fueron examinados respecto de sus habilidades básicas tenían deficiencias en lectura, escritura o matemáticas.

**Gráfico 2:** Preguntas de opción múltiple de este tipo

<p>6 yardas</p>  <p>4 yardas</p> <p>¿Qué área tiene este rectángulo?</p> <p><input type="checkbox"/> 4 yardas cuadradas</p> <p><input type="checkbox"/> 6 yardas cuadradas</p> <p><input type="checkbox"/> 10 yardas cuadradas</p> <p><input type="checkbox"/> 20 yardas cuadradas</p> <p><input type="checkbox"/> 24 yardas cuadradas</p>	<p>Si <math>9y + 3 = 6y + 15</math>, entonces <math>y =</math></p> <p><input type="checkbox"/> 1                      <input type="checkbox"/> 4</p> <p><input type="checkbox"/> 2                      <input type="checkbox"/> 6</p>
	<p>¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera en cuanto a 84% de 100?</p> <p><input type="checkbox"/> es mayor que 100</p> <p><input type="checkbox"/> es menor que 100</p> <p><input type="checkbox"/> es igual a 100</p>

Fuente: (JayHeizer, 2017)

### Capital

(JayHeizer, 2017) Establece que los seres humanos son animales que usan herramientas. La inversión de capital proporciona dichas herramientas. La inversión de capital en Estados Unidos ha aumentado cada año excepto durante los pocos periodos de recesión severa. La inversión anual de capital en ese país ha aumentado a una tasa anual de 1.5% después de deducciones y depreciación. La inflación y los impuestos elevan el costo del capital, haciendo que las inversiones de capital sean cada vez más costosas. Cuando ocurre un descenso en el capital invertido por empleado, podemos esperar una caída de la productividad. El empleo de mano de obra más que de capital puede disminuir el desempleo en el corto plazo, pero también hace que las economías sean menos productivas y, por ende, que bajen los salarios en el largo plazo. La inversión de capital con frecuencia es necesaria, pero rara vez es un ingrediente suficiente en la batalla por incrementar la productividad. Los trueques entre capital y mano de obra fluyen constantemente. Cuanto más elevadas las tasas de interés, más proyectos que requieren capital son “eliminados”: no se emprenden porque la ganancia potencial sobre la inversión para un determinado riesgo ha disminuido. Los administradores ajustan sus planes de inversión a los cambios en los costos de capital.

### Administración

(JayHeizer, 2017) Establece que la administración es un factor de la producción y un recurso económico. La administración es responsable de asegurar que la mano de obra y el capital se usen de manera efectiva para aumentar la productividad. Los administradores son responsables de más de la mitad del incremento anual de la productividad. Incluye las mejoras realizadas mediante la aplicación de la tecnología y la utilización del conocimiento. La aplicación de la

tecnología y la utilización de nuevos conocimientos precisa capacitación y educación. La educación seguirá siendo un artículo necesario de alto costo en las sociedades posindustriales. Éstas son sociedades tecnológicas que requieren capacitación, educación y conocimiento. En consecuencia, también se les conoce como sociedades de conocimiento. Las sociedades del conocimiento son aquellas en que gran parte de la fuerza laboral ha pasado del trabajo manual a tareas técnicas y de procesamiento de información que requieren educación y conocimientos. Los administradores de operaciones efectivos preparan trabajadores y construyen organizaciones que reconocen la continua necesidad de educación y conocimiento. Ellos se aseguran de que la tecnología, la educación y los conocimientos se empleen de manera efectiva. Una utilización más efectiva del capital, en oposición a la inversión de capital adicional, es también importante. El administrador, como catalizador de la productividad, tiene a su cargo la tarea de mejorar la productividad del capital con las limitaciones existentes. Las ganancias en productividad en las sociedades de conocimiento requieren administradores que se sientan cómodos con la tecnología y la ciencia de la administración. (JayHeizer, 2017, pág. 53 y 54)

### 7.11.3 Cálculo de la capacidad

(CHAPMAN, 2006) Establece que la capacidad nominal. Se define como el producto del tiempo disponible, la eficiencia y la utilización.

**Ecuación 6:** Capacidad de diseño

$$Utilización = \frac{\textit{salida real}}{\textit{capacidad de diseño}}$$

$$\textit{Capacidad de diseño} = \frac{\textit{Salida real}}{\textit{Utilización}}$$

**Fuente:** (CHAPMAN, 2006)

Capacidad demostrada. Como indica su nombre, la capacidad demostrada es la salida de la capacidad real, de acuerdo con los registros de producción.

### 7.11.4 Cálculo de la productividad

(Gonzales Riascos, 2010, pág. 112) Establece que la productividad del proceso será la cantidad de ciclos realizados en un cierto tiempo.

**Ecuación 7:** Productividad del proceso

$$Productividad = \frac{\textit{Tiempo establecido}}{\textit{Tiempo de ciclo}}$$

**Fuente:** (Gonzales Riascos, 2010)

### 7.12 Eficiencia

(Rojas Navia, 2014, pág. 179) Establece que eficiencia es el indicador que busca el cumplimiento del objetivo esperado por medio de la comparación entre lo proyectado y lo realmente fabricado.

**Ecuación 8:** Eficiencia o rendimiento de producción

$$Eficiencia = \frac{Tasa\ de\ producción\ actual}{Tasa\ de\ producción\ estandar}$$

**Fuente:** (Gonzales Riascos, 2010)

### 7.13 Utilización

(CHAPMAN, 2006) Establece que en general, la utilización muestra las horas máximas que podemos esperar estará activo el centro de trabajo. Muchos factores pueden afectar el número de horas que el equipo es susceptible de utilizarse, incluyendo problemas con las maquinas, ausentismo laboral, problemas con materiales y otros tipos de retrasos. Por lo tanto, la utilización se define como:

**Ecuación 9:** Utilización

$$Utilización = \frac{Horas\ trabajadas}{Horas\ disponible} \times 100\%$$

**Fuente:** (CHAPMAN, 2006)

O, desde una perspectiva de producto:

**Ecuación 10:** Utilización

$$Utilización = \frac{salida\ real}{capacidad\ de\ diseño} \times 100\%$$

**Fuente:** (CHAPMAN, 2006)

### 7.14 Balanceo de líneas

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 227) Establece que equilibrar la línea de ensamble es primordialmente cuestión de su programación, pero muchas veces tiene implicaciones para la distribución. Tal sería el caso cuando, por cuestiones de balanceo, el tamaño o el número de estaciones utilizadas se tendría que modificar físicamente.

La línea de ensamble más común es una banda que se mueve y va pasando por una serie de estaciones de trabajo a intervalos uniformes de tiempo llamada tiempo de ciclo de la estación de trabajo (que también es el tiempo que transcurre entre las unidades sucesivas que salen por un extremo de la línea). En cada estación de trabajo, se trabaja en un producto, sea añadiéndole partes o terminando operaciones de ensamble. El trabajo desempeñado en cada estación está compuesto por muchas fracciones del trabajo, llamadas tareas, elementos y unidades de trabajo.

Los análisis de tiempos y movimientos describen estas tareas. Por lo general se trata de grupos que no se pueden subdividir en la línea de ensamble sin pagar una sanción con movimiento extra.

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 228) Establece que todo el trabajo que se desempeña en una estación de trabajo es equivalente a la suma de las tareas asignadas a ella. El problema del balanceo de la línea de ensamble consiste en asignar todas las tareas a una serie de estaciones de trabajo de modo que cada una de ellas no tenga más de lo que se puede hacer en el tiempo del ciclo de la estación de trabajo y que el tiempo no asignado (es decir, inactivo) de todas las estaciones de trabajo sea mínimo. Las relaciones entre tareas impuestas por el diseño del producto y las tecnologías del proceso complican el problema. Esto se llama relación de precedencia, la cual especifica el orden en que se deben realizar las tareas dentro del proceso de ensamble.

Los pasos para equilibrar una línea de ensamble son muy sencillos:

1. Especifique la secuencia de las relaciones de las tareas utilizando un diagrama de precedencia, el cual está compuesto por círculos y flechas. Los círculos representan tareas individuales y las flechas indican el orden en que se desempeñarán.
2. Determine el tiempo del ciclo El Área también conocido como Takt time ( $T_t$ ) que requieren las estaciones de trabajo utilizando la fórmula:

**Ecuación 11:** Tiempo de ciclo

$$T_t = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producto requerido por día (en unidades)}}$$

**Fuente:** (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

3. Determine el número mínimo de estaciones de trabajo ( $N_t$ ) que, en teoría, se requiere para cumplir el límite de tiempo del ciclo de la estación de trabajo utilizando la siguiente fórmula (advierta que se debe redondear al siguiente entero más alto)

**Ecuación 12:** Número mínimo de estaciones

$$N_t = \frac{T}{C} \quad (N_t = \frac{T}{T_t})$$

**Fuente:** (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

$N_t$  = Número de estaciones

T = Suma de tiempos de las tareas

C ( $T_t$ ) = Tiempo del ciclo de la estación de trabajo (Takt time)

4. Escoja la primera regla que usará para asignar las tareas a las estaciones de trabajo y una segunda regla para romper empates.

5. Asigne las tareas, de una en una, a la primera estación de trabajo o que no haya más tareas viables debido a restricciones de tiempo o de secuencia. Repita el proceso con la estación de trabajo 2, la estación de trabajo 3 y así sucesivamente hasta que haya asignado todas las tareas.
6. Evalúe la eficiencia del balanceo obtenido empleando la fórmula:

**Ecuación 13:** Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{(T)}{(N_a) \times (Tt)}$$

**Fuente:** (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

T= Suma de los tiempos de las tareas

Na= Número real de estaciones de trabajo

C (Tt)= Tiempo del ciclo de la estación de trabajo (Takt time)

7. Si la eficiencia no es satisfactoria, vuelve a equilibrar utilizando otra regla e decisión.

#### **7.14.1 Ventajas y mejoras que generan el balanceo**

- Se disminuye el personal
- Se reduce la cantidad de maquinaria necesaria
- Se elimina cuellos de botella por acumulación de trabajo y se eliminan los tiempos muertos en la operación
- Se observa que finalmente en el proceso balanceado se elimina la pérdida de dinero por días laborales.

#### **7.15 Balanceo de operarios**

(RUIZ, 2013, pág. 192) Deduce que en casos en los que un grupo de operarios interactúa de manera paralela sobre un producto en una tarea. A esta situación se le denomina trabajo simultáneo.

Se pueden definir como aquellos gráficos que registran las respectivas operaciones de varios objetos según una escala de tiempos común a estos, para mostrar la correlación entre ellos. De esta forma, con los mencionados gráficos se ponen de manifiesto los tiempos de espera de cualquiera de los operarios para tratar de reducirlos y elevar su rendimiento a través de una mayor saturación de los mismos.

**Ecuación 14:** Tiempo estándar

$$Te = Tc * No$$

**Fuente:** (RUIZ, 2013)

Te= Tiempo estándar

Tc= Tiempo de ciclo estándar

No= Numero de operarios

Cálculo del número de operarios

(García, 2010, pág. 89) Dado que el tiempo de ciclo es el tiempo total necesario para producir una pieza, es decir, es la suma de todos los tiempos de ciclo individuales de las operaciones de un proceso, conviene no confundir la medición del tiempo de ciclo con el takt time, que es la medición de la demanda de los clientes. A partir del tiempo de ciclo y del takt time se puede calcular teóricamente, el número de operarios o de estaciones de trabajo necesarios para satisfacer la demanda de los clientes.

**Ecuación 15:** Numero teórico de operarios

$$N_t = \frac{Te}{Tt}$$

**Fuente:** (García, 2010)

$N_t$  = Número teórico de operarios necesarios

Te= Tiempo estándar

Tt= Takt time

### 7.16 Rediseñar los procesos

(Carrasco, GESTIÓN DE PROCESOS, 2009) Establece que se realiza el rediseño de procesos para obtener un beneficio mayor, con la probable consecuencia de que el cambio en el proceso también sea grande. Por lo tanto, es preferible no entrar demasiado al detalle del funcionamiento previo del proceso, es suficiente con una descripción general.

Sin Pretender agotar el tema ni descartar otras definiciones, una definición de rediseño de procesos es: identificar los procesos, las variables críticas y valores idealizados que interesan a los clientes. Inventar propuestas consistentes, con responsabilidad social y en armonía con el propósito de la organización.

Se ha rediseñado porque se quiere mejorar mucho los resultados de variables críticas: el tiempo de espera, el costo, el tiempo de ciclo, la imagen y tantas otras. Entonces, el rediseño permite obtener un gran avance... que requiere un gran cambio.

Algunas características del rediseño de procesos son:

- Se busca elevar en gran medida la satisfacción del cliente, lo cual obliga a repensar el proceso y aplicar técnicas de idealización que normalmente conduce a cambios mayores en el proceso.
- Se habla concretamente del cliente externo, es decir, de aquellas personas que le generan ingresos a la organización.
- Se busca eliminar los pasos intermedios y trabajar con personas o equipos que ofrezcan un servicio integral al cliente.
- La idea básica es lograr resultados muchos mejores en las variables críticas para el cliente del proceso (tiempo de atención, costo del servicio, etc.) y así elevar su nivel de satisfacción.
- Una vez que el proceso está rediseñado, la formalización puede ser equivalente a la utilizada en aseguramiento de la calidad.
- Al inicio del proyecto conviene describir someramente lo que existe para no sesgar la nueva propuesta con la realidad actual.
- Existe una orientación hacia el exterior del proceso, por ejemplo: deleitar al cliente, elevar el nivel de competitividad o lograr armonía con el propósito de la organización.
- Normalmente existe una alta participación externa que aporta ideas frescas y ayuda a remecer la organización, es el “efecto consultor”
- Todavía la forma de hacer un rediseño de procesos es generalmente discontinua, porque se forma grupos de trabajo ad-hoc. Aunque esta situación está poco a poco evolucionado hacia opciones de continuidad.

Igual se obtiene los beneficios de la descripción y el mejoramiento porque de alguna forma el rediseño las incluye.

### **7.17 Sistemas y simulación**

(Stincer Gomez, 2012) Define que la terminología sistema se utiliza en bastantes ocasiones en diversas tecnologías, reiteradamente para identificar las partes y la dinámica de un fenómeno que se pretende entender, analizar o diseñar, desde el punto de vista de una o varias disciplinas. Un sistema es una agrupación de factores que se relacionan para lograr un objetivo; por ejemplo, en ingeniería industrial con frecuencia se estudia sistemas industriales, como la cadena de suministros, la cual consiste en considerar a la materia prima, los recursos humanos y el capital, organizados para producir y distribuir mercancías o servicios.

Sin embargo, cuando se desea estudiar un sistema con detalle, a menudo se debe considerar variables cuyas relaciones no son fáciles de resolver, como encontrar una situación analítica del

modelo matemático, en tal caso, todavía el modelo puede ser útil para estudiar un sistema, pues para este propósito se han desarrollado métodos numéricos que permiten calcular, por medio de una computadora, el valor de las variables de desempeño, dando valores particulares de las variables de control. Esto conlleva el uso de sistemas simulados, aquellos en los que se tratan de representar las condiciones de los sistemas reales.

Dentro de los métodos numéricos que se usan para estudiar un sistema la simulación tiene una característica especial de que el modelo que se ocupa, trata de imitar el comportamiento del sistema en estudio. Con el objetivo de calcular, con la ayuda de la computadora, el valor de las variables a las respuestas del sistema.

### **7.18 POM-QM for Windows Versión 3**

(Weiss, 2012, pág. 9) Menciona que bienvenidos al programa para la Ciencia de la Decisión de Prentice hall: POM-QM for Windows (también conocido como POM for Windows y QM for Windows). Este paquete es el más fácil de usar en los ámbitos de la producción y administración de operaciones, métodos cuantitativos, o investigación de operaciones. POM-QM for Windows ha sido diseñado para ayudarle a aprender y entender mejor estos campos. El programa se puede utilizar para resolver problemas o para comprobar las respuestas que se han obtenido a mano. POM-QM for Windows contiene un gran número de modelos, y la mayoría de los problemas de los libros de texto en POM o libros de texto en QM se pueden resolver utilizando POM-QM for Windows.

### **7.19 FlexSim 2020.**

(Hernández Santana, 2017) Establece que antes de comenzar con el modelo es conveniente entender los términos básicos de software.

Objetos de FlexSim: los objetos de FlexSim simulan diferentes tipos de recursos en la simulación. Como un ejemplo tenemos al objeto llamado Queue, el cual actúa como un buffer o un área de almacenamiento. El Queue puede representar en fila de personas esperando, una fila de procesos que esperan ser procesados por una computadora, un área de almacenamiento en el piso de una fábrica, o bien una fila de llamadas en espera de un centro telefónico de servicios a clientes. Otro ejemplo de un objeto de FlexSim es el objeto llamado Processor, que simula un tiempo de demora o de proceso. Este objeto puede representar una máquina de una fábrica, un cajero atendiendo a un cliente en un banco, un empleado del correo acomodando paquetes, el tiempo de curación de un enfermo, etc. A todos los objetos de FlexSim se les puede modificar su apariencia fácilmente cambiando el dibujo 3D que tienen asignado.

## 8 VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

### 8.1 Hipótesis

El rediseño de la línea de producción de la carrocería del bus tipo tres puertas aumentara la producción anual en la empresa Davmotor.Cía.Ltda.

### 8.2 Variable dependiente

Aumentar la producción anual

### 8.3 Variable Independiente

Rediseñando la línea de producción de carrocerías del bus tipo tres puertas en la empresa Davmotor.Cía.Ltda.

## 9 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente proyecto se utilizara los siguientes tipos de investigación:

### 9.1 Tipos de investigación

- **Investigación exploratorio:** Este tipo de investigación permite realizar un reconocimiento preliminar del lugar identificando las actividades y examinando la línea de producción del bus tipo tres puertas para analizar y conocer las relaciones más relevantes con el objetivo del rediseñar, recolectado datos reales de la empresa que conlleve a la identificación y solución de la problemática.

### 9.2 Métodos de investigación

- **Método inductivo:** Este método será aplicado fundamentalmente de hechos particulares identificando la problemática específica para realizar el diagnóstico de la situación actual identificando así las características de sucesos y circunstancias generales, mediante diversos sucesos reales obteniendo resultados y poder establecer conclusiones de carácter general, de esta manera explicar las relaciones existentes para afirmar la propuesta de rediseño del presente proyecto.

### 9.3 Técnicas de investigación

Las técnicas de investigación aplicadas de acuerdo a los protocolos establecidos para el desarrollo en el presente proyecto son:

- **Investigación documental Bibliográficas:** Es un fundamento primordial mediante el cual se obtiene la información bibliográfica precisa de donde se obtendrá bases que aportará con los principios teóricos primarios y secundarios en la elaboración del presente proyecto.

- **Investigación de Campo:** Es asistir en el lugar a desarrollarse el proyecto, la empresa Davmotor.Cía.Ltda. donde se obtendrá información actual mediante la ayuda del personal de la empresa detallando cada área de producción con sus respectivos procesos y subprocesos por parte de los departamentos administrativo y de producción.
- **Observación:** Es la acción de realizar la observación mediante la visita in situ a la empresa para entender el comportamiento de un individuo y los trabajos que se realiza cada persona en cada área reconociendo los fenómenos de estudio en la toma de información.

#### 9.4 Instrumentos de investigación

- **Cronometro:** Es manipulado para la medición de las muestras del tiempo que se demora cada actividad de las estacione en el procesos de elaboración del bus tipo tres puertas.

## 10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 10.1 Identificar los procesos actuales de producción para la fabricación del bus tipo tres puertas.

Se identificara la situación actual y la cronología de la producción del bus tipo tres puertas.

#### 10.1.1 Visita in situ y recorrido por las actividades de la línea de producción bus tipo tres puertas

Se identifica la situación actual realizando una visita in situ reconociendo la distribución y tiempos de producción en la fabricación de la carrocería del bus tipo tres puertas

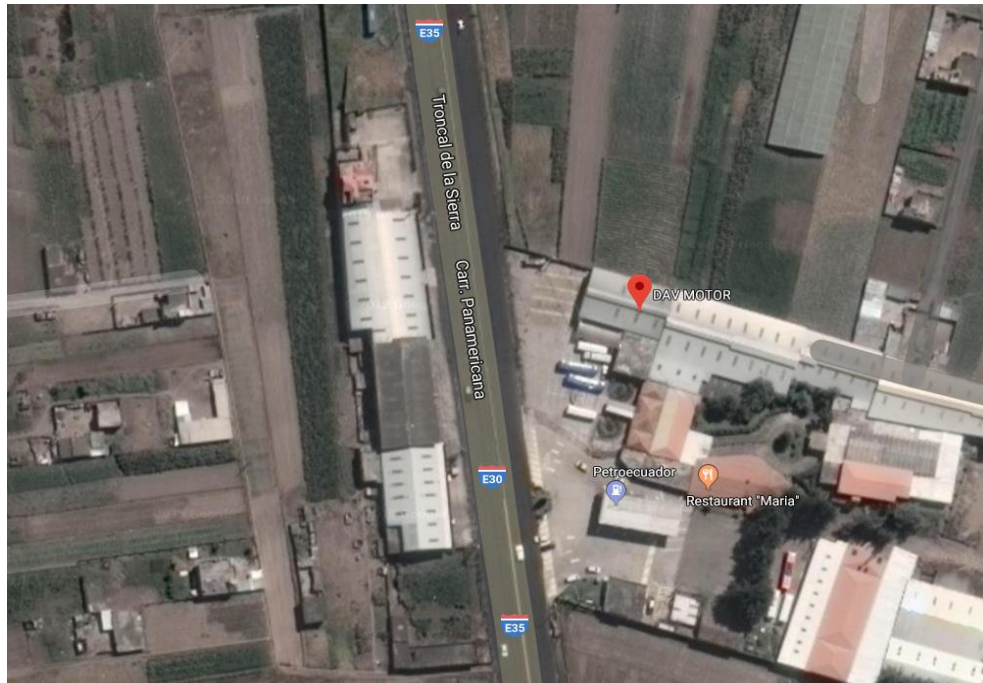
##### *Información general de la empresa*

Davmotor.Cía.Ltda conjuntamente con su representante legal Carlos Paredes ha logrado mantenerse en el mercado cerca de ya 14 años desde su fundación, adaptándose a las normas establecidas por la cámara nacional de fabricantes de carrocerías (CANFAC) conjuntamente con la Agencia Nacional de tránsito (ANT) y cumpliendo formalmente con los informes técnicos de verificación de la conformidad del Reglamento técnico Ecuatoriano (RTE) “Vehículos Automotores” establecidos por el Servicio de acreditación Ecuatoriano.

##### *Ubicación de la empresa*

La empresa Davmotor.Cía.Ltda se encuentra ubicada la provincia de Tungurahua en el cantón de Ambato en el sector de Cunchibamba en la Panamericana Norte, troncal de la sierra Km 15.

**Gráfico 3:** Ubicación Davmotor Cía.Ltda.



**Fuente:** Google map

Mediante la vía Troncal Sierra puedo dirigir a la ubicación de la empresa Davmotor Cía.Ltda.

### ***Jornada de trabajo***

La empresa tiene una jornada de ocho horas laborales de lunes a viernes en un horario de 8h00 a 17h00 con una hora de descanso y cuatro horas los días sábados, en un horario de 8h00 a 12h00.

### ***Carrocerías elaboradas***

Actualmente Davmotor Cía.Ltda tiene como productos la elaboración de los buses tipo: dos puertas, Interprovincial, Mini bus, Turismo y el tipo tres puertas, esta carrocería las cuales se pueden apreciar a continuación.

**Gráfico 4:** Bus tipo tres puertas



**Fuente:** Davmotor.Cía.Ltda.

Fue basada la elección para el estudio el bus tipo tres puertas que se muestra en el gráfico 4 de acuerdo a los requerimientos de la empresa, por ser el producto con mayor demanda tomando en consideración que en 2019 tuvo pedidos de 21 unidades anuales y un precio de \$ 130,000.00 dólares cada unidad, en anexos (anexo 1 al anexo 4) se puede apreciar los otros buses que se producen en la empresa.

#### ***Carrocería para la propuesta***

Actualmente la empresa trabaja con cinco tipos de unidades, con lo cual las carrocerías más representativas en lo que respecta a la demanda es el Bus tipo 3P, tomando en consideración que el año 2019 se ha fabricado 19 unidades, a continuación se puede apreciar la demanda obtenida de las cinco tipos de carrocerías:

**Tabla 6:** Demanda de Carrocerías

<b>Tipo de Unidad</b>	<b>N°</b>	<b>Cooperativa</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Total Unidades</b>
	15	Tomebamba	Cuenca	
Bus tipo 3P	3	Transplaneta	Quito	21
	3	La Garzota	Guayaquil	
Bus tipo 2P	-	-	-	0
Mini bus	2	Transfloresta	Quito	8
	6	Asometrovip	Quito	
	5	Aray	El Carmen	
Interprovincial	1	Pacífico	Esmeraldas	8
	2	Costeñitas	Esmeraldas	
Turismo		Rocafuerte	Portoviejo	2

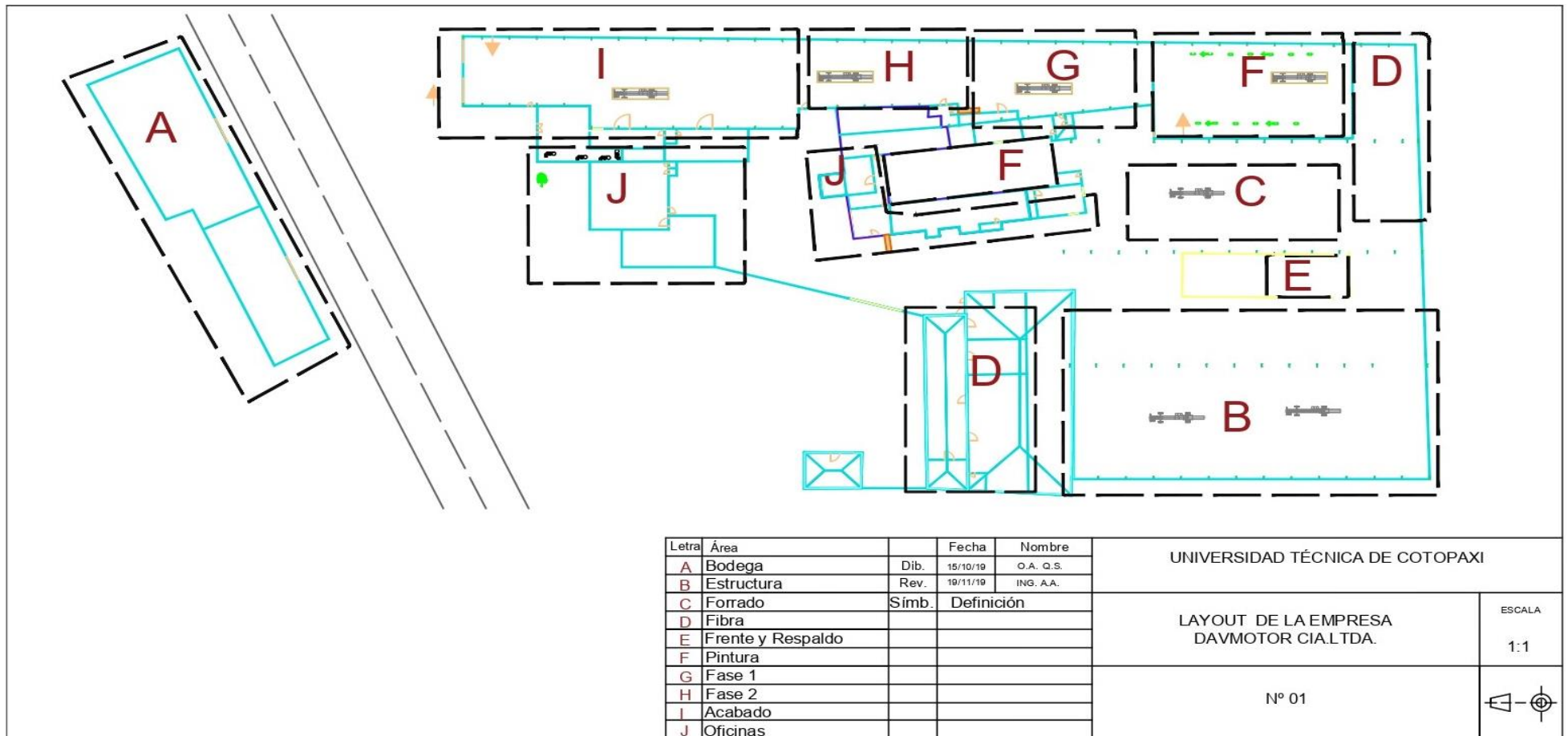
**Fuente:** Davmotor Cía.Ltda.

En la tabla 6 está ubicado el tipo de bus en la cual se aprecia la demanda anual de la empresa, observando que el producto con mayor demanda para la empresa es el bus tipo tres puertas siendo el motivo principal para tomar en cuenta para la realización del rediseño de la línea de producción.

### 10.1.2 Distribución actual de la empresa Davmotor Cía.Ltda.

En el siguiente plano se detalla la distribución actual de la empresa con sus diferentes áreas que conformar parte de la empresa actualmente.

Gráfico 5: Layout de la empresa Davmotor Cía.Ltda

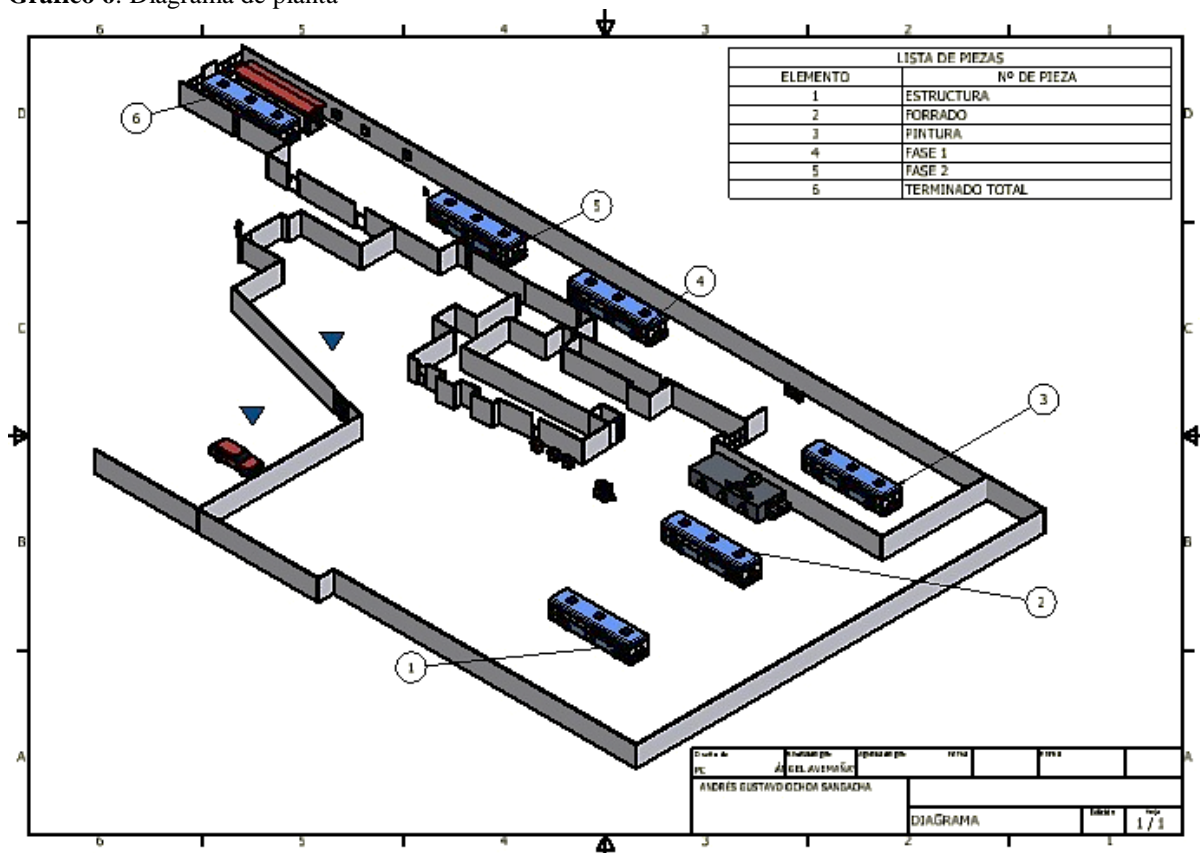


Fuente: Autores

### *Proceso para la fabricación de las carrocerías*

Actualmente el entorno laboral de la infraestructura entre otros factores en la empresa de carrocerías Devotos S.A. inciden en el bienestar y la salud de los trabajadores y las actividades que se desarrollan en los procesos productivos. Posteriormente se dará una explicación de las actividades que abarcan en la elaboración de las carrocerías del bus tipo tres puertas la empresa desarrolla varios procedimientos para lograr el ensamblaje de una unidad, presentemente la empresa consta de seis procesos fundamentales a continuación se detalla la actividades a seguir en la elaboración.

**Gráfico 6:** Diagrama de planta



**Fuente:** Autores

Secuencia de procesos para la elaboración de la carrocería del bus tipo tres puertas:

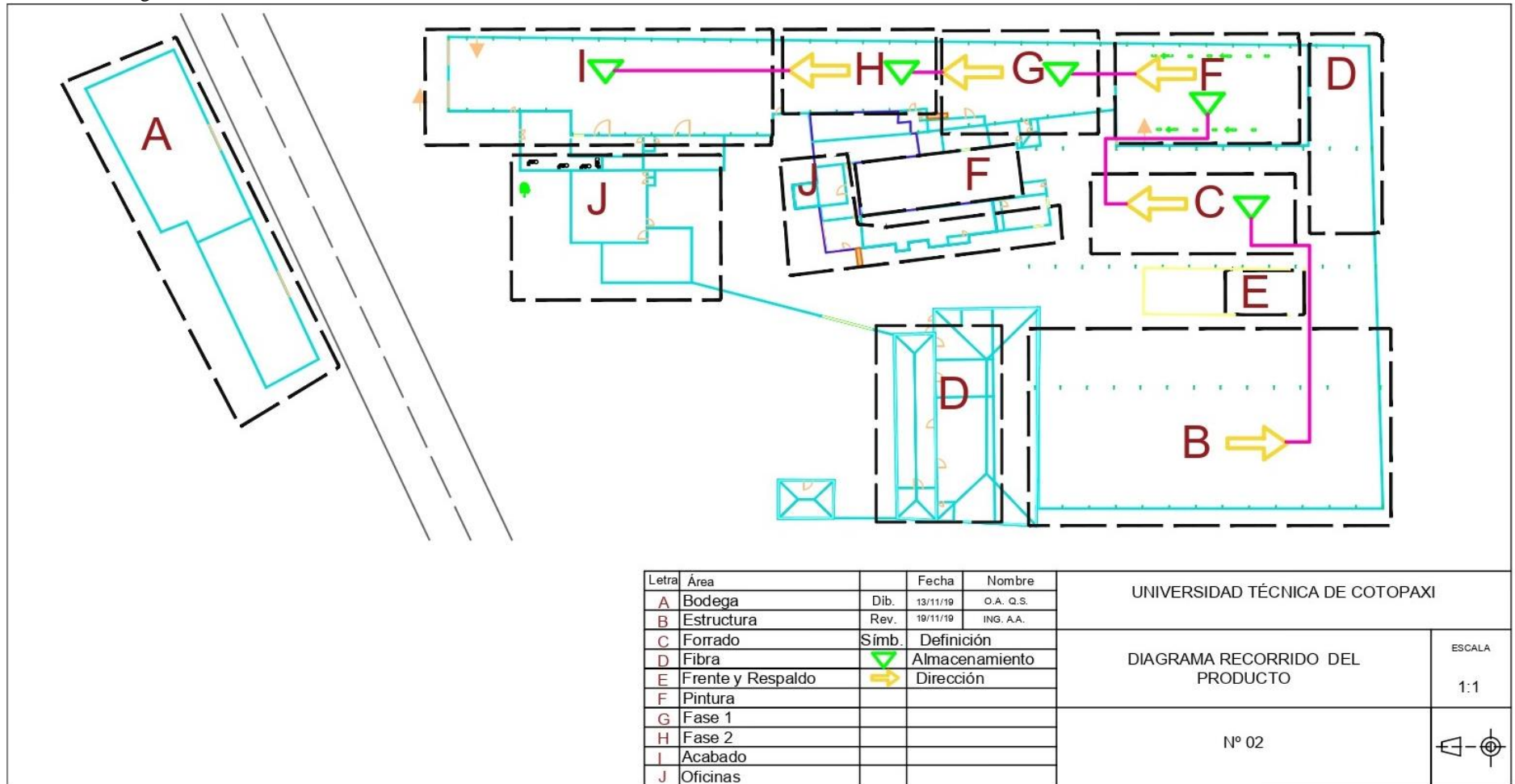
- Analizar los planos correspondientes de acuerdo a las especificaciones técnicas y llevarlo a cabo de forma física.
- Realizar el respectivo recubrimiento de la de la estructura.
- Realizar la respectiva estructura con fibra de vidrio que serán efectuadas en las respectivas unidades en donde sean requeridas su aplicación.
- Proceder al ensamblaje de las estructuras de fibra en la parte frontal y superior.

- Analizar y determinar los respectivos matices que van a ser aplicados de acuerdo a la cooperativa a la que pertenezca.
- Realizar el respectivo ensamblaje de los elementos necesarios dentro de la parte interior de la unidad.
- Diseño de asientos referenciados por características de las diferentes unidades.
- Implantar los últimos complementos que se requerirán para que la unidad quede culminada.
- Implementación de todos los materiales eléctricos y electrónicos referenciados por cada unidad.
- Realizar las respectivas comprobaciones pertinentes en el sistema eléctrico, prueba de agua y limpieza total.

### 10.1.3 Diagrama de recorrido de la empresa Davmotor Cía.Ltda

En los presentes diagramas se analizará el recorrido y transformada la materia prima en producto en elaboración por cada estación que recorre.

Gráfico 7: Diagrama de recorrido

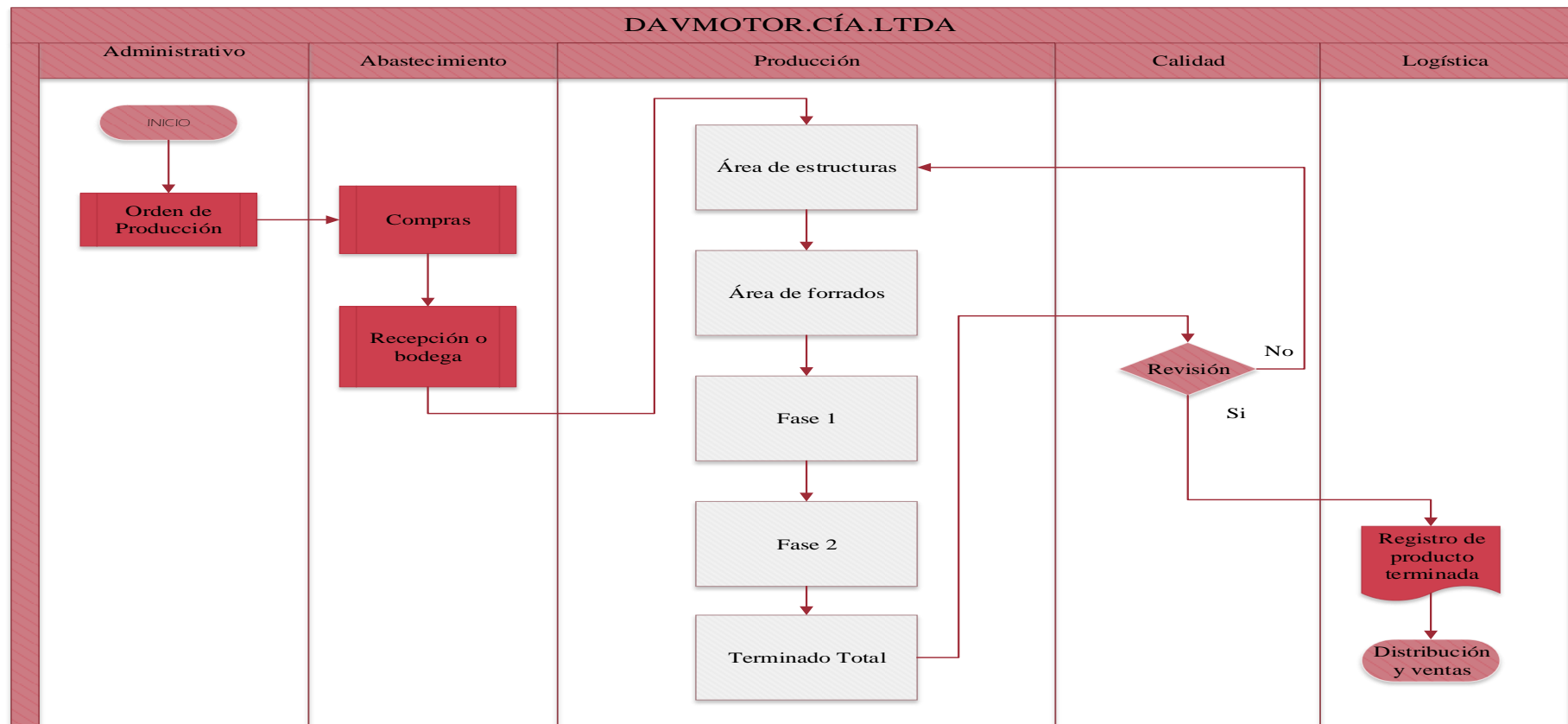


Fuente: Autores

### 10.1.4 Diagrama de flujo

El diagrama de procesos de flujo general de la empresa Davmotor Cía.Ltda tiene como objetivo proporcionar una explicación clara y específica de las actividades que se desarrollan con una secuencia cronológica.

**Grafica 8:** Diagrama de flujo de la línea de producción



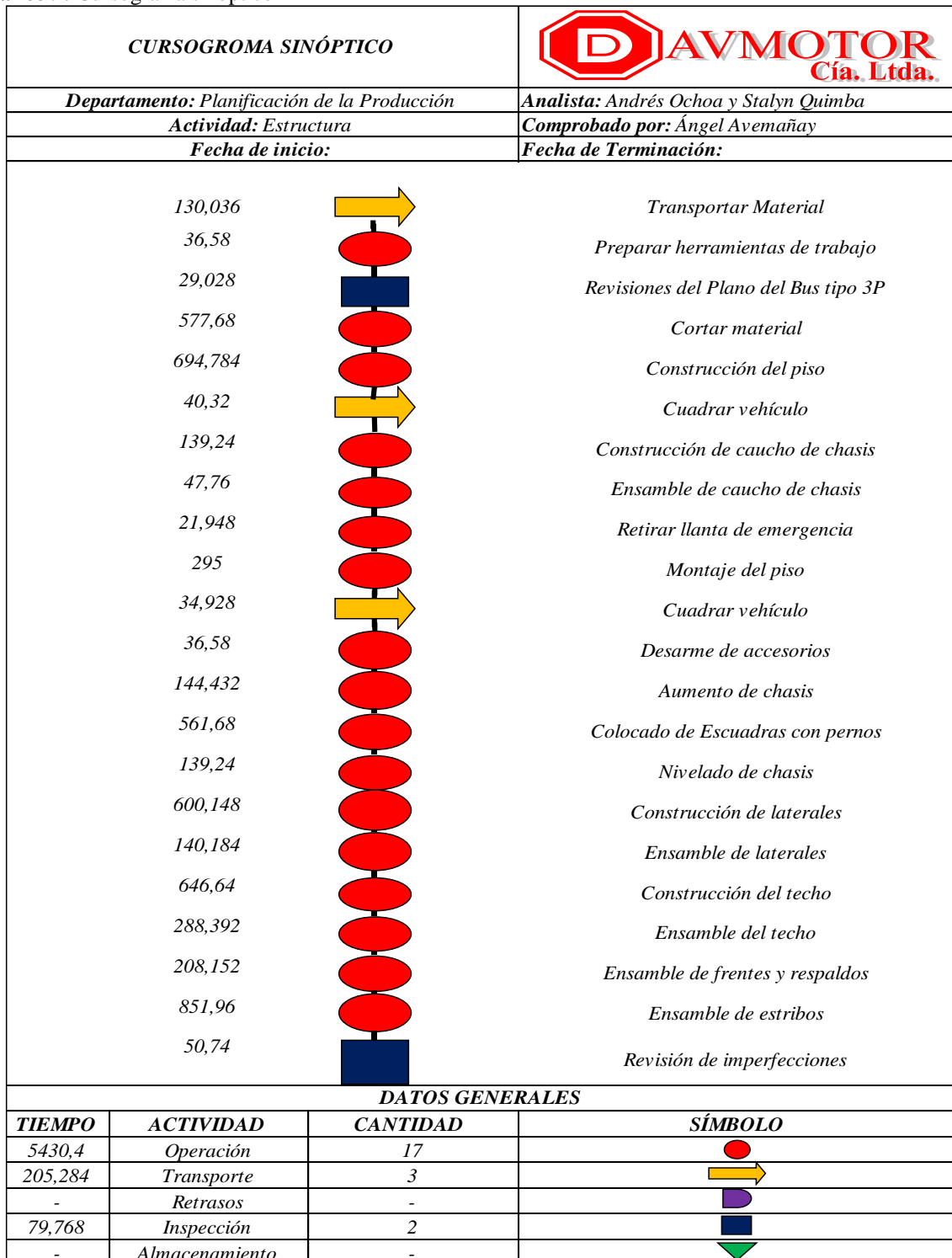
**Fuente:** Autores

En la gráfica 8 se puede apreciar los diferentes procesos secuenciales siendo ordenados los procedimientos de cada área cronológicamente del bus tipo tres puertas, detallando a continuación.

- **Área de estructura:** En esta área se realiza todas las modificaciones estructurales que sufre el chasis para transformarlo en el soporte de toda la carrocería, mediante el retiro de todos los accesorios que vienen instalados en el chasis, construyendo los pisos, sus laterales, el techo, conjuntamente con las estructuras adicionales y posteriormente ensamblarlos mediante la soldadura simultáneamente con los frentes y respaldos de la carrocería, para posteriormente trasladarse al Área de forrado.
- **Área de Forrado:** Área encargada de cubrir todas las superficies estructurales de los laterales, piso, techo, frentes, respaldos mediante planchas galvanizadas ensambladas con sikaflex y remachados para una mayor estabilización, escoltados de materiales fibrosos que son capaces de ir modificando la estética de la unidad, construyendo además los protectores estructurales del motor conjuntamente con las cajuelas de baterías, y las instalaciones de las claraboyas.
- **Área de pintura:** Área encargada de generar todos los colores que van a ser necesarios para el reconocimiento de la cooperativa a la cual simboliza cada unidad, empezando con la aplicación de masillas en donde las imperfecciones son bastantes representativas, posteriormente se realiza el fondeado externo e interno de toda las superficies de la unidad conjuntamente con la aplicación de la pintura.
- **Área de Fase 1:** Representa todas las modificaciones interiores y exteriores, empezando por la aplicación de masilla en imperfecciones muy considerables, posteriormente se realiza el tapizado del piso conjuntamente con la instalación de soportaría, además se instala los laterales interiores de fibra, escudos de aluminio, protectores de cortina, retrovisores conjuntamente con su parabrisas posterior.
- **Área de Fase 2:** Encargada de dar las últimas modificaciones establecidas para la unidad mediante la colocación del tablero, manillas niqueladas, los basureros, y parabrisas frontal para posteriormente trasladarse al Área de terminado total.
- **Área de Terminado total:** Encargada de revisar fugas de agua en interiores cuando se presente climas tormentosos mediante la ejecución de pruebas de agua conjuntamente con la prueba de ruta para verificar que no existan ruidos, y que el motor del vehículo se comporte eficazmente.

### 10.1.5 Cursograma sinóptico de estructura

Gráfico 9: Cursograma sinóptico

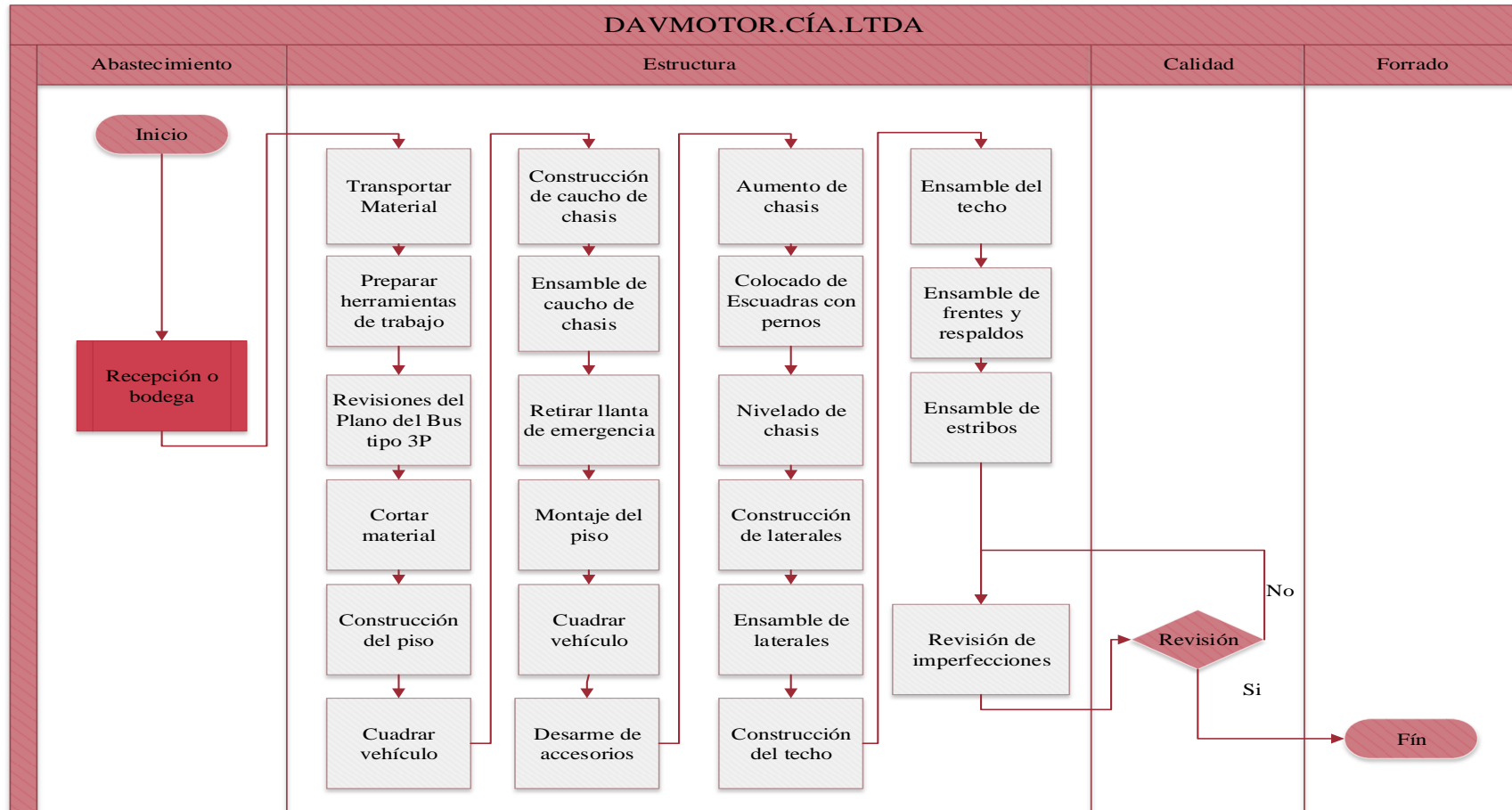


Fuente: Autores

En el gráfico 9 se aprecia los pasos cronológicos de la producción de las actividades que se realizan en el área de estructuración, los cursogramas de las áreas restantes se pueden apreciar en anexos (anexo 7 al anexo 11).

### Diagrama de flujo estructura

Gráfico 10 Diagrama de flujo área de estructura



Fuente: Autores

En el grafico 10 se considera las actividades que se realizan en el área de estructurado es en secuencia iniciando con el ingreso del chasis siendo ubicado dentro de la estación pasado por actividades cronológicas que se describen a continuación.

- **Transportar material:** Proceso inicial de todo el ciclo de estructura, en esta etapa se carga en el camión de la empresa los ángulos, tubos cuadrados, tubos rectangulares, discos de corte, planchas, electrodos y todos los materiales que van destinados para la construcción de la carrocería, este recorrido se lo realiza desde la bodega hasta la estación de estructura.
- **Preparar herramientas de trabajo:** Se desenrolla todas las extensiones eléctricas conjuntamente con las pulidoras, soldadoras, Oxicorte, taladros, distribuyéndolas a todas las áreas en donde van a tener utilidad, además se verifica que todos los cables estén en óptimas condiciones para evitar accidentes o incidentes.
- **Revisiones del plano bus tipo 3p:** Se hace una revisión de todas las dimensiones interiores y exteriores que se requiere para cortar materiales vinculados con el proceso de la estructura tomando en consideración las dimensiones proporcionadas por el chasis, además se verifica que tipo de marca es el chasis sin obviar que las dimensiones entre cada una son diferentes.
- **Cortar material:** Se realiza las mediciones pertinentes en los tubos rectangulares, planchas o en los materiales que requieran modificaciones de acuerdo a las dimensiones establecidas por los planos y consiguientemente se realiza los cortes de los materiales utilizando pulidoras con discos de corte.
- **Construcción del piso:** Se suelda los tubos rectangulares con soldadoras de arco voltaico, tomando en consideración las dimensiones establecidas por el plano de la unidad, resaltando que este proceso se lo realiza separado del chasis.
- **Cuadrar vehículo:** Se conecta las baterías en el chasis, y se lo ubica cerca del piso estructurado anteriormente, es necesario que el conductor revise que no existan excedentes de materiales en el piso de la estación que puedan ocasionar roturas en las llantas del chasis.
- **Construcción del caucho del chasis:** Se transforma el caucho elástico en las dimensiones requeridas, se corta de manera pertinente sin dejar rendijas.
- **Ensamblaje de caucho de chasis:** Se lo instala en la parte superior del chasis mediante clips de plástico conjuntamente con pegamento artificial y se verifica que esté bien acoplado.

- **Retirar llanta de emergencia:** Se retira la llanta del chasis, quitando todos los seguros de las cadenas, se afloja detenidamente con una llave mecánica y posteriormente se lleva la llanta a la bodega de la empresa.
- **Montaje del piso:** Se realiza el ensamble del piso estructurado en el chasis, se nivela la parte inferior del piso hasta estabilizarlo de manera consecuente, posteriormente se suelda todos los puntos que tienen contacto con el chasis.
- **Cuadrar vehículo:** Se ubica la unidad en el área en donde se va a quedar de manera permanente hasta culminar el proceso de estructura, tomando en cuenta restos de material que represente peligro para las ruedas del vehículo.
- **Desarme de accesorios:** Se retira las baterías, la computadora del vehículo, el asiento del chasis, que posteriormente son llevados a la bodega hasta que se los vayan a utilizar.
- **Aumento de chasis:** Se aumenta el chasis soldando una barra metálica del mismo espesor del material utilizado en el chasis, se nivela ambos materiales y se pule todo el material sobrante posteriormente se verifica que no exista escorias.
- **Colocado de escuadras con pernos:** Se ubican todas las escuadras que sean convenientes en el chasis en todas las estructuras que se hayan ensamblado en procesos anteriores, se aprieta bien los pernos con una llave mecánica.
- **Nivelado de chasis:** Se estabiliza el chasis con el piso ensamblado mediante las escuadras con pernos, se toma referencias del nivel con cuerdas que permitan nivelar toda la estructura, una vez culminado todas las tareas, se retira todos los elementos empleados para este proceso.
- **Construcción de laterales:** Se suelda los tubos rectangulares con soldadoras de arco voltaico, tomando en consideración las dimensiones establecidas por el plano de la unidad, resaltando que este proceso se lo realiza separado del chasis, el mismo proceso se lo realiza para ambos laterales izquierdos y derechos.
- **Ensamble de laterales:** Se realiza el ensamble de los laterales estructurales en el chasis, se nivela la parte superior e inferior de los laterales hasta estabilizarlo de manera consecuente, posteriormente se suelda todos los puntos que tienen contacto con el chasis.
- **Construcción del techo:** Se suelda los tubos cuadrados, canales en U, con soldadoras de arco voltaico, tomando en consideración las dimensiones establecidas por el plano de la unidad, resaltando que este proceso se lo realiza dentro de las dimensiones del chasis conjuntamente con los laterales.

- **Ensamble del techo:** Se realiza el ensamble del techo estructural en el chasis, se nivela la parte superior e inferior de la cubierta hasta estabilizarlo de manera consecuente, hay que tener en cuenta el espacio para las claraboyas y posteriormente se suelda todos los puntos que tienen contacto con el chasis.
- **Ensamble de frentes y respaldos:** Se efectúa el ensamble de los frentes y respaldos de la unidad, se nivela los elementos estructurales frontal y posterior de manera consecuente, posteriormente se suelda todos los puntos que tienen contacto con el chasis, los laterales, piso y el techo.
- **Ensamble de estribos:** Se instala las escaleras en las tres áreas por donde van a transitar los clientes, nivelando de forma correcta con el piso, posteriormente se realiza un punteado con soldadura, se verifica que estén estables y consecuentemente se realiza el rematado con Arco Voltaico.
- **Revisión de imperfecciones:** Culminados todos los procesos efectuados en la estación de estructura, se revisa que la unidad esté en óptimas condiciones, tomando en cuenta de que no existan elementos con imperfecciones.

Como resultado del área de estructura es la formación esquelética del bus tipo tres puertas, se pueden apreciar los diagramas de flujo de cada área en anexos (Anexo 12 al Anexo 16).

***Lista de materia prima para la construcción del Bus tipo 3P.***

En la fabricación de la carrocería es necesaria materia prima la que por medio de procesos serán introducidas dentro de la fabricación del producto.

**Tabla 7:** Materia Prima

<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Denominación</b>
Área de estructura		
30	Unidad	Ángulos 40x40x3
6	Unidad	Ángulos 50x50x4
4	Unidad	Ángulos 50x50x6
12	Unidad	Tubos Cuadrados 40x40x2
9	Unidad	Tubos Rectangulares 100x50x2-3
23	Unidad	Tubos Cuadrados 50x50x2
3	Unidad	Tubos Cuadrados 50x50x3
10	Unidad	Tubos Cuadrados 50x50x2.5
10	Unidad	Planchas 2 Mm
13	Unidad	Canales U 50x25x2

9	Unidad	Tubos Rectangulares 50x25x2
5	Libras	Electrodos 60- 11
4	Unidad	Rollos De Mic
3	Metros	Caucho De Chasis
4	Unidad	Tanques Co2
50	Unidad	Pernos De ½ X 1 ½ Completo
4	Libras	Guaípe
5	Litros	Tiñer
2	Galones	Fondo Gris O Negro
9	Unidad	Discos Corte 14 “
6	Unidad	Discos Corte 9 “
1	Unidad	Discos Pulir 7 “
4	Unidad	Brocas 3/ 16
2	Unidad	Brocas 1 /4
2	Unidad	Brocas 5 / 16
2	Unidad	Brocas 3 / 8
2	Unidad	Brocas 1 / 2
100	Unidad	Remaches 3 / 16 X ¾ Pop
2	Unidad	2 Lustres O 1 Grata
1	Unidad	Piola

**Fuente:** Autores

En la tabla 7 se enlista la materia prima que utilizan en el área de estructura, la materia prima de las estaciones faltantes están ubicadas en (anexo 17).

### 10.1.6 Estudio de tiempos

Para la realización de un rediseño hay que iniciar por la toma de tiempos de las diferentes actividades en la elaboración de carrocerías utilizando un estudio de tiempos que llevan los diferentes procesos y se utilizara la metodología Estudio de tiempos establecido.

*Primer Paso:* Se realiza el reconocimiento de las actividades y sub actividades en las áreas que se encuentra actualmente laborando la empresa para la producción de carrocería tipo tres puertas las cuales son las siguientes:

- Proceso de estructura
- Proceso de Forrado
- Proceso de Pintura
- Proceso de Fase 1

- Proceso de Fase 2
- Proceso de terminado total

*Segundo Paso:* Registrar la información recolectada en la división de las actividades y sub actividades de cada área de producción.

*Tercer Paso:* Se determina cinco muestras como el número idóneo ya que cada estación superando el valor de los veinte minutos y de acuerdo a los rangos de medición del tamaño con base (la tabla 3) de General Electric Company. “Forma para observación de estudio de tiempos” aclarando que la cantidad es de acuerdo al rango de tiempo de ciclo.

Los equipos a utilizarse son cronómetros con decimales en segundo, tablero de cartón prensado con agarradera y calculadora Casio 406, utilizando la técnica del estudio de regreso a cero después de cada toma de tiempos cronometrado ya que es necesario por los tiempos largos para las diferentes actividades.

Se establece el límite inferior y superior de cada actividad para determinar si las 5 muestras están dentro del rango.

Con la ecuación (ecuación 1) se realiza el cálculo de la media o promedio de la actividad de transportar el material siendo la primera actividad del área de estructura.

$$X = \frac{120+100+112+119+100}{5} \quad X=110.20$$

Con la ecuación (ecuación 2) se realiza el cálculo de la desviación típica o estándar de la actividad de transportar el material siendo la primera actividad del área de estructura.

$$s = \sqrt{\frac{(120 - 110.20)^2 + (100 - 110.20)^2 + (112 - 110.20)^2 + (119 - 110.20)^2 + (100 - 110.20)^2}{5 - 1}}$$

$$S = 10$$

Con la media aumentando la desviación típica o estándar se obtiene el límite de control superior:


LCS: 120 minutos.

Con la media disminuyendo la desviación típica o estándar se obtiene el límite de control inferior:

LCI: 100 minutos.

## Límites de control

**Tabla 8:** Límites de control

<b>LÍMITES DE CONTROL</b>											
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción								<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba			
<b>Actividad:</b> Estructura								<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay			
<b>Fecha de inicio:</b>								<b>Fecha de Terminación:</b>			
N°	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	X (min)	S (min)	LCS	LCI
		1	2	3	4	5					
1	Transportar Material	120	100	112	119	100	551	110,20	10	120	100
2	Preparar herramientas de trabajo	31	33	32	30	29	155	31,00	2	33	29
3	Revisiones del Plano del Bus tipo 3P	25	23	23	25	27	123	24,60	2	26	23
4	Cortar material	479	484	482	483	479	2407	481,40	2	484	479
5	Construcción del piso	586	591	589	592	586	2944	588,80	3	592	586
6	Cuadrar vehículo	31	35	31	35	36	168	33,60	2	36	31
7	Construcción de caucho de chasis	121	115	114	122	118	590	118,00	4	122	114
8	Ensamble de caucho de chasis	37	40	43	37	42	199	39,80	3	43	37
9	Retirar llanta de emergencia	16	18	21	17	21	93	18,60	2	21	16
10	Montaje del piso	246	249	252	255	248	1250	250,00	4	254	246
11	Cuadrar vehículo	26	33	29	33	27	148	29,60	3	33	26
12	Desarme de accesorios	31	34	33	28	29	155	31,00	3	34	28
13	Aumento de chasis	119	122	119	126	126	612	122,40	4	126	119
14	Colocado de Escuadras con pernos	480	475	472	480	473	2380	476,00	4	480	472
15	Nivelado de chasis	118	123	114	122	113	590	118,00	5	123	113
16	Construcción de laterales	504	512	510	504	513	2543	508,60	4	513	504
17	Ensamble de laterales	117	119	120	121	117	594	118,80	2	121	117
18	Construcción del techo	548	544	545	551	552	2740	548,00	4	552	544
19	Ensamble del techo	250	239	241	242	250	1222	244,40	5	250	239
20	Ensamble de frentes y respaldos	170	183	181	170	178	882	176,40	6	183	170
21	Ensamble de estribos	725	724	720	722	719	3610	722,00	3	725	719
22	Revisión de imperfecciones	46	47	43	40	39	215	43,00	4	47	39

Fuente: Autores

Se aprecia en la tabla 8 el límite inferior y superior de cada actividad para la verificación que se encuentra dentro del rango, para la apreciación de los límites de las áreas restantes en Anexo (Anexo 18 al Anexo22)

*Cuarto Paso:* Se tomó los tiempos y se realizó la calificación de las habilidades de los trabajadores mediante la tabla (tabla 4)

Las habilidades de los diferentes trabajadores para laborar dentro de la empresa es estricta por este motivo dependiendo de lo parámetro especificados la valoración del ritmo de trabaja tiene una calificación del 100%

*Quinto Paso:* Con la toma de tiempos de 5 muestras se realiza el cálculo del promedio con la ecuación (ecuación 1) de todas las actividades involucradas en cada área de producción.

Para el cálculo se toma los siguientes factores

- Tiempo cronometrado en minutos de las actividades de cada área= 120-100-115-115-100
- Numero de muestras tomado= 5

Se procede a calcular el tiempo ciclo promedio con la ecuación (ecuación 3)

$$\text{Tiempo ciclo promedio} = \frac{(\text{Suma de registro})}{\text{Numero de registros tomados}}$$

$$\text{Tiempo ciclo promedio} = \frac{120 + 100 + 115 + 115 + 100}{5}$$

$$\text{Tiempo ciclo promedio} = 110.2$$

Se realiza el mismo cálculo para todas las actividades de cada área.

*Sexto Paso:* Se realiza la conversión de tiempo observado a tiempo básico con la formula... sustituyendo las incógnitas con los datos obtenidos en los estudiado anteriores.

Para el cálculo se toman los siguientes factores.

- Tiempo de ciclo promedio= 110.2
- Factor de calificación de desempeño= 100%

Se procede a calcular el tiempo normal con la ecuación (ecuación 4)

$$Tn = Tc \times Fcd$$

$$Tn = 110.2 \times \frac{100\%}{100\%}$$

$$Tn = 110.2$$

Se realiza el mismo cálculo para todas las tareas de cada área.

*Séptimo Paso:* Se determina los tiempos suplementarios por cada actividad dividiendo bien sean suplementos constantes y suplementos variables.

Tabla 9: Cálculo de Suplementos

TIEMPOS SUPLEMENTARIOS														
Actividad	Sexo	Suplementos Constantes		Suplementos Variables										
		Necesidades personales	Base por fatiga	Por trabajo de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza/ energía muscular	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	Suplementos totales %
<b>ÁREA DE ESTRUCTURA</b>														
<i>Transportar Material</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Preparar herramientas de trabajo</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Revisiones del Plano del Bus tipo 3P</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Cortar material</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	2	2	1	1	0	20
<i>Construcción del piso</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Cuadrar vehículo</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	2	2	1	1	0	20
<i>Construcción de caucho de chasis</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Ensamble de caucho de chasis</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	2	2	1	1	0	20
<i>Retirar llanta de emergencia</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Montaje del piso</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Cuadrar vehículo</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Desarme de accesorios</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Aumento de chasis</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Colocado de Escuadras con pernos</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Nivelado de chasis</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Construcción de laterales</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Ensamble de laterales</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Construcción del techo</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Ensamble del techo</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Ensamble de frentes y respaldos</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18
<i>Ensamble de estribos</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	18

Fuente: Autores

La tabla 9 explica la determinación de suplementos u holguras tomando en cuenta los valores del estudio de la OIT en el área de estructura, utilizando el mismo formato en las áreas restantes se pueden observar en (anexo 23 al anexo 27).

Para el cálculo se toman los siguientes factores

- Tiempo normal= 110.2 minutos
- Constante= 1
- Suplementos = 18 %
- Tolerancia = 0.18

Se procede a calcular el tiempo de ciclo estándar con la ecuación (ecuación 5)

$$Tce = \text{Tiempo normal} + (\text{Tolerancia} \times \text{Tiempo normal})$$

$$Tce = 110.2 + (0.18 \times 110.2)$$

$$Tce = 130.036$$

Octavo Paso: Una vez determinado los datos recolectados en el estudio se procede a realizar el cálculo del tiempo tipo (tiempo de ciclo estándar) de las actividades de cada área en la tabla añadiendo el tiempo del porcentaje por suplementos y descanso.

Tabla 10: Resultados de tiempos

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>												
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción								<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba				
<b>Actividad:</b> Estructura								<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay				
<b>Fecha de inicio:</b>								<b>Fecha de Terminación:</b>				
N°	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	PROMEDIO T.O (min)	V.	T.B	S%	T.S(min)
		1	2	3	4	5						
1	Transportar Material	120	100	112	119	100	551	110,2	100%	110,2	18	130,036
2	Preparar herramientas de trabajo	31	33	32	30	29	155	31	100%	31	18	36,58
3	Revisiones del Plano del Bus tipo 3P	25	23	23	25	27	123	24,6	100%	24,6	18	29,028
4	Cortar material	479	484	482	483	479	2407	481,4	100%	481,4	20	577,68
5	Construcción del piso	586	591	589	592	586	2944	588,8	100%	588,8	18	694,784
6	Cuadrar vehículo	31	35	31	35	36	168	33,6	100%	33,6	20	40,32
7	Construcción de caucho de chasis	121	115	114	122	118	590	118	100%	118	18	139,24
8	Ensamble de caucho de chasis	37	40	43	37	42	199	39,8	100%	39,8	20	47,76
9	Retirar llanta de emergencia	16	18	21	17	21	93	18,6	100%	18,6	18	21,948
10	Montaje del piso	246	249	252	255	248	1250	250	100%	250	18	295
11	Cuadrar vehículo	26	33	29	33	27	148	29,6	100%	29,6	18	34,928
12	Desarme de accesorios	31	34	33	28	29	155	31	100%	31	18	36,58
13	Aumento de chasis	119	122	119	126	126	612	122,4	100%	122,4	18	144,432
14	Colocado de Escuadras con pernos	480	475	472	480	473	2380	476	100%	476	18	561,68
15	Nivelado de chasis	118	123	114	122	113	590	118	100%	118	18	139,24
16	Construcción de laterales	504	512	510	504	513	2543	508,6	100%	508,6	18	600,148
17	Ensamble de laterales	117	119	120	121	117	594	118,8	100%	118,8	18	140,184
18	Construcción del techo	548	544	545	551	552	2740	548	100%	548	18	646,64
19	Ensamble del techo	250	239	241	242	250	1222	244,4	100%	244,4	18	288,392
20	Ensamble de frentes y respaldos	170	183	181	170	178	882	176,4	100%	176,4	18	208,152
21	Ensamble de estribos	725	724	720	722	719	3610	722	100%	722	18	851,96
22	Revisión de imperfecciones	46	47	43	40	39	215	43	100%	43	18	50,74
Total en minutos							8669	4834,2	100%	1733,8	18	5715,452
Total en horas							144,48333	80,57	100%	28,896667	18	95,257533
Total en días							18,06041667	10,07125	100%	3,61208333	18	11,90719167

Fuente: Autores

Se puede observar en la tabla 10 que el área de estructura tiene 22 actividades y el resultado del tiempo de ciclo estándar de 5715.452, las otras tablas se pueden apreciar en anexo (anexo 28 al anexo 32)

**Tabla 11** Tabla de resultados

<b>Área</b>	<b>Tiempo de ciclo estándar</b>
Estructura	5715.452
Forrado	4058.634
Pintura	4640.482
Fase 1	4437.284
Fase 2	2670.960
Terminado Total	1197.122
<b>TOTAL EN MINUTOS</b>	<b>22719.934</b>
<b>TOTAL EN DÍAS</b>	<b>48.860073</b>
<b>TOTAL EN SEMANAS</b>	<b>11,275401</b>
<b>TOTAL EN MESES</b>	<b>2,2550802</b>

**Fuente:** Autores

En la tabla 11 se tiene los tiempos de ciclo estándar siendo el tiempo de producción de cada área en la fabricación para una unidad del bus tipo tres puertas, teniendo un tiempo total en minutos 22719.934, en días 48.86, en semanas 11.27, en meses 2.25.

### **10.1.7 Diagrama de procesos**

De acuerdo a las actividades y sub actividades se realiza un estudio para interpretar la secuencia de los procesos en la elaboración de la carrocería del bus tipo tres puertas realizando diagramas de procesos de cada área que contiene las actividades en su totalidad determinando el funcionamiento de producción.

- Área de estructura: En la tabla 10 se describe la primera línea de producción la cual consiste en procesar la materia prima y unir la estructura

Tabla 12: Diagrama de procesos

<i>Ubicación: Davmotor.Cía.Ltda</i>						<i>Resúmen</i>			
<i>Actividad: Estructura</i>						<i>Evento</i>		<i>Presente</i>	
<i>Año: 2019</i>						<i>Operación</i>		<i>17</i>	
<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>						<i>Transporte</i>		<i>3</i>	
<i>Método: Presente</i> <i>Tipo: Material</i>						<i>Espera</i>		<i>-</i>	
						<i>Inspección</i>		<i>2</i>	
						<i>Almacenamiento</i>		<i>-</i>	
						<i>Tiempo</i>		<i>5715,452</i>	
<i>Comentarios:</i>						<i>Distancia</i>		<i>554,905</i>	
<i>Descripción de los eventos</i>		<i>Símbolo</i>				<i>Tiempo en min</i>	<i>Distancia en metros</i>	<i>Recomendaciones al método</i>	
1	<i>Transportar Material</i>	●	→	■	■	▼	130,04	274,895	
2	<i>Preparar herramientas de trabajo</i>	●	→	■	■	▼	36,58		
3	<i>Revisiones del Plano del Bus tipo 3P</i>	●	→	■	■	▼	29,028		
4	<i>Cortar material</i>	●	→	■	■	▼	577,68		
5	<i>Construcción del piso</i>	●	→	■	■	▼	694,78		
6	<i>Cuadrar vehículo</i>	●	→	■	■	▼	40,32	182,798	
7	<i>Construcción de caucho de chasis</i>	●	→	■	■	▼	139,24		
8	<i>Ensamble de caucho de chasis</i>	●	→	■	■	▼	47,76		
9	<i>Retirar llanta de emergencia</i>	●	→	■	■	▼	21,948		
10	<i>Montaje del piso</i>	●	→	■	■	▼	295		
11	<i>Cuadrar vehículo</i>	●	→	■	■	▼	34,928	97,212	
12	<i>Desarme de accesorios</i>	●	→	■	■	▼	36,58		
13	<i>Aumento de chasis</i>	●	→	■	■	▼	144,43		
14	<i>Colocado de Escuadras con pernos</i>	●	→	■	■	▼	561,68		
15	<i>Nivelado de chasis</i>	●	→	■	■	▼	139,24		
16	<i>Construcción de laterales</i>	●	→	■	■	▼	600,15		
17	<i>Ensamble de laterales</i>	●	→	■	■	▼	140,18		
18	<i>Construcción del techo</i>	●	→	■	■	▼	646,64		
19	<i>Ensamble del techo</i>	●	→	■	■	▼	288,39		
20	<i>Ensamble de frentes y respaldos</i>	●	→	■	■	▼	208,15		
21	<i>Ensamble de estribos</i>	●	→	■	■	▼	851,96		
22	<i>Revisión de imperfecciones</i>	●	→	■	■	▼	50,74		

Fuente: Autores

La presente tabla 12 describe el número total de las actividades secuenciales y acciones cronológicas las que se llevan a cabo en cada etapa de cada proceso para la elaboración de las carrocerías tipo tres puertas.

**Tabla 13:** Resultado Diagrama de Procesos

Áreas	Operación	Transporte	Esperas	Inspección	Almacenamiento	Tiempo en minutos	Distancia Recorrida
Área de estructura	18	3	0	2	0	5715.452	554,905
Área de Forrado	11	1	0	2	0	4058.634	288,292
Área de Pintura	11	1	0	1	0	4640.482	271,841
Área de la Fase 1	19	1	0	1	0	4437.284	287,327
Área de la Fase 2	8	4	0	1	0	2670.960	905,023
Área del Terminado Total	1	1	0	3	0	1197.122	483,224
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>22719.934</b>	<b>3657,413</b>

**Fuente:** Autores

En la tabla 13 se determina el número total de 68 operaciones, 11 Transporte, 10 Inspección, con una distancia recorrida total de 3657.413 metros y un total por carrocería de 22719.934 minutos, se utiliza el mismo formato de diagrama de procesos en todas las áreas determinando una mejor interpretación, los demás diagramas se lo puede ver en Anexo (Anexo 33 al Anexo 37) siendo los diagramas de proceso actual.

## 10.2 Analizar los métodos y técnicas estableciendo la producción actual de la planta.

Determinación de datos de la situación actual para establecer la producción.

### 10.2.1 Calculo de la capacidad de diseño instalada mediante el software FlexSim para evitar errores.

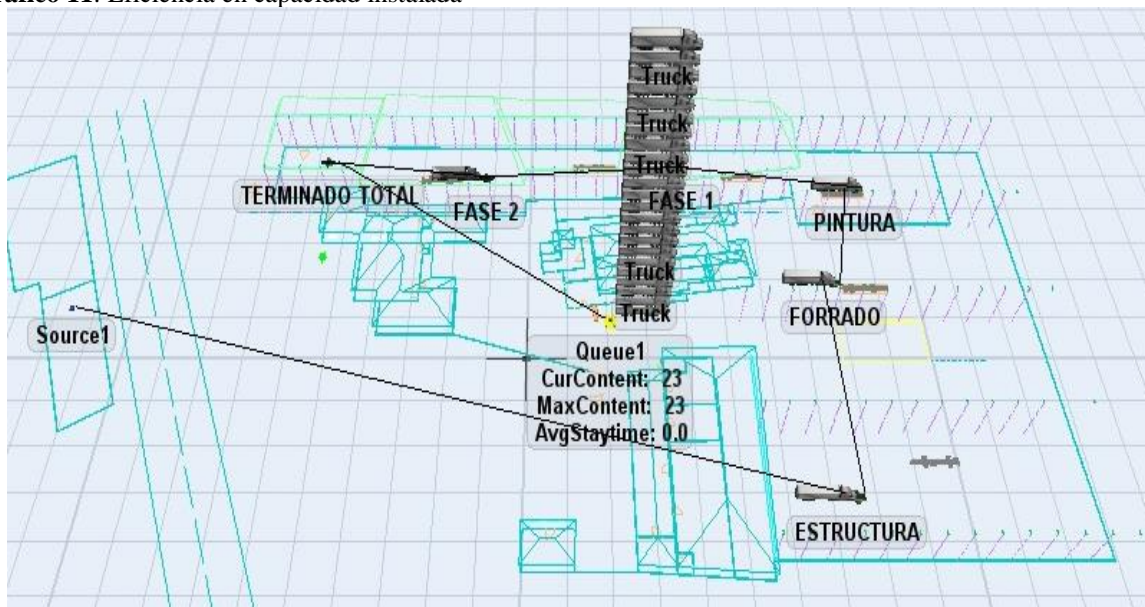
- Los factores que se toman en cuenta son:
  1. Tiempos por área
  2. Número de estaciones
  3. Tiempo disponible al año

**Tabla 14:** Factores Necesarios para Flexsim

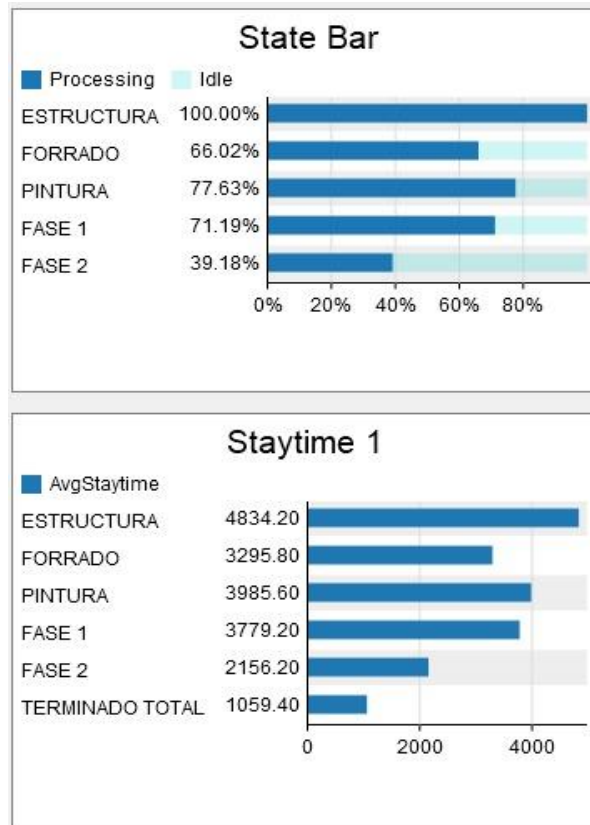
N	Estación	Tiempo Ciclo (minutos)
1	Área de estructura	4834
2	Área de forrado	3296
3	Área de pintura	3986
4	Área de fase 1	3779
5	Área de fase 2	2156
6	Área de terminado total	1059

Fuente: Autores

En la tabla 14 se puede apreciar los tiempos de ciclo tomadas de cada área de la empresa

**Gráfico 11:** Eficiencia en capacidad instalada

Fuente: FlexSim 2020

**Gráfico 12:** Capacidad Instalada

Fuente: FlexSim 2020

Mediante el programa FlexSim 2020 se puede apreciar el resultado de la capacidad instalada de la empresa es de 23 unidades las que se pueden producir anuales teóricamente utilizando los tiempos sin necesidad de la valoración y de los suplementos.

### *Determinación de la capacidad real*

Se determina la capacidad de producción real de la empresa mediante simulación FlexSim 2020.

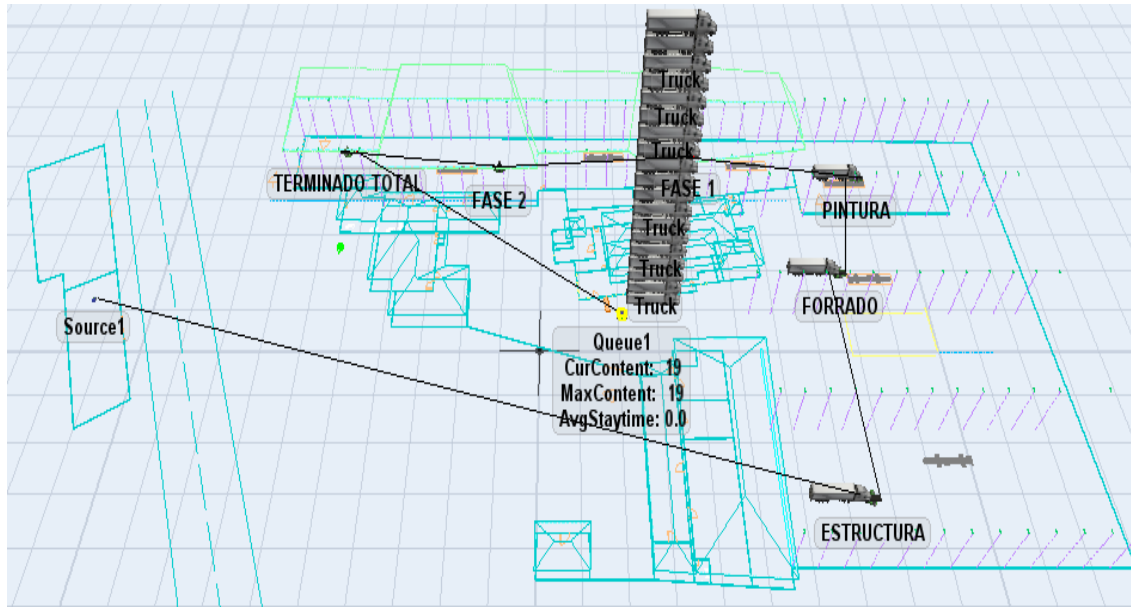
**Tabla 15:** Factores Necesarios para FlexSim 2020

N	Estación	Tiempo Ciclo (minutos)
1	Área de estructura	5715
2	Área de forrado	4059
3	Área de pintura	4640
4	Área de fase 1	4437
5	Área de fase 2	2671
6	Área de terminado total	1197

Fuente: Autores

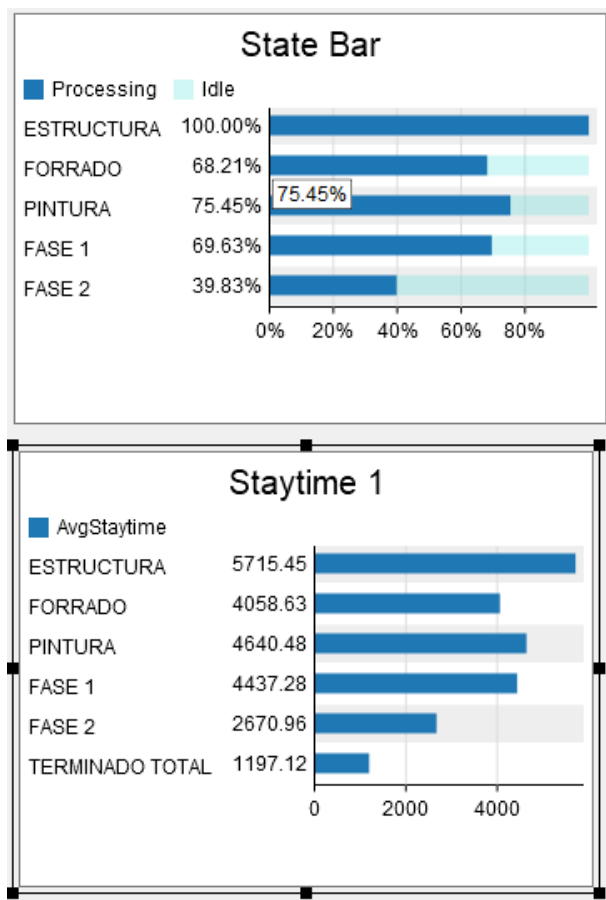
Con los datos de la tabla 15 continuamente se ejecuta la simulación para la determinación de la capacidad real de producción.

**Gráfico 13:** Capacidad real



Fuente: FlexSim 2020

**Gráfico 14:** Capacidad real



Fuente: FlexSim 2020

Mediante el programa FlexSim 2020 se puede apreciar el resultado de la capacidad real que la empresa produce actualmente de 19 unidades.

### 10.2.2 Determinación de la productividad actual

Con la ecuación (ecuación 7) se realiza el cálculo de la productividad mensual de la línea actual para la fabricación de la carrocería del bus tipo tres puertas.

$$P = \frac{T_e}{T_c}$$

Con un tiempo estándar de 10617.5 minutos y un tiempo de ciclo por unidad de 22719.93 minutos por unidad.

$$P = \frac{10617.5}{22719.93}$$

Con una productividad de 0.467321 unidades mensuales del bus tipo tres puertas, cada estación posee diferentes operarios, al momento de salir el producto final de cada estación los operarios consecutivamente inician una nueva elaboración teniendo en cuenta que la producción de cada unidad es independiente por cada área de producción.

### 10.2.3 Determinación de la eficiencia actual

Con la ecuación (ecuación 8) se realiza el cálculo de la eficiencia de la línea actual para la fabricación de la carrocería del bus tipo tres puertas.

$$E = \frac{T_{pa}}{T_{pe}}$$

Con una salida real de 19.52 unidades y una capacidad por diseño de 23 unidades.

$$E = \frac{19.52}{23} \times 100\%$$

Con una Eficiencia de 84%

### 10.2.4 Determinación de la utilización actual

Con la ecuación (ecuación 9) se realiza el cálculo de la utilización de la línea actual para la fabricación de la carrocería del bus tipo tres puertas.

$$U = \frac{Ht}{Hd}$$

Con un tiempo total de operación 19110 minutos por unidad y un tiempo total permitido 22719.93 minutos por unidad.

$$U = \frac{19110.40}{22719.93} * 100\%$$

Con una utilización del 84 %

### 10.2.5 Resultados

Mediante los cálculos se obtiene el resultado de la productividad de la línea, la eficiencia de producción y la utilización de producción actual de la carrocería del bus tipo tres puertas.

En la tabla siguiente se puede observar el resultado de los cálculos

**Tabla 16:** Resultados Productividad, Eficiencia y Utilización

<b>Variables</b>	<b>Resultado</b>
Productividad	P= 0.467321 Unidades/mes
Eficiencia	E=84 %
Utilización	U=84%

**Fuente:** Autores

Se tiene un resultado de la productividad de 0.46 unidades mensuales con una eficiencia del 84 % y una utilización del 84% en comparación con la capacidad instalada de la empresa cálculos diario y semanal se podrán contemplar en (anexos 38)

### 10.3 Proponer un rediseño para el aumento de la productividad del bus tipo tres puertas.

Mediante cálculos y los resultados obtenidos se realizara un rediseño en la línea de producción.

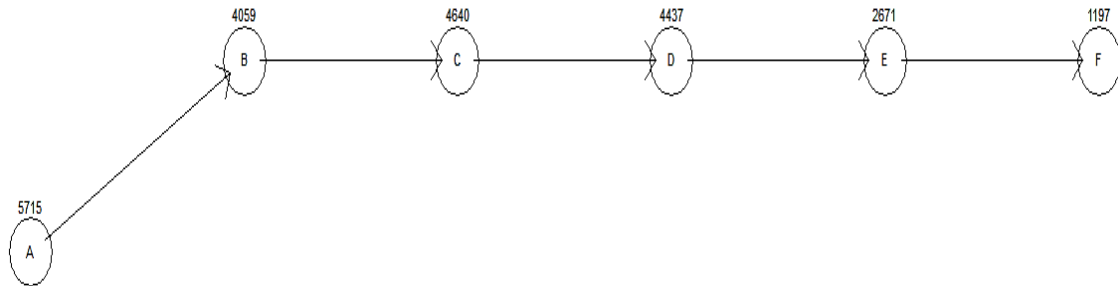
#### 10.3.1 Balanceo de líneas

Mediante el balanceo de líneas se busca encontrar por medio de cálculo el número de estaciones reales para distribuir el número de trabajadores necesarios en casa estación proporcionado la carga laboral optima por cada operario aumentar la productividad anual.

##### *Balanceo de estaciones*

Se balancea las líneas de producción realizando los siguientes pasos:

Paso 1: En el diagrama de procedencia se puede observar el orden de las estaciones de trabajo

**Gráfico 15:** Diagrama de procedencia

**Fuente:** Autores

En el gráfico 15 se representa la secuencia de las áreas de producción de la planta

Pasó 2 y Pasó 3: En la siguiente tabla se puede observar el cálculo del tiempo de ciclo, número de estaciones y la eficiencia actual con las ecuaciones (ecuación 11), (ecuación 12), (ecuación 13) en la línea de producción.

**Tabla 17:** Resultado tiempo de ciclo

<b>Takt time</b>	$Tt = \frac{T.p.d}{P.r.d}$	$Tt = \frac{120900}{21}$	<b>Tt= 5757.14 min</b>
Número de estaciones	$N_t = \frac{T}{Tt}$	$N_t = \frac{22719.93}{5757.14}$	$N_t = 3,95 = 4$ estaciones
Eficiencia actual	$E = \frac{T}{N_t \times Tt}$	$E = \frac{22719.93}{6 \times 5757.14} \times 100\%$	<b>E= 65 %</b>

**Fuente:** Autores

En la tabla 17 se puede observar que actualmente el tiempo Takt time tiempo es de 5757.14 minutos. El número teórico de estaciones es 4 y la eficiencia actual de la empresa es de 65 %.

Paso 4: Cada estación ya tiene establecidas su orden cronológico dependiendo de sus respectivas tareas de trabajo.

Paso 5: Las tareas se asignado en las estaciones de acuerdo a la secuencia y la resta del tiempo de ciclo menos el tiempo de cada tarea obteniendo el número de estaciones optima y el tiempo improductivo.

**Tabla 18:** Resultado número de estaciones

<b>Estaciones</b>	<b>Tiempo por tarea (min)</b>	<b>Tiempo de ciclo (min)</b>	<b>Calculo de estaciones</b>		<b>Número de estaciones</b>
Estructura	5715	5757.14	42.14 min	42.14 min	1
Forrado	4059	5757.14	1698.14 min	1698.14 min	2

Pintura	4640	5757.14	1117.14 min	1117.14 min	3
Fase 1	4437	5757.14	1320.14 min	1320.14 min	4
Fase2	2671	5757.14	3086.14 min		5
Terminado					
total	1197	3086.17	1889.14 min	1889.14 min	
<b>TOTAL</b>			Tiempo Improductivo 6066.7 min	Número real de estaciones 5	

Fuente: Autores

Teóricamente el número de estaciones necesarias son 4, y en el resultado se puede disminuir la estación 6 y quedando con 5 estaciones reales de trabajo siendo las actividades de la estación 6 introducida dentro de la estación 5.

Paso 6: mediante la ecuación (ecuación 13) se observe el cálculo de eficiencia de la línea

**Tabla 19:** Resultado de Eficiencia de la línea.

Variable	Calculo	Eficiencia
Eficiencia de la propuesta	$E = \frac{T}{(N_a) \times (Tt)}$ $E = \frac{22719.93}{(5)(5757.14)} \times 100\%$	E=78 %

Fuente: Autores

Si se reduce una estación la eficiencia aumentara a 78% con 5 estaciones aumentando un 13 % de la situación actual.

### **Comparación**

Se realiza una comparación en la siguiente tabla de la situación actual con la propuesta después de haber realizado el balanceo de líneas.

**Tabla 20:** Comparación situación actual y propuesta

Variables	Situación actual	Propuesta
Tiempo de ciclo(Takt time)	5757.14 min	5757.14 min
Número real de estaciones	# 6	# 5
Eficiencia de la línea	65 %	78 %

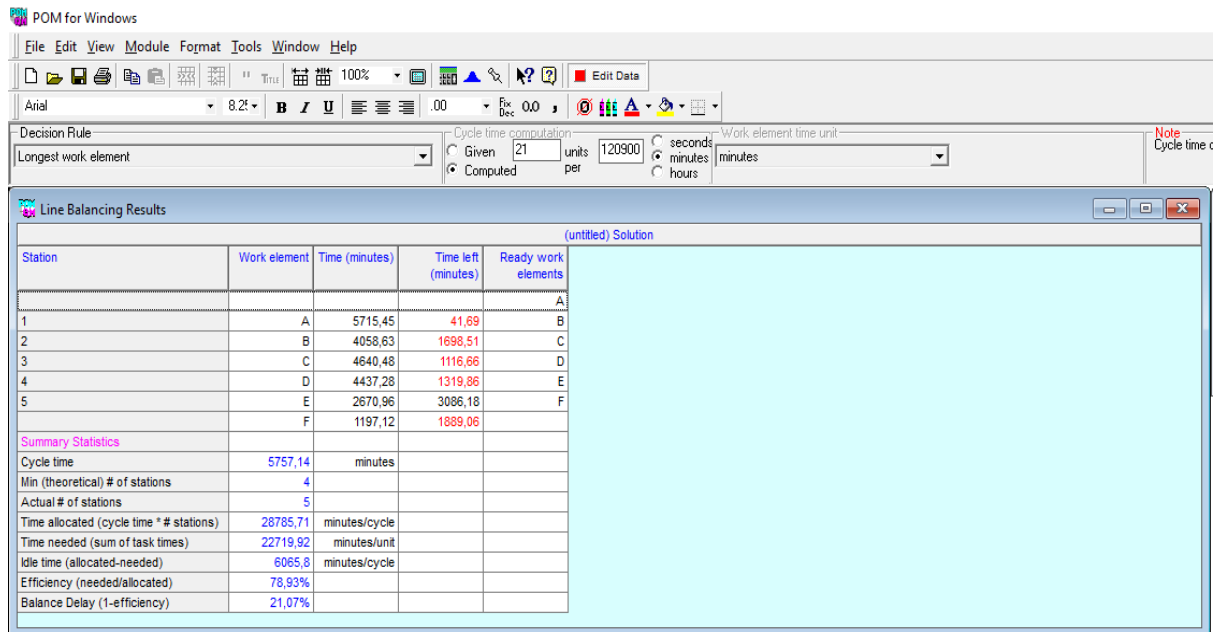
Fuente: Autores

Como se puede observar, existe la reducción de la estación 6 en la cual las actividades de esa estación se aumentaron con las actividades de la estación 5 aumentando un 13 % en la línea de producción.

### Simulación en el programa POM-QM versión 3

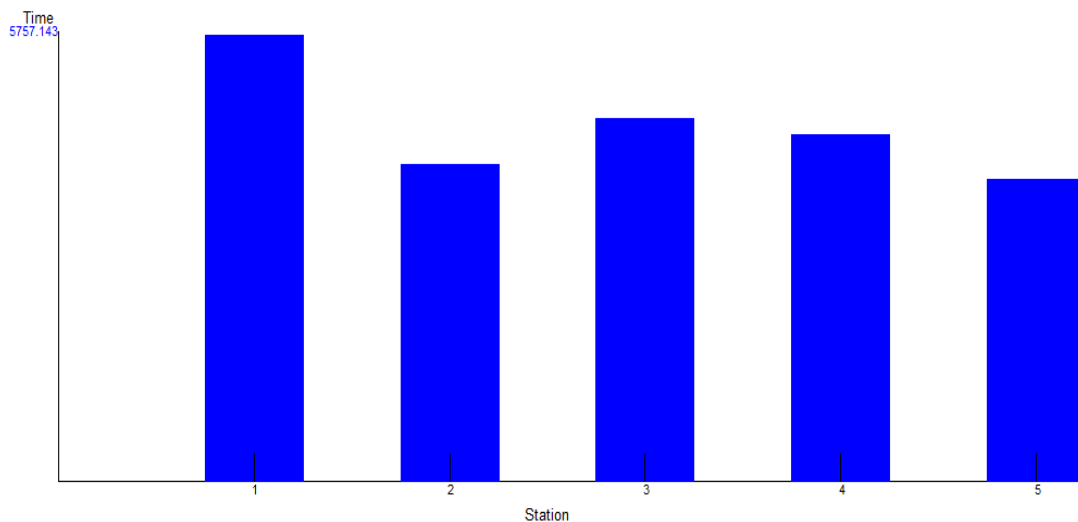
Se efectuó el balanceo de líneas en el programa POM-QM versión 3 mediante el método de takt time con el propósito de evitar el error.

**Gráfico 16:** Balanceo de líneas



Fuente: POM-QM versión 3

**Gráfico 17:** Estadística



Fuente: POM-QM versión 3

Mediante el software POM-QM V3 se realiza el balanceo de línea el resultado es de cuatro estaciones teóricas, 5 estaciones reales reduciendo una estación la número 6 y uniendo las actividades en la estación 5.

### Comprobación

En la tabla se mostrara una comparación del resultado del balanceo de líneas

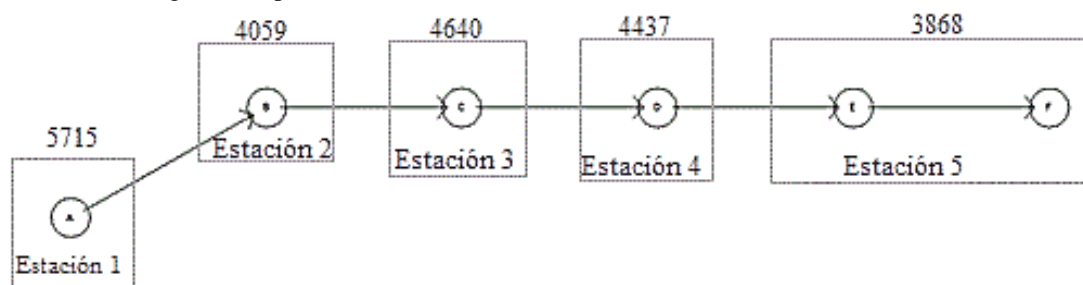
**Tabla 21** : Comprobación entre cálculo manual y simulación de programa

Variables	Calculo Manual	Simulación POM-QM V3
Tiempo de ciclo	5757.14	5757.14
Número teórico de estaciones	4	4
Número real de estaciones	5	5
Tiempo utilizado	34628.16	34628.16
Tiempo necesario optimo	22719	22719
Tiempo Improductivo	7616.72	7616
Eficiencia de la línea	78 %	78%

Fuente: Autores

En la tabla 21 se presenta la comparación entre el método calculado manualmente y el cálculo por medio de software POM-QM versión 3, para determinar si existe un error en el balanceo e líneas.

### 10.3.2 Distribución de estaciones

**Gráfico 18:** Diagrama de procedencias

Fuente: Autores

Mediante el diagrama de procedencia se ubican 5 estaciones las que se obtuvieron en el balanceo de líneas tomando en cuenta la sucesión de la producción como se observa en el grafico 18.

### 10.3.3 Número de operarios

Para el cálculo del número de operarios se realizan los siguientes pasos

Paso 1: Se calcula el tiempo estándar de las estaciones con sus respectivos operarios mediante la ecuación (ecuación 14) que se presenta en la tabla 22.

**Tabla 22:** Calculo del tiempo estándar

Áreas	Número actual de operadores	Calculo	Resultado
Estructura	3	$Te = Tc * No$ $Te = 5715.452 * 3$	Te= 17146.356
Forrado	2	$Te = Tc * No$ $Te = 4058.634 * 2$	Te= 8117.268
Pintura	3	$Te = Tc * No$ $Te = 4640.482 * 3$	Te= 13921.446
Fase 1	3	$Te = Tc * No$ $Te = 4437.284 * 3$	Te= 13311.852
Fase2	3	$Te = Tc * No$ $Te = 2670.960 * 3$	Te= 8012.880
Terminado	2	$Te = Tc * No$ $Te = 1197.122 * 2$	Te= 2394.244
Total			

Fuente: Autores

Paso 2: Se calcula en número de operarios teóricos mediante la ecuación (ecuación 23) mediante el cual se podrá obtener el número teórico de trabajadores.

**Tabla 23:** Numero de operarios

Áreas	Calculo	Numero teórico
Estructura	$N_t = \frac{Te}{Tt}$ $N_t = \frac{17146.356}{5757.14}$	$N_t = 2.978$
Forrado	$N_t = \frac{Te}{Tt}$ $N_t = \frac{8117.268}{5757.14}$	$N_t = 1.409$
Pintura	$N_t = \frac{Te}{Tt}$ $N_t = \frac{13921.446}{5757.14}$	$N_t = 2.418$
Fase 1	$N_t = \frac{Te}{Tt}$ $N_t = \frac{13311.852}{5757.14}$	$N_t = 2.312$
Fase 2	$N_t = \frac{Te}{Tt}$ $N_t = \frac{8012.880}{5757.14}$	$N_t = 1.391$
Terminado Total	$N_t = \frac{Te}{Tt}$ $N_t = \frac{2394.244}{5757.14}$	$N_t = 0.415$

Fuente: Autores

### *Análisis del número de operarios*

Se realiza una comparación entre el número de operarios de la situación actual y el número teórico de operarios del balanceo.

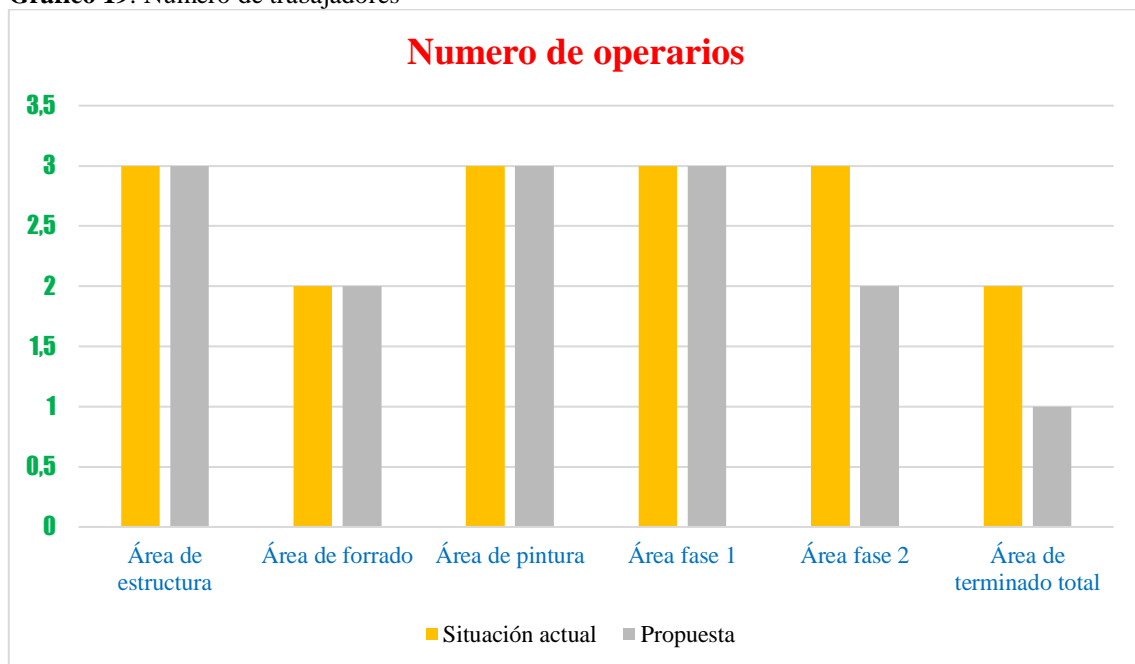
**Tabla 24:** Comparación del número de operarios

Área	Número de operarios actual	Número de operarios teórico
Estructura	3	3
Forrado	2	2
Pintura	3	3
Fase 1	3	3
Fase 2	3	2
Terminado total	2	1
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>14</b>

**Fuente:** Autores

En la tabla 24 se aprecia la diferencia de operarios actual con el balanceo disminuyendo dos operarios

Mediante una grafico de barras se presenta la diferencia del número de operarios actuales con el número de operarios teóricos,

**Gráfico 19:** Número de trabajadores

**Fuente:** Autores

La tabla 19 presenta que existe en la situación actual de la empresa un número total de 16 operarios y el número teórico de operarios es de 14 operarios existiendo un desbalance de 2 operarios.

### 10.3.4 Rediseñar la línea de producción

Con los cálculos realizados anteriormente se van a realizar simulaciones en el software FlexSim 2020.

### 10.3.5 Simulaciones

- Simulación número 1

Con el resultado obtenido del balanceo de líneas y el número práctico de estaciones, se rediseña la estación número 6 y se introduce dentro de la estación 5. Se observa el resultado en el programa FlexSim 2020.

*Con los datos de la tabla 25 se realiza la simulación 1*

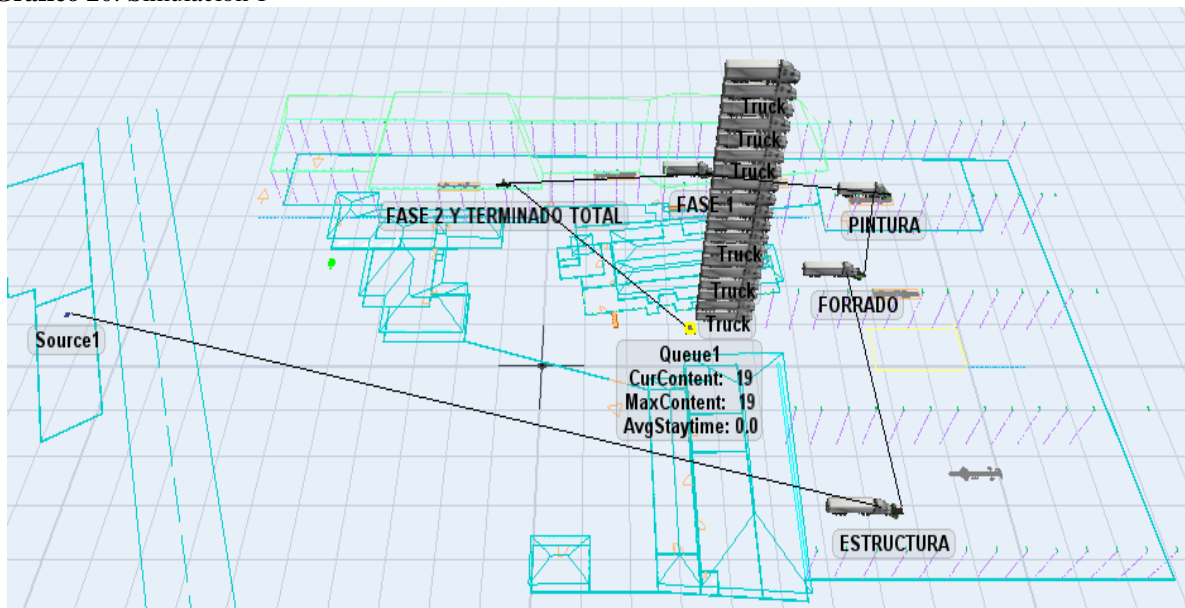
**Tabla 25:** Estaciones balanceadas

Área	Numero de operarios	Tiempo de ciclo
Estructura	3	5715,452
Forado	2	4058,634
Pintura	3	4640,482
Fase 1	3	4437,284
Fase 2 y Terminado total	3	3868,082

**Fuente:** Autores

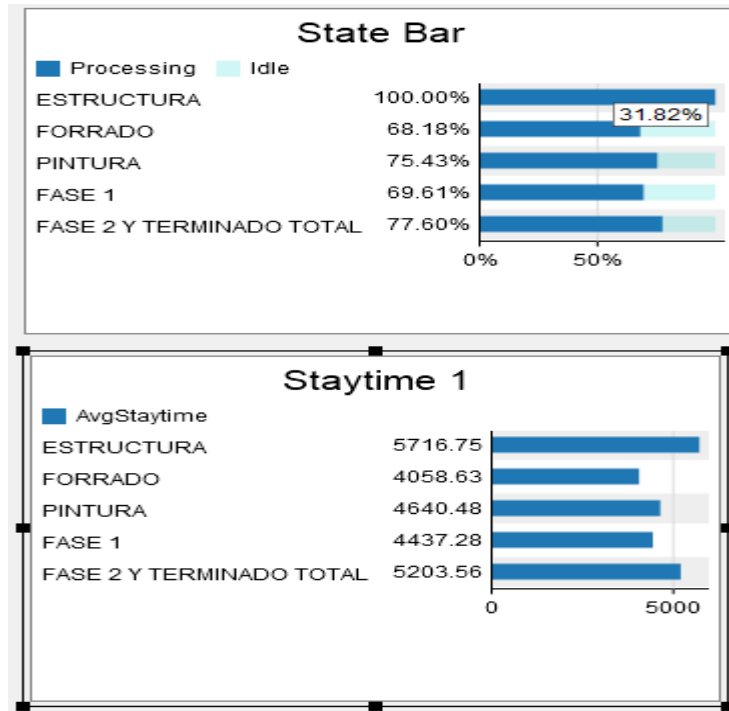
Mediante los datos de la tabla 25 por estación, se utiliza en el programa FlexSim 2020 para el cálculo de productividad para la simulación 1.

**Gráfico 20:** Simulación 1



**Fuente:** FlexSim 2020

Gráfico 21: Simulación 1



Fuente: FlexSim 2020

En la simulación número 1 de acuerdo al resultado se puede producir 19 unidades anuales reduciendo la estación 6 y quedan libres 2 obreros de dicha estación.

- Simulación 2

Con el resultado cálculo óptimo de números de operarios de la tabla 23 se realiza la simulación número 2 que tiene por objetivo utiliza las 6 estaciones ubicando el número óptimo de operarios.

*Con los datos de la tabla 26 se realiza la simulación 2*

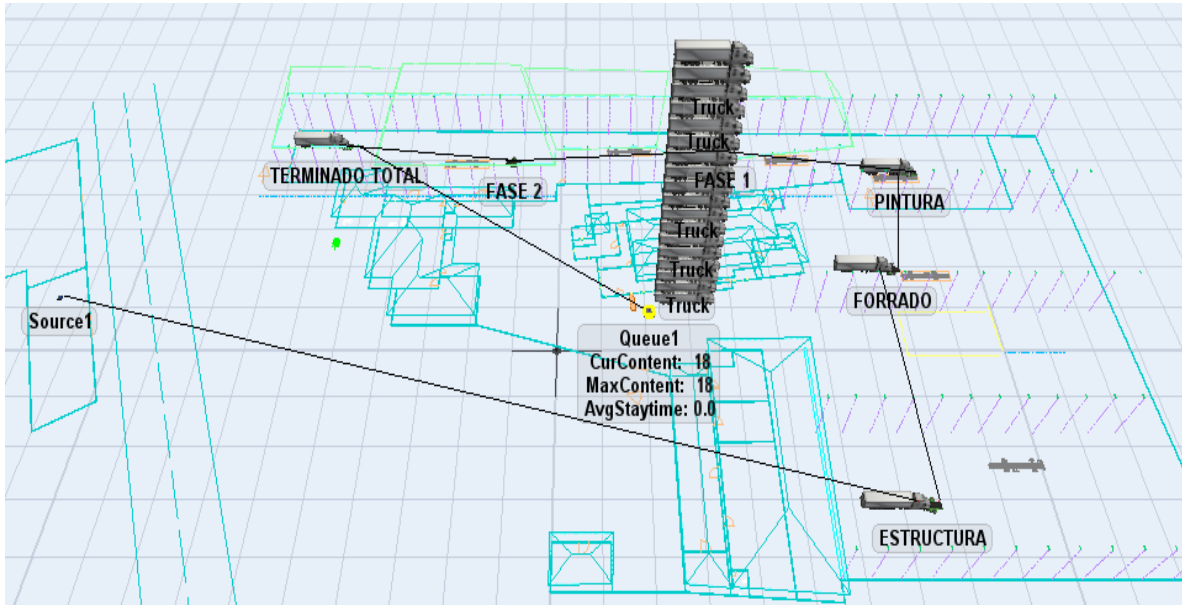
**Tabla 26:** Número de trabajadores óptimo

Área	Numero de operarios	Tiempo de ciclo
Estructura	3	5716,753
Forrado	2	4058,635
Pintura	3	4640,483
Fase 1	3	4437,283
Fase 2	2	4006,440
Terminado total	1	2394,240

Fuente: Autores

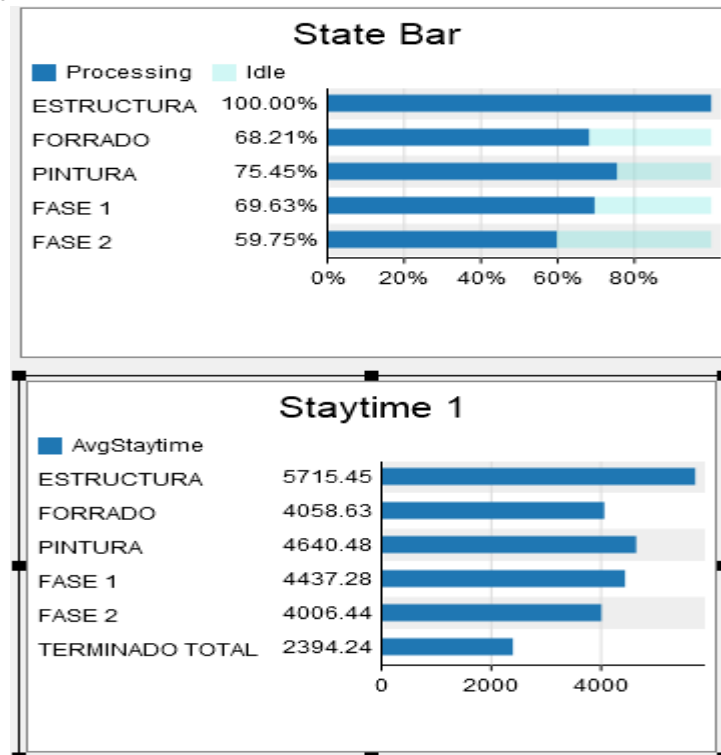
Mediante los datos de la tabla 26 por estación, se utiliza en el programa FlexSim 2020 para el cálculo de productividad en la simulación 2.

Gráfico 22: Simulación 2



Fuente: FlexSim 2020

Gráfico 23: Simulación 2



Fuente: FlexSim 2020

En la simulación número 2 el resultado de producción es de 18 unidades anuales con 14 operarios distribuidos 3 operarios en área de estructura, 2 operarios área de forrado, 3 operarios área de pintura, 3 operarios área fase 1, 2 operarios área fase 2, 1 operario área terminado total quedando libre dos obreros.

- Simulación número 3

Para la simulación se utiliza las estaciones del gráfico 18 en el que esta expresado la secuencia y número de estaciones y el numero óptimo de trabajadores de la tabla 23.

*Con los datos de la tabla 27 se realiza la simulación 3*

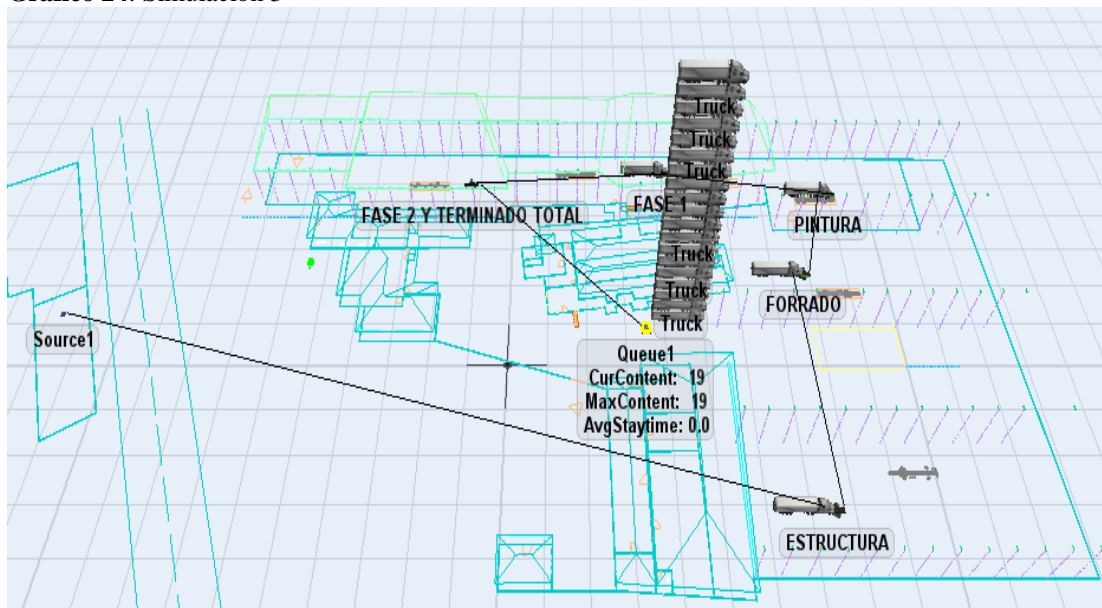
**Tabla 27:** Balanceo de estaciones y trabajadores

Área	Numero de operarios	Tiempo de ciclo
Estructura	3	5716,752
Forrado	2	4058,634
Pintura	3	4640,482
Fase 1	3	4437,284
Fase 2 y Terminado total	3	5203,562

Fuente: Autores

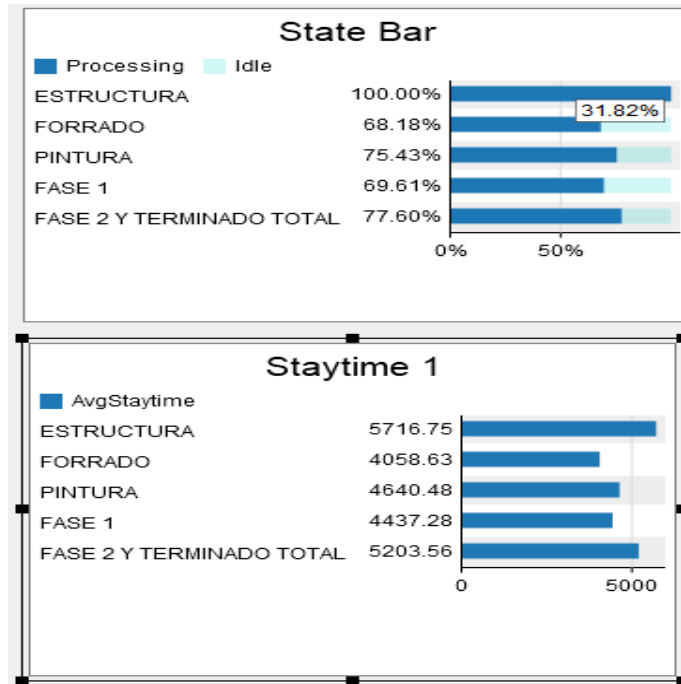
Mediante los datos de la tabla 27 por estación, se utiliza en el programa FlexSim 2020 para el cálculo de productividad en la simulación 3.

**Gráfico 24:** Simulación 3



Fuente: FlexSim 2020

Gráfico 25: Simulación 3



Fuente: FlexSim 2020

En la simulación número 3 el resultado de producción es de 18 unidades anuales, teniendo en cuenta que se utilizó 5 estaciones y quedando libre 3 operarios.

#### 1.4.1.2 Resultado

Se realiza la tabla para mostrar el resultado de producción que se ha calculado con el programa FlexSim 2020.

Tabla 28: Resultado de la simulación

	Situación actual	Simulación 1	Simulación 2	Simulación 3
Número de estaciones	6	5	6	5
Numero de operarios	16	14	14	13
Unidades Producidas Anuales	19	19	18	19

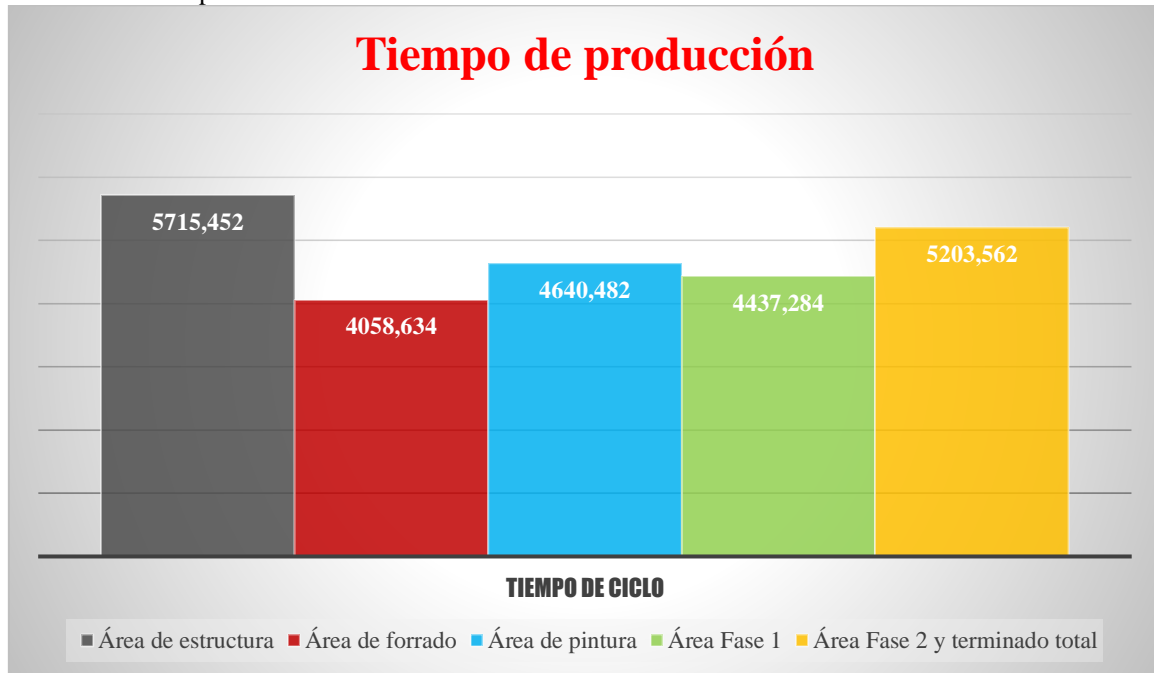
Fuente: Autores

En la tabla 28 se puede apreciar el resultado del balanceo de líneas las tres simulaciones tomando en cuenta el número de operarios, de estaciones y la productividad anual, siendo la simulación 3 la más óptima la cual reduce la estación 6 aumentando las actividades en la estación 5, quedando si carga laboral 3 operarios, uno del área de Fase 2 y dos trabajadores de terminado total, por lo que es necesario redistribuirlos en otras estaciones.

### 10.3.6 Identificar el cuello de botella

Se utiliza los datos (tabla 28) siendo la más óptima de la simulación 3 en el que se busca el área con tiempo mayor de producción ya que es incapaz de ofrecer rendimiento suficiente para abastecer con trabajo a la siguiente estación trabajando.

**Gráfico 26:** Tiempos de ciclo



**Fuente:** Autores

Se observa en el gráfico 26 el tiempo de producción de cada estaciones verificando el tiempo más altos es del área de estructura con un tiempo de ciclo de 5715.45 minutos

### 10.3.7 Aumentar la productividad

Con el resultado de la simulación 3 siendo la más óptima y teniendo en cuenta los tres trabajadores sin carga laboral se reubicara un trabajador en el área de estructura, esta estación utiliza tiempos más alto de ciclo.

Paso 1: Determinar el nuevo tiempo de ciclo de la estación de estructura utilizando la ecuación (Ecuación 14).

**Tabla 29:** Nuevo tiempo de ciclo

Numero de operarios	Calculo	Tiempo estándar (minutos)	Nuevo tiempo de ciclo (minutos)
3	$T_e = T_c * N_o$ $T_e = 5715.452 * 3$	$T_e=17146.356$ minutos	$T_c = \frac{17146.356}{4}$ $T_c= 4287.564$ minutos

**Fuente:** Autores

Con el cálculo establecido en la tabla 29 se establece un nuevo tiempo de ciclo para la estación 1 (área de estructura) con un operario más el tiempo de ciclo se reduce a 4287.564 minutos

### Nueva producción

Utilizando el nuevo tiempo de ciclo del área de estructura se realiza una simulación en el programa FlexSim 2020 para el cálculo de unidades producidas anuales.

- Simulación 4

Con los datos de la tabla 28 se realiza la simulación 4

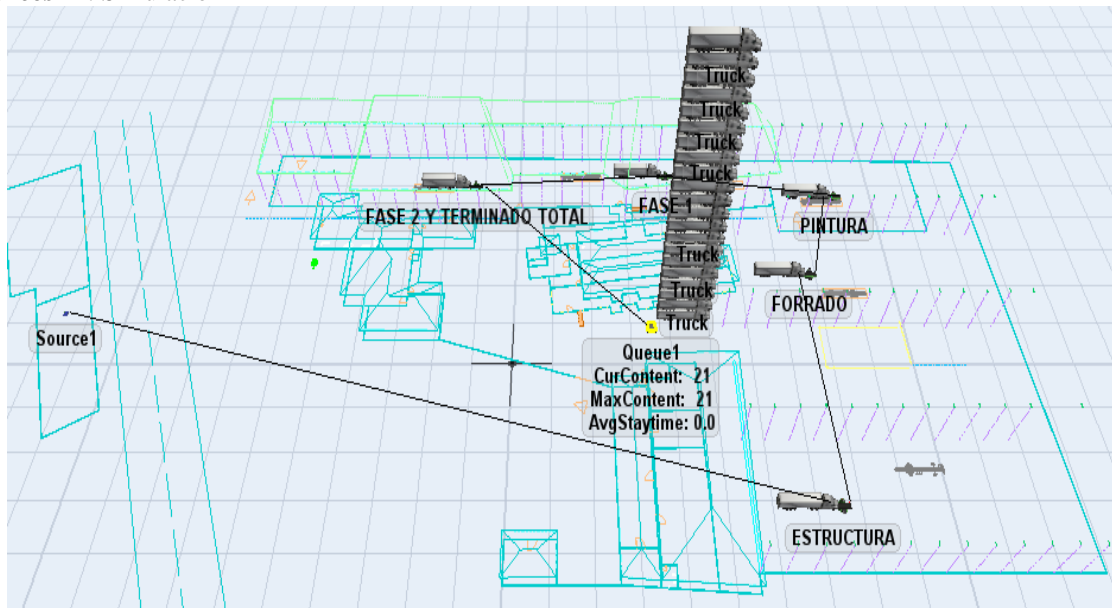
**Tabla 30:** Tiempos

Área	Numero de operarios	Tiempo de ciclo
Estructura	4	4287,56427
Forrado	2	4058,634
Pintura	3	4640,482
Fase 1	3	4437,284
Fase 2 y terminado total	2	5203,562

**Fuente:** Autores

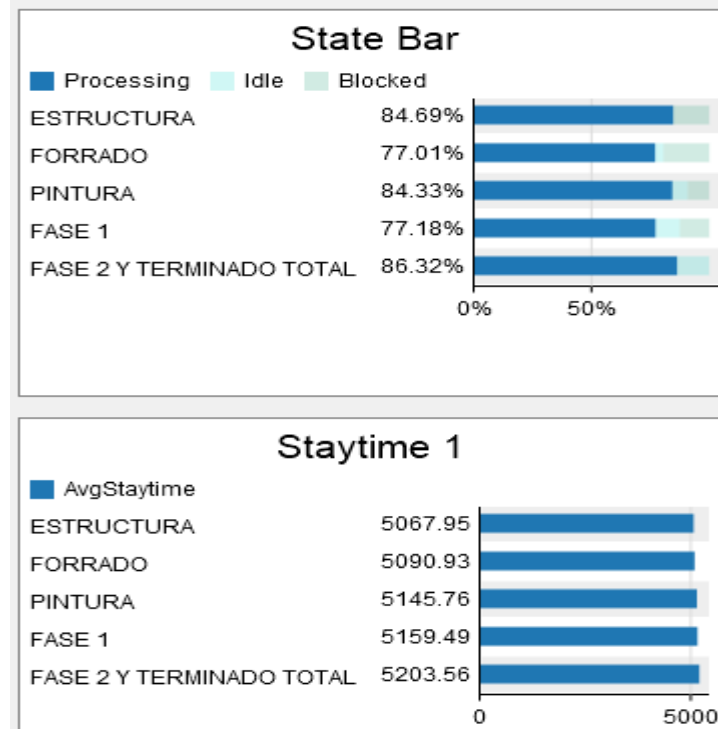
En la tabla 30 se aprecia el tiempo que se manipula en la simulación 4 con el número de operarios y estaciones óptimas.

**Gráficos 27:** Simulación 4



**Fuente:** FlexSim 2020

Gráfico 28: Simulación 4



Fuente: FlexSim 2020

En la simulación 4 se aprecia un aumento de productividad, reubicando un trabajador en el área de estructura reduciendo el tiempo de ciclo, en consecuencia la simulación en el resultado se aprecia un aumento de dos unidades producidas anuales de 19 a 21 unidades.

### 10.3.8 Determinación.

Con las ecuaciones (Ecuación 8), se calcula la eficiencia de producción de la propuesta de la carrocería del bus tipo tres puertas.

En la tabla siguiente se puede observar el resultado de los cálculos

Tabla 31 Resultados de la Eficiencia de producción de la propuesta

Variables	Calculo mensual	Resultado
Eficiencia	$E = \frac{Tpa}{Tpe} \times 100\%$	$E = \frac{21}{23}$ E=91 %

Fuente: Autores

### 10.3.9 Resultados del rediseño de la línea de producción mediante balanceo

Como resultado de realizar el rediseño de la línea de producción, se disminuyó una estación y se reubicó un trabajador en la estación de estructura ya que tiene los tiempos más altos.

#### Resultados

A continuación se presenta una tabla donde se compara la situación actual con la propuesta del rediseño de la línea de producción de la simulación 4.

**Tabla 32:** Comparación

<b>Detalles</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>
Demanda	21	21
Número de estaciones	6	5
Número de trabajadores	16	14
Eficiencia de la línea	65%	78%
Número de unidades producidas	19	21
Eficiencia de producción	84%	91%

**Fuente:** Autores

En la tabla 32 se aprecia una comparación entre la situación actual y el rediseño, teniendo en cuenta la demanda anual de 21 unidades, como resultado posteriormente de la realización del rediseño, reducción de una estación añadiendo dentro del estación 5 las actividades de la estación eliminada, con cargas de trabajo optima por operador y un reubicación de 2 trabajadores en la otra línea de producción, aumentando un eficiencia de producción en 7% en la planta.

### 10.3.4 Análisis económico

#### *Situación actual*

- Ingresos

Número de unidades vendidas anuales

**Tabla 33:** Ingresos

<b>Detalle</b>	<b>Unidades anuales</b>	<b>Ingreso por Unidad</b>	<b>Ingreso total</b>
Bus			
tipo tres puertas	19	130.000,00	2.470.000,00
<b>Total</b>			<b>2.470.000,00</b>

**Fuente:** Autores

La venta anual es de 19 unidades con un precio de 130,000.00 dólares un total de ingreso de 2470,000.00 dólares

- Egresos

Se realiza los costos de ventas que son las de materia prima

**Tabla 34:** Costos de materia prima

<b>Detalles</b>	<b>Unidad anuales</b>	<b>Costo por Unidades</b>	<b>Costo Anual</b>	<b>Total</b>
Asientos	19	10,000.00	190.000.00	
Chasis	19	65,000.00	1235,000.00	
Materia prima	19	23,899.96	454,099.24	
<b>Total</b>			<b>1689,099.24</b>	

**Fuente:** Autores

El total en compra de materia prima esta en tres partes, asientos, chasis y materia prima con un total de \$ 1805,000.00

En la siguiente tabla se redacta los cotos de mano de obra que intervienen en la fabricación del bus tipo tres puertas.

**Tabla 35:** Mano de Obra

<b>Detalles</b>	<b>Numero</b>	<b>Costo mensual por trabajador</b>	<b>Costo total Anual</b>
<b>Mano de obra indirecta</b>			
Jefe de departamento de recursos humanos	1	800	9.600,00
Jefe de Ventas	1	700	8.400,00
Gerente	1	2.064,00	24.768,00
Contabilidad	1	750	9.000,00
Supervisores	2	724	17.376,00
Personal de limpieza	1	400	4.800,00
Inspector	1	2600	31.200,00
<b>Total</b>			<b>105.144,00</b>
<b>Mano de obra directa</b>			
Líder	2	600	14.400,00
Estructura	3	500	18.000,00
Forrado	2	600	14.400,00
Pintura	3	600	21.600,00
Fase 1	3	600	21.600,00
Fase 2	3	600	21.600,00

frente y respaldos	3	600	21.600,00
Fibra	4	600	28.800,00
Instalaciones eléctricas	3	600	21.600,00
Terminado total	2	600	14.400,00
<b>Total</b>			<b>198.000,00</b>

Fuentes: Autores

El costo por mano de obra directa e indirecta es una total de \$ 198,000.00 dólares.

**Tabla 36:** Otros gastos

<b>Detalles</b>	<b>Numero</b>	<b>Costo mensual por trabajador</b>	<b>Costo total anual</b>
Diésel	12	15	180
Caja de Resma de papel bond	1	15	15
Botellón de agua	12	2,5	30
Tinta para impresora	20	3,00	60
<b>Total</b>			<b>285,00</b>

Fuente: Autores

En otros gastos se ponen gasto que se realizan y tiene algo una relación con la producción

**Tabla 37:** Servicios Básicos

<b>Detalle</b>	<b>unidad</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Costo total anual</b>
Energía Eléctrica	12	1250.00	3,024.00
Agua Potable	12	50	600
Internet	12	25	300
<b>TOTAL</b>			<b>15,900.00</b>

Fuente: Autores

Son gastos por los servicios básicos que utilizan la empresa

- Situación actual

## Balanceo Final

Tabla 38: Balanceo Final

<b>Davmotor.Cía.Ltda.</b>	
<b>Estado De Resultado</b>	
Ingreso Por Ventas	\$ 2.470.000,00
<b>(=)Total De Ingresos</b>	<b>\$ 2.470.000,00</b>
<b><u>Costos De Ventas</u></b>	
Compra De Materia Prima	\$ 1.689,099,24
<b>Utilidad Bruta En Ventas</b>	<b>\$ 780.900,76</b>
<b><u>Gastos Operacionales</u></b>	
<b>Gastos De Ventas</b>	
Sueldos	\$ 303,144.00
Otros Gastos	\$ 285.00
Total Gastos De Ventas	\$ 303,429.00
<b>Gastos Administrativos</b>	
Servicios Básicos	\$ 15,900.00
<b>Total De Gastos Administrativos</b>	<b>\$ 15,900.00</b>
<b>Total De Gastos Operacionales</b>	<b>\$ 319,329.00</b>
<b>Utilidad Neta Del Ejercicio</b>	<b>\$ 461,571,76</b>
Participación De Trabajadores 15%	\$ 69,235.76
Impuesto A La Renta	\$ 98,084.00
<b>Utilidad Neta</b>	<b>\$ 294.252,00</b>

Fuente: Autores

El estado final se puede interpretar que la empresa Davmotor Cía.Ltda. Vendiendo actualmente 19 unidades anuales tiene una utilidad actual neta \$ 229,774.76 dólares.

***Propuesta***

- Ingresos

Número de unidades vendidas anuales

Tabla 39: Ingresos

<b>Detalle</b>	<b>Unidades anuales</b>	<b>Ingreso por Unidad</b>	<b>Ingreso total</b>
Bus tipo tres puertas	21	130,000.00	2730,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>2730,000.00</b>

Fuente: Autores

La venta anual es de 21 unidades con un precio de 130,000.00 dólares un total de ingreso de 2730,000.00 dólares

- Egresos

Se realiza los costos de ventas que son las de materia prima

**Tabla 40:** Costos de materia prima

<b>Detalles</b>	<b>Unidad anuales</b>	<b>Costo por Unidades</b>	<b>Costo Total Anual</b>
Asientos	21	10,000.00	210,000.00
Chasis	21	65,000.00	1365,000.00
Materia prima	21	23,899.96	501,899.16
<b>TOTAL</b>			<b>1866,899.16</b>

**Fuente:** Autores

El total en compra de materia prima esta en tres partes, asientos, chasis y materia prima con un total de \$ 1866,899.16

En la siguiente tabla se redacta los cotos de mano de obra que intervienen en la fabricación del bus tipo tres puertas.

**Tabla 41:** Mano de Obra

<b>Detalles</b>	<b>Numero</b>	<b>Costo mensual por trabajador</b>	<b>Costo total Anual</b>
Mano de obra indirecta			
Jefe de departamento de recursos humanos	1	800	9,600.00
Jefe de Ventas	1	700	8,400.00
Gerente	1	2,064.00	24,768.00
Contabilidad	1	750	9,000.00
Supervisores	2	724	17,376.00
Personal de limpieza	1	400	4,800.00
Inspector	1	2600	31,200.00
<b>TOTAL</b>			<b>105,144.00</b>
Mano de obra directa			
Líder	2	600	14,400.00
Estructura	3	500	18,000.00
Forrado	2	600	14,400.00
Pintura	3	600	21,600.00

Fase 1	3	600	21,600.00
Fase 2	3	600	21,600.00
frente y respaldos	3	600	21,600.00
Fibra	4	600	28,800.00
Instalaciones eléctricas	3	600	21,600.00
Terminado total	2	600	14,400.00
<b>TOTAL</b>			<b>198,000.00</b>

**Fuentes:** Autores

El costo por mano de obra directa e indirecta es una total de \$ 198,000.00 dólares

**Tabla 42:** Otros gastos

<b>Detalles</b>	<b>Numero</b>	<b>Costo mensual por trabajador</b>	<b>Costo total anual</b>
Diésel	12	15.00	180.00
Caja de Resma de papel bond	1	15.00	15.00
Botellón de agua	12	2.50	30.00
Tinta para impresora	20	3.00	60.00
<b>TOTAL</b>			<b>285.00</b>

**Fuente:** Autores

En otros gastos se ponen gasto que se realizan y tiene algo una relación con la producción

**Tabla 43:** Servicios Básicos

<b>Detalle</b>	<b>unidad</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Costo total anual</b>
Energía Eléctrica	12	1250	15,000.00
Agua Potable	12	50	600.00
Internet	12	25	300.00
<b>TOTAL</b>			<b>15,900.00</b>

**Fuente:** Autores

Son gastos por los servicios básicos que utilizan la empresa

- Situación actual

## Balanceo Final

- Situación propuesta

**Tabla 44:** Balanceo final propuesta

<b>Davmotor.Cía.Ltda.</b>	
<b>Estado De Resultado</b>	
Ingreso Por Ventas	\$ 2730,000.00
<b>(=)Total De Ingresos</b>	<b>\$ 2730,000.00</b>
<b><u>Costos De Ventas</u></b>	
Compra De Materia Prima	\$ 1866,899.16
<b>Utilidad Bruta En Ventas</b>	<b>\$ 863,100.84</b>
<b><u>Gastos Operacionales</u></b>	
<b>Gastos De Ventas</b>	
Sueldos	\$ 303,144.00
Otros Gastos	\$ 285.00
<b>Total Gastos De Ventas</b>	<b>\$ 303,429.00</b>
<b>Gastos Administrativos</b>	
Servicios Básicos	\$ 15,900.00
<b>Total De Gastos Administrativos</b>	<b>\$ 15,900.00</b>
<b>Total De Gastos Operacionales</b>	<b>\$ 319,329.00</b>
<b>Utilidad Neta Del Ejercicio</b>	<b>\$ 543,771.84</b>
Participación De Trabajadores 15%	\$ 81,565.78
Impuesto A La Renta	\$ 115,551.52
<b>Utilidad Neta</b>	<b>\$ 346,654.55</b>

Fuente: Autores

El estado final de la propuesta se puede interpretar que la empresa Davmotor.Cía.Ltda puede vender 21 unidades anuales tiene una utilidad actual neta \$ 346,654.55 dólares.

***Cuadro de comparación***

En la siguiente tabla se puede apreciar la utilidad neta que se puede obtener si se implementa el rediseño reduciendo una estación y reubicando un trabajador más en el área de estructura.

**Tabla 45:** Ganancias

	<b>Situación actual</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Ganancias</b>
Utilidad Neta	\$ 294,252.00	\$ 346,654.55	\$52,402.55
Porcentaje de utilidad	-	-	15%

Fuente: Autores

## 11 IMPACTOS

Realizando el estudio se puede rediseñar la línea de producción siendo de suma importancia actualizar la forma de fabricación causando impacto técnico, social y económico a nivel local y nacional para ello se describe a continuación.

### 11.1 Impacto Técnico

En el tiempo del estudio realizado del proyecto se pudo evidenciar los defectos existentes en la línea de producción del bus tipo tres puertas, entre ellas fue el inadecuado uso de estaciones, tiempo y trabajadores, mediante lo cual se presenta un nuevo diseño en las áreas identificadas enfocado en el balanceo del número de estaciones y de trabajadores solucionando el tiempo para el cumplimiento de la demanda y aumentando las unidades producidas anuales

### 11.2 Impacto social

El impacto es de causa-beneficio para la empresa Davmotor.Cía.Ltda y su único dueño, la cual se verá reflejado a través de incremento de unidades producidas anualmente beneficiado directo e indirectamente a quienes interviene de cierto modo en la fabricación de la carrocería.

### 11.3 Impacto económico

Al medicar las líneas de producción y balancear los trabajadores se analizó que genera un impacto económico positivo primordialmente aumentando la productividad e incrementado las ventas

**Tabla 46:** Impacto económico

	<b>Situación Actual</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Total anual de ganancias</b>
Utilidades netas	\$ 294,252.00	\$ 346,654.55	\$52,402.55
Unidades producidas	19 unidades	21 unidades	2 unidades

**Fuente:** Autores

Si se implementa el rediseño del estudio se aumentarían las ganancias anuales en 52,402.55 dólares, realizando un rediseño en la línea de producción distribuyendo las áreas de producción y el número de operarios generando una mayor productividad, optimizando mano de obra, disminuyendo tiempos improductivos, mejorando la carga laboral y sobre todo establecer la imagen empresarial al presentar un tiempo real de entrega del producto atrayendo nuevos compradores acogiendo el mercado a nivel nacional.

## 12 PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se detallara el presupuesto utilizado en la realización del proyecto.

Recursos	Presupuesto en la elaboración del proyecto			
	Cantidad	Unidad	Valor por Unidad \$	Valor total \$
Equipo e instrumentos utilizados				
Computadora	1	1	350.00	350.00
Cronometro	2	2	15.00	30.00
Cinta métrica	1	1	10.00	10.00
Calibrador pie de rey	2	2	10.00	20.00
Transporte y alimentación				
Traslado a la empresa Da motor	20	20	4.00	80.00
Alimentación	20	20	2.50	50.00
Materiales y suministros de oficina				
Resma de papel bond	1	500	3.50	3.50
Tablero de apuntes	2	2	8.00	16.00
Grapadora	2	2	0.75	1.50
Carpeta	1	1	1.00	1.00
Materiales Bibliográficos				
Fotocopias	300	300	0.05	15.00
Internet	1	300	0.60	180.00
Anillado	4	4	1.00	4.00
Gastos Varios				
Viáticos	50	50	1.00	50.00
Sub Total				811
Imprevistos 10 %				81.1
Total				892.1

## **13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **13.1 Conclusiones**

- Se identificaron los procesos actuales en la fabricación de bus tipo tres puertas, las cuales están constituidas por seis estaciones iniciando en el área de Estructura, Forrado, Pintura, Fase1, Fase 2 y terminado total, donde su producción actual es de 19 unidades anuales.
- Los métodos y técnicas empleados determinaron que la capacidad de diseño instalada es de 23 unidades, con una productividad mensual de 0.46 unidades, eficiencia del 84 % y una utilización del 84% respecto al diseño.
- Se rediseñó la línea de producción en cinco estaciones reales de producción, reubicando un operario sin carga laborar en el área de estructura reduciendo el cuello de botella y con un nuevo tiempo de ciclo estándar 22627.52 produciendo en menor tiempo en 1%
- estructuras y aumentando la productividad en 21 unidades anuales, alcanzando la demanda anual aumentando la utilidad neta en 52,402.55 dólares anuales.

### **13.2 Recomendaciones**

- Realizar la implementación de la propuesta presentada ya que fue realizada con datos reales de la empresa y se detalla los pasos cronológicos para asegurar una mayor producción del bus tipo tres puertas con la modificación del número de estaciones y con la reubicación del número de operarios por estación estableciendo los tiempos de producción por estación.
- Realizar un estudio de reingeniería de plantas para las diferentes áreas de producción, tomando en cuenta las cargas de transporte, las relaciones entre las estacione de trabajo, distancias recorridas, etc., para la elaboración de los diferentes productos de la empresa con el fin de optimizar los recursos.

## 14 BIBLIOGRAFÍA

- JayHeizer, . (2017). *Principles of operations Management*. England: Pearson Education Limited .
- Benjamín , E., & Fincowsky, F. (2009). *ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Benjamín, E., & Fincowsky, F. (2009). *Organización de empresas*. Ciudad de Mexico: McGRAW-HILL.
- Canfac. (01 de 06 de 2019). *Cámara nacional de fabricantes de Carrocerías*. Obtenido de <https://canfacecuador.com/index.php/k2/socios-carrocerias/118-c-davmotor-cia-ltda>
- Carrasco, J. B. (2009). *Gestión de Procesos*. Santiago: Evolución .
- Carrasco, J. B. (2009). *GESTIÓN DE PROCESOS*. Santiago : EVOLUCIÓN S.A.
- CHAPMAN, S. N. (2006). *PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN*. Ciudad de Mexico: PRENTICE-HALL INC.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES*. Santa Fe: McGRAW HILL.
- Criollo, R. G. (2001). *ESTUDIO DEL TRABAJO. INGENIERÍA DE MÉTODOS*. México: UllrasoI. SA deC.V.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2011). *ORGANIZAIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN DE OPERACIONES*. Cataluña: DIAZ DE SANTOS.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de la Calidad*. Barcelona: Profit Editorual Inmobiliaria .
- Frederick S. Hillier, G. J. (2010). *INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES*. México: The McGraw-Hill Companies.
- García, M. R. (2010). *LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad*. Madrid: Albasanz, 2 28037 MADRID .
- Gonzales Riascos, M. (2010). *Gestión de la producción*. Bogotá: IDEASPROPIAS EDITORIAL.
- Hernández Santana, L. S. (10 de Abril de 2017). *Academia EDU*. Obtenido de Academia EDU: [https://www.academia.edu/8052530/Tutorial\\_Flexsim\\_en\\_Espa%C3%B1ol\\_-\\_Lecci%C3%B3n\\_1](https://www.academia.edu/8052530/Tutorial_Flexsim_en_Espa%C3%B1ol_-_Lecci%C3%B3n_1)
- INNOVADORAS, C. E. (2008). *Distribución en pPlantas*. Valencia: CEEI CV.
- Kanawaty, G. (1998). *INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

- L.R.Weatherford, G. F. (2000). *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa*. México: PRENTICE-HALL.
- Larry Ritzman, L. K. (2008). *Administración de operaciones,Procesos y cadenas de valor*. México: Pearson Educación.
- Meyers, M. P. (2013). *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. United States : Copyright.
- Niebel , B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial*. Ciudad de Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Render, B. (2009). *Principios de ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Rojas Navia, C. F. (2014). *Industria de la moda*. Bogotá: Andrea el Pilar Sierra.
- RUIZ, J. A. (2013). *INGENIERÍA INDUSTRIAL, Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. Ciudad de México: MARCOMBO.S.A.
- Stincer Gomez, J. R. (2012). *Introducción a la Ingeniría Industrial*. Estado de Mexico: Red Tercer Milenio s.c.
- Velasco, J. A. (2010). *Gestión por procesos*. Madrid: ESIC Editorial. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=iGrY7tW178IC&printsec=frontcover&dq=que+es+proceso&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjxvonOx4XmAhUu01kKHZtlA6YQ6AEIRzAE#v=onepage&q=que%20es%20proceso&f=false>
- Weiss, H. J. (2012). *POM-QM FOR WINDOWS* . Lima: Universidad de Lima.

## 15 ANEXOS

**Anexo 1:** Carrocería elaborada en Davmotor.Cía.Ltda Bus tipo dos puertas



**Anexo 2:** Carrocería elaborada en Davmotor.Cía.Ltda Bus tipo Interprovincial



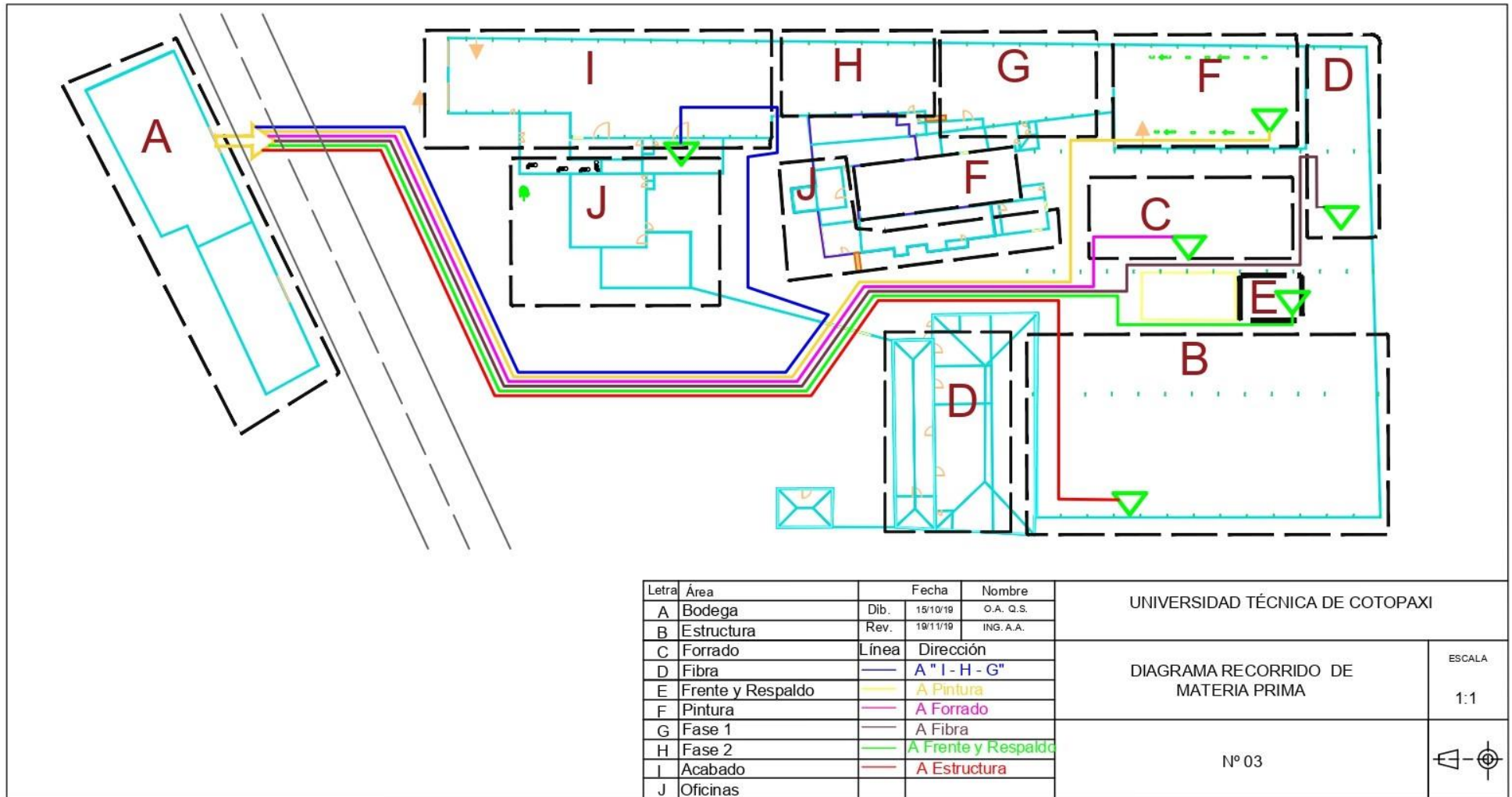
**Anexo 3:** Carrocería elaborada en Davmotor.Cía.Ltda Bus Tipo mini bus



**Anexo 4:** Carrocería elaborada en Davmotor.Cía.Ltda Bus tipo Turismo























Anexo 5: Diagrama de recorrido de la materia prima














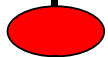






Anexo 6: Diagrama de recorrido de Obreros































## Anexo 7: Cursograma sinóptico de Forrado

<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>			
<i>Departamento: Planificación de la Producción</i>		<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>	
<i>Actividad: Forrado</i>		<i>Comprobado por: Ángel Avemañay</i>	
<i>Fecha de inicio:</i>		<i>Fecha de Terminación:</i>	
176,628		<i>Transportar material</i>	
31,242		<i>Revisión de planos</i>	
49,2		<i>Preparar material</i>	
300		<i>Enderezar carrocería</i>	
289,788		<i>Forrado de techo</i>	
300,612		<i>Forrado de costado</i>	
295,692		<i>Forrado de cajuelas y guardalodos</i>	
585,48		<i>Forrado de piso</i>	
890,52		<i>Construcción de tortuga</i>	
293,232		<i>Construcción y montaje porta llantas</i>	
220,416		<i>Construcción y montaje porta baterías</i>	
292,248		<i>Colocación de claraboyas</i>	
298,644		<i>Remachado de techo</i>	
34,932		<i>Revisión de imperfecciones</i>	
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>TIEMPO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SÍMBOLO</b>
3797,874	<i>Operación</i>	11	
176,628	<i>Transporte</i>	1	
-	<i>Retrasos</i>	-	
84,132	<i>Inspección</i>	2	
-	<i>Almacenamiento</i>	-	



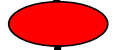
















## Anexo 8 : Cursograma sinóptico de Pintura

<i>CURSOGRAMA SINÓPTICO</i>			
<i>Departamento: Planificación de la Producción</i>		<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>	
<i>Actividad: Pintura</i>		<i>Comprobado por: Ángel Avemañay</i>	
<i>Fecha de inicio:</i>		<i>Fecha de Terminación:</i>	
147,5		<i>Transportar Material</i>	
34,96		<i>Preparar pulidoras</i>	
162,604		<i>Pulir sobrantes de soldadura</i>	
294,24		<i>Lijar imperfecciones</i>	
25,99		<i>Preparación de masilla</i>	
903,21		<i>Aplicación de la masilla</i>	
515,896		<i>Lijar imperfecciones de masilla</i>	
55,89		<i>Preparar pintura de fondo</i>	
1106,3		<i>Aplicación de pintura de fondo</i>	
140,892		<i>Lijado de imperfecciones del fondeado</i>	
49,184		<i>Preparación de pintura de acabado</i>	
1156,896		<i>Aplicación de pintura de acabado</i>	
46,92		<i>Revisión de imperfecciones</i>	
<i>DATOS GENERALES</i>			
<i>TIEMPO</i>	<i>ACTIVIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>SÍMBOLO</i>
4446,062	<i>Operación</i>	11	
147,5	<i>Transporte</i>	1	
-	<i>Retrasos</i>	-	
46,92	<i>Inspección</i>	1	




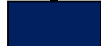







## Anexo 9: Cursograma sinóptico de Fase 1

<b>CURSOGRAMA SINÓPTICO</b>			
<i>Departamento: Planificación de la Producción</i>		<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>	
<i>Actividad: Fase 1</i>		<i>Comprobado por: Ángel Avemañay</i>	
<i>Fecha de inicio:</i>		<i>Fecha de Terminación:</i>	
148,208		Transportar Material	
48,024		Preparar herramientas de trabajo	
26,22		Revisiones del Plano del Bus tipo 3P	
374,868		Aplicación de Puliuretano	
33,58		Preparar masilla	
141,45		Aplicación de masilla en el piso	
411,112		Tapizado	
260,78		Instalación de soportería	
360,064		Instalación de fibras laterales	
283,736		Instalación de tubería interior	
280,952		Instalación de bisagras	
177,712		Instalación de Escudos de aluminio	
316,712		Instalación de consola y cajetero	
145,612		Tapizado de Mesa de frente	
35,88		Instalación de protectores de cortina	
209,43		Instalación de retrovisores	
288,24		Instalación de parabrisas posterior	
289,92		Instalación de escudo de vidrio	
180,304		Construcción de guardalodos	
71,744		Montaje de guardalodos	
322,376		Instalación de tortuga	
30,36		Verificación de imperfecciones	
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>TIEMPO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SÍMBOLO</b>
3810,094	Operación	17	
570,61	Transporte	3	
-	Retrasos	-	
56,58	Inspección	2	
-	Almacenamiento	-	

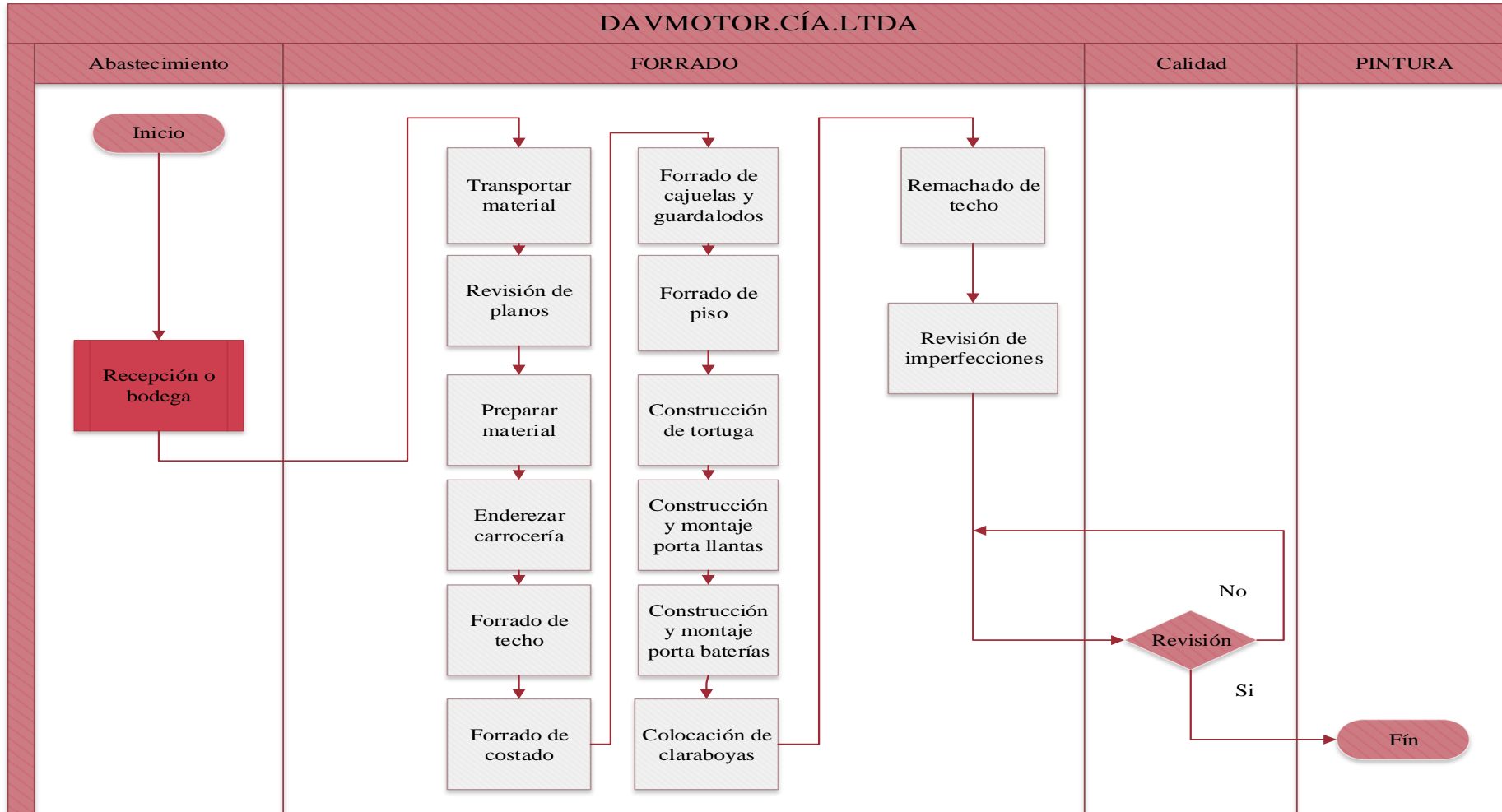
**Anexo 10:** Cursograma sinóptico de Fase 2

<b>CURSOGROMA SINÓPTICO</b>			
<i>Departamento: Planificación de la Producción</i>		<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>	
<i>Actividad: Fase 2</i>		<i>Comprobado por: Ángel Avemañay</i>	
<i>Fecha de inicio:</i>		<i>Fecha de Terminación:</i>	
29,766		<i>Transportar Tablero</i>	
522,996		<i>Colocación del tablero</i>	
60,984		<i>Instalación de manillas niqueladas</i>	
250,712		<i>Instalación de martillos auxillares</i>	
28,782		<i>Transportar ventanas de vidrio</i>	
401		<i>Instalación de ventanas de vidrio</i>	
51,66		<i>Transportar Asientos</i>	
599,75		<i>Instalación de Asientos</i>	
19,188		<i>Transportar parabrisas frontal</i>	
612		<i>Instalación de parabrisas frontal</i>	
31,218		<i>Instalación de basureros</i>	
31,944		<i>Instalación de Cinturón de seguridad</i>	
30,96		<i>Revisiones de imperfecciones</i>	
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>TIEMPO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SÍMBOLO</b>
2510,604	<i>Operación</i>	8	
129,396	<i>Transporte</i>	4	
-	<i>Retrasos</i>	-	
30,96	<i>Inspección</i>	1	
-	<i>Almacenamiento</i>	-	

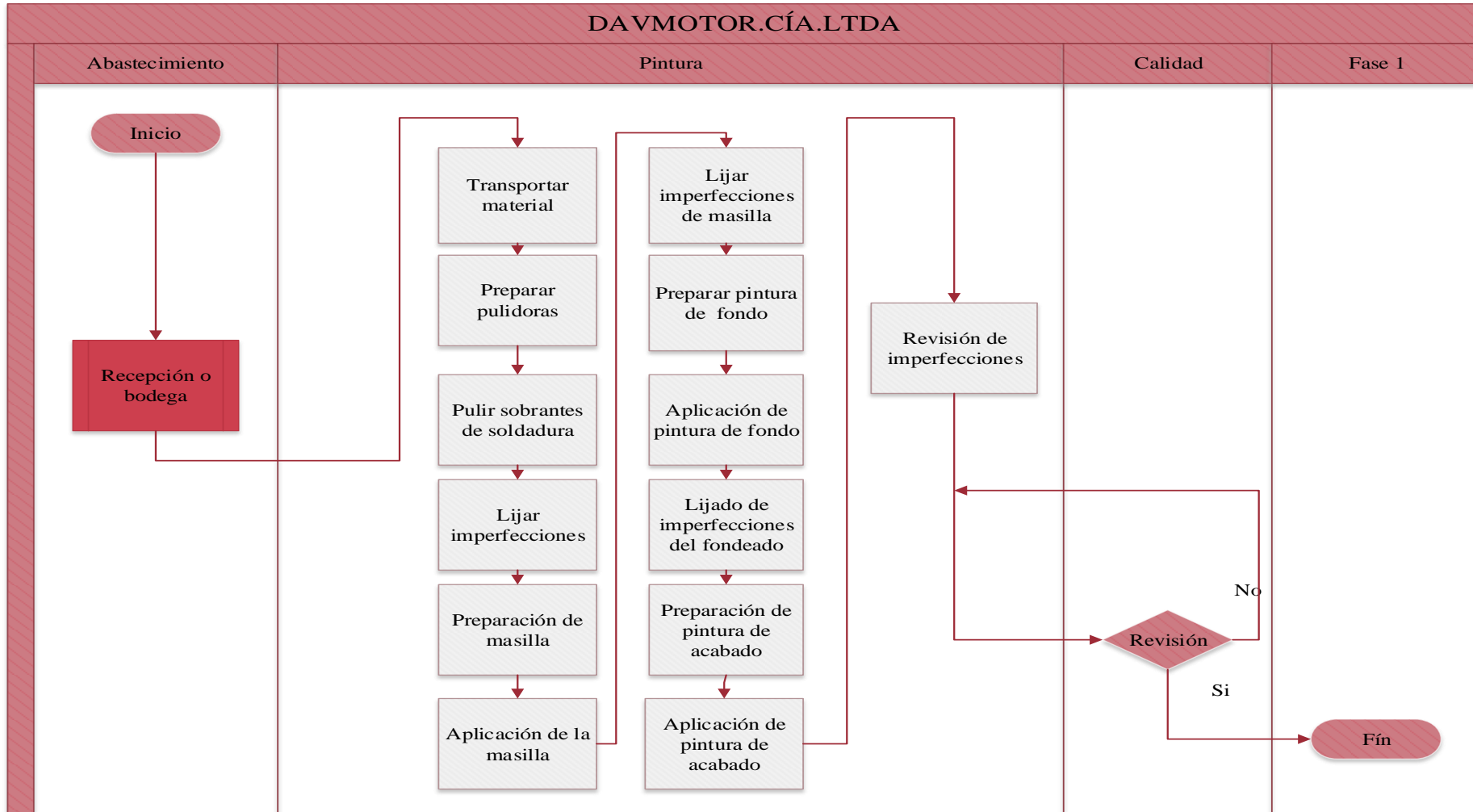
**Anexo 11:** Cursograma sinóptico de Terminado Total

<i>CURSOGRAMA SINÓPTICO</i>			
<i>Departamento: Planificación de la Producción</i>		<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>	
<i>Actividad: Terminado Total</i>		<i>Comprobado por: Ángel Avemañay</i>	
<i>Fecha de inicio:</i>		<i>Fecha de Terminación:</i>	
269,844		<i>Revisiones de imperfecciones</i>	
203,174		<i>Prueba de agua</i>	
213,796		<i>Prueba de ruta</i>	
480,702		<i>Limpieza total</i>	
29,606		<i>Cuadrar vehículo</i>	
<i>DATOS GENERALES</i>			
<i>TIEMPO</i>	<i>ACTIVIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>SÍMBOLO</i>
480,702	<i>Operación</i>	1	
29,606	<i>Transporte</i>	1	
-	<i>Retrasos</i>	-	
686,814	<i>Inspección</i>	3	
-	<i>Almacenamiento</i>	-	

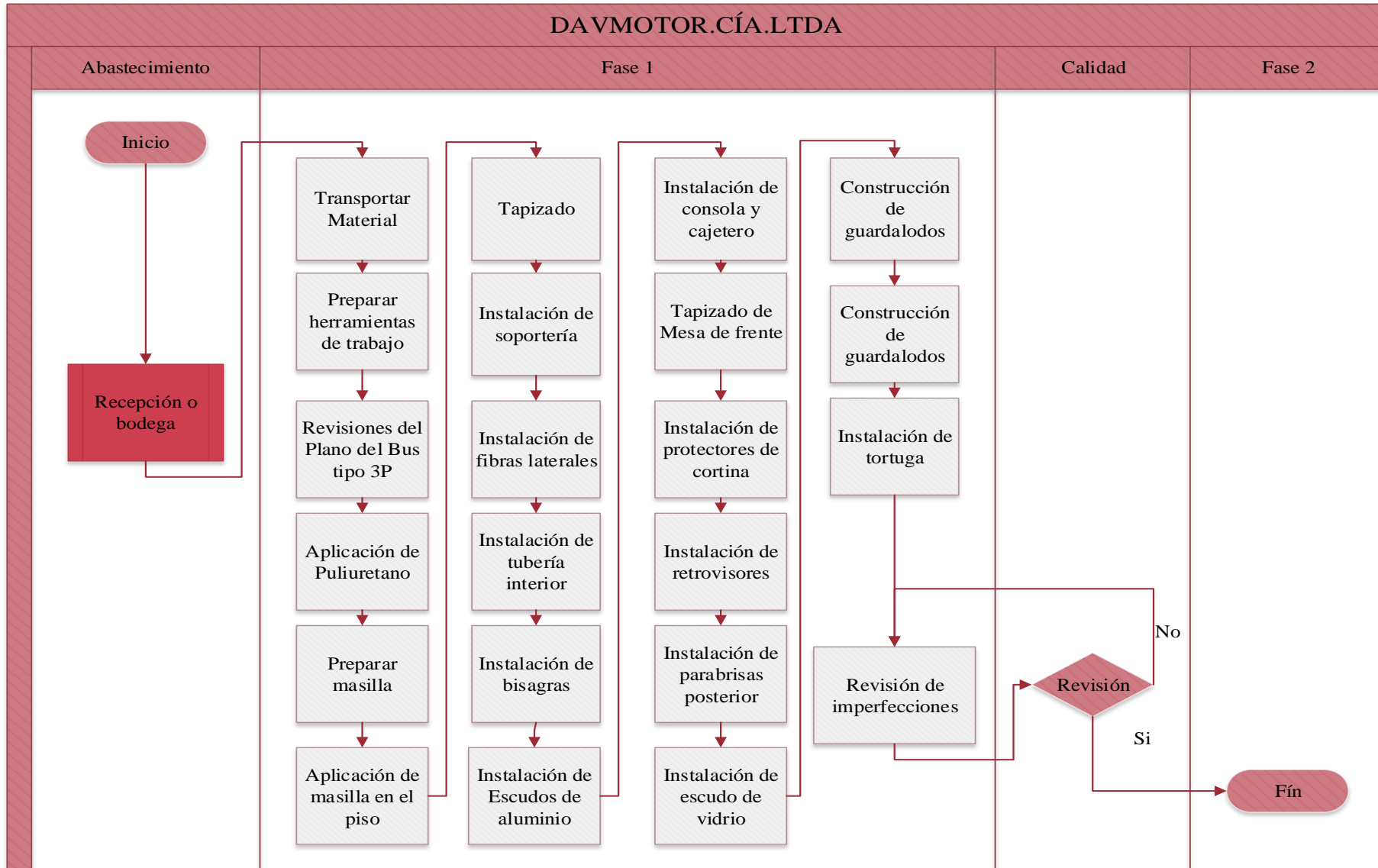
Anexo 12: Diagrama de flujo del area de forrado



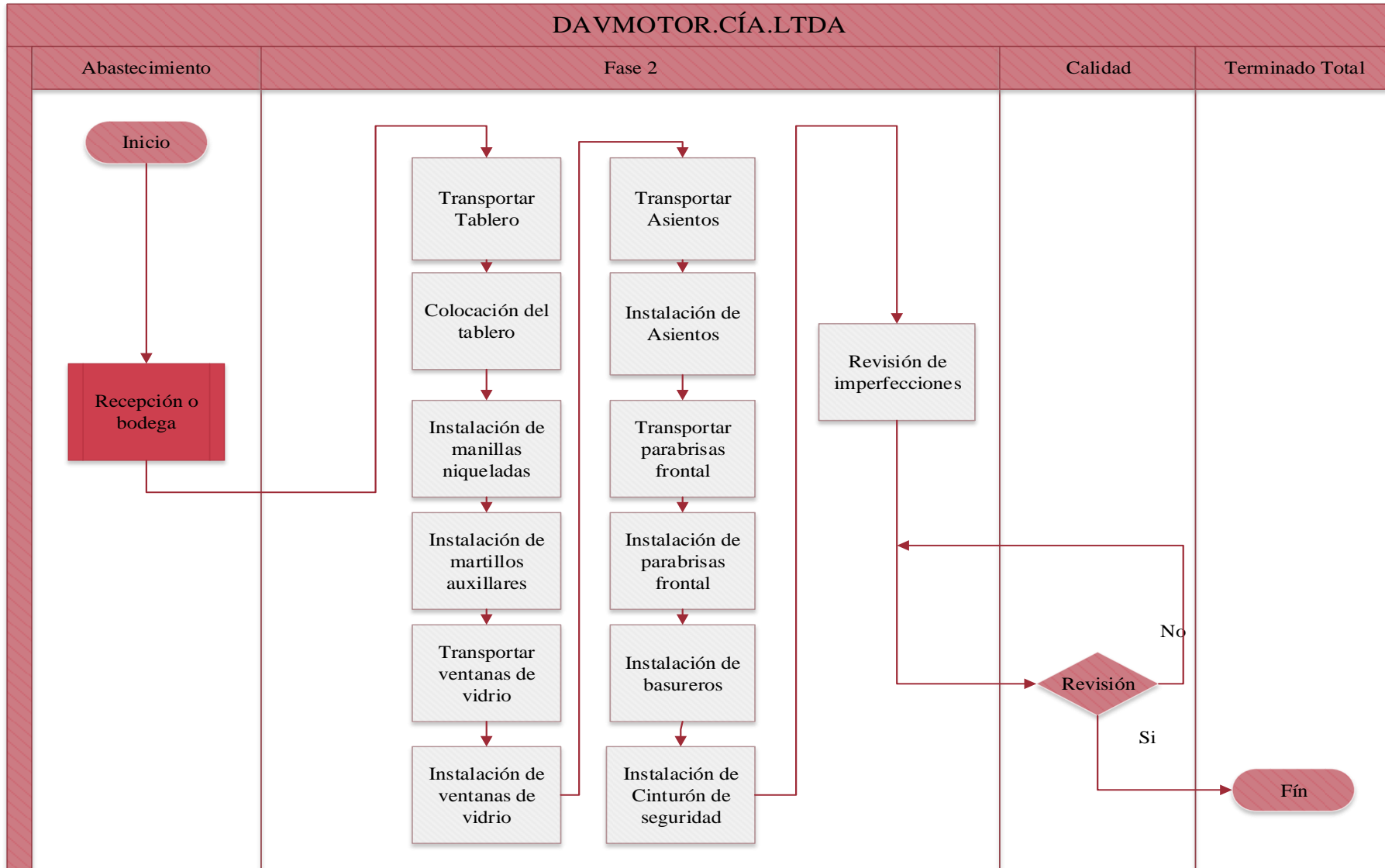
Anexo 13: Diagrama de Pintura



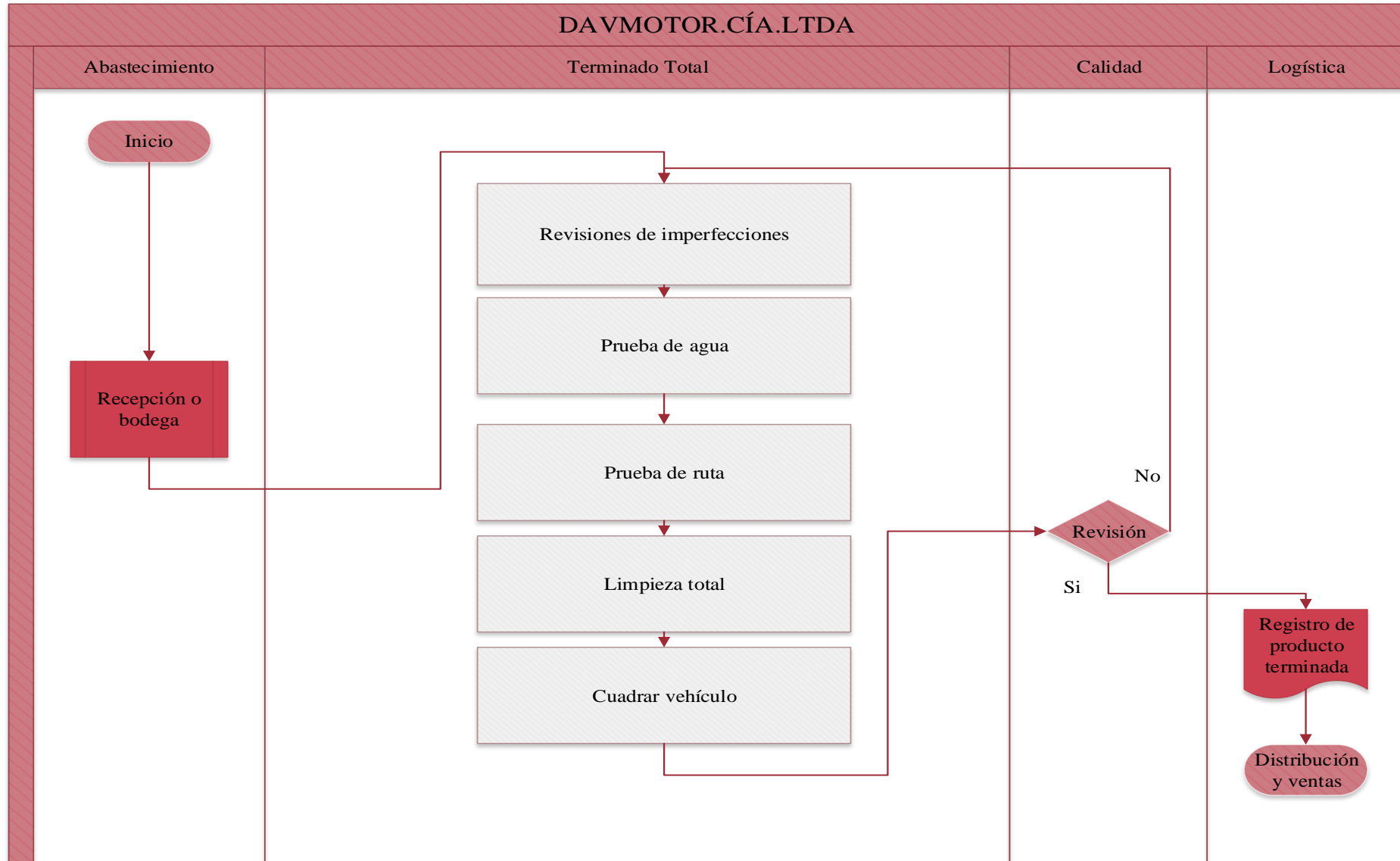
Anexo 14: Diagrama de flujo del área de Fase 1



Anexo 15: Diagrama de flujo del área de Fase 2



Anexo 16: Diagrama de flujo del Área de Terminado total




**Anexo 17: Materia Prima**

<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Denominación</b>
<b>ÁREA DE FORRADO</b>		
38	metros	Bobina 0.90 (laterales y techo)
16	unidad	plancha de 1/25
5	unidad	Platina de 1x1/4
5	unidad	planchas 1/16
1	unidad	Plancha de 2mm galvanizada
9	unidad	Plancha de tablero tipo marino (piso)
6	unidad	Plancha de aluminio corrugado
2	unidad	Tubo rectangular de 50*25*2mm galv
2	unidad	rejilla de depurador
2	unidad	claraboyas
2	unidad	Ángulo de 1 1/2 x 1/8
1	unidad	Tubo 3/4 cuadrado
1	unidad	Tapa de combustible Grande
15	unidad	sikaflex #252 (laterales y claravoyas)
3	unidad	sikaflex #263 (laterales y claravoyas)
<b>ÁREA DE PINTURA</b>		
1	kit	Pintura + Fondo
3	Canecas	Masilla plástica
1	u	Sikaflex negra
2	u	Cinta adhesiva ancho 2"
8	u	Cinta adhesiva papel
20	u	Cinta adhesiva 3/4
5	lbs	Guaípe
6	gl	Thinner laca
8	lts	Barniz
1	gl	Thinner poliuretano para barniz
20	u	Discos de lijar hierro
20	u	Lija redonda 150
20	u	Lija redonda 240
15	u	Lija redonda 40
20	u	Lija redonda 400
20	u	Lija redonda 80
2	u	Lija 300
2	U	Lija 1200
26	u	Lija de hierro


½	gl	Aluminio laca
1	gl	Negro laca mate
½	lbs	Negro poliuretano
1	lbs	Pulimento
2	kl	Masilla poliéster
<b>ÁREA DE FASE 1</b>		
90	unidad	T PLASTICAS
8	unidad	Soportes de techos de 15 cm destapado
12	unidad	Soportes de techos de 10 cm
60	unidad	Bases de piso
26	unidad	Soportes de techo de 30 cm destapado
22	unidad	Manillas de pasamanos correas
7	unidad	Manillas de cromadas grandes
5	unidad	Bridas izquierdas
5	unidad	Bridas derechas
1	rollo	Moqueta (opcional)
1.5	caneca	Isarcol (opcional)
1	Juego	Retrovisores G7
8	unidad	Martillos
1	unidad	Botiquín
1	unidad	Monedero
2	unidad	Cinturón de 2p
1	unidad	Espejo ovalado
2	unidad	Espejos redondos
1	unidad	Parasol
15	unidad	Chapas Plomas
5	unidad	Perfiles de grada de luz led
3	unidad	Chapas de gaveta con llave
4	unidad	Micas largas
9	unidad	Perfiles J
4	unidad	Perfiles aluminio Simulador
2	unidad	Aire forzado
20	unidad	Rejillas pequeñas para aire acondicionado
3	unidad	Rejillas rectangulares para aire acondicionado
1	unidad	Tarjetero electrónico 165 cm
1	unidad	Tarjetero electrónico 90 cm
1	unidad	Tarjetero electrónico 60 cm
5	unidad	Perfil H
2	metros	Corosil Negro
2	unidad	"L" de ventana
4	unidad	Guarda lodos cauchos
12	unidad	Auto refractivos amarillos
2	unidad	Auto refractivos rojos

2	unidad	Auto refractivos blancos
2	unidad	Auto refractivos Triángulos rojos
<b>ÁREA DE FASE 2</b>		
2	Metros	Tube 25x50 (Parabrisas)
8	Metros	Caucho plomo
40	Metros	Caucho U con pega
20	Metros	Caucho de ventana
25	Unidad	Cinta adhesiva 3/4
1	Unidad	Cinta adhesiva 1/4
1	Unidad	Cinta doble faz
17	Unidad	Sikaflex #256 (Pegado)
22	Unidad	Sikaflex #263 (Sellado)
5	Unidad	Sikaflex #221 Gris (Sellado Interior)
1	Unidad	Sikaflex #221 Negro (Sellado Interior)
1 1/2	Lt	Primer
1	Unidad	Brujita
1	Unidad	Cinturón 3 Puntos (Asiento Chofer)
1	Juego	Asientos Plásticos
1	Unidad	Asiento de chofer
1	Juego	Ventanas
2	Unidad	Parabrisas delantero
1	Unidad	Parabrisas posterior


## Anexo 18: Límites de control de Forrado

<b>LÍMITES DE CONTROL</b>												
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción								<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba				
<b>Actividad:</b> Forrado								<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay				
<b>Fecha de inicio:</b>								<b>Fecha de Terminación:</b>				
N°	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	PROMEDIO T.O (min)	X (min)	S (min)	LCS	LCI
		1	2	3	4	5						
1	Transportar material	148	143	140	148	139	718	143,6	28,72	4	148	139
2	Revisión de planos	21	27	29	29	21	127	25,4	5,08	4	29	21
3	Preparar material	43	39	43	38	37	200	40	8,00	3	43	37
4	Enderezar carrocería	237	242	237	243	241	1200	240	48,00	3	243	237
5	Forrado de techo	231	230	242	242	233	1178	235,6	47,12	6	242	230
6	Forrado de costado	250	237	247	251	237	1222	244,4	48,88	7	251	237
7	Forrado de cajuelas y guardalodos	244	241	237	243	237	1202	240,4	48,08	3	244	237
8	Forrado de piso	473	480	472	480	475	2380	476	95,20	4	480	472
9	Construcción de tortuga	725	730	717	717	731	3620	724	144,80	7	731	717
10	Construcción y montaje porta llantas	239	243	242	234	234	1192	238,4	47,68	4	243	234
11	Construcción y montaje porta baterías	178	180	179	181	178	896	179,2	35,84	1	181	178
12	Colocación de claraboyas	234	233	243	243	235	1188	237,6	47,52	5	243	233
13	Remachado de techo	241	245	241	243	244	1214	242,8	48,56	2	245	241
14	Revisión de imperfecciones	26	31	29	30	26	142	28,4	5,68	2	31	26


## Anexo 19: Límites de control de Pintura

<b>LÍMITES DE CONTROL</b>												
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción								<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba				
<b>Actividad:</b> Pintura								<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay				
<b>Fecha de inicio:</b>								<b>Fecha de Terminación:</b>				
N°	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	PROMEDIO T.O (min)	X (min)	S (min)	LCS	LCI
		1	2	3	4	5						
1	Transportar Material	122	131	121	120	131	625	125	25,00	6	131	119
2	Preparar pulidoras	33	28	31	32	28	152	30,4	6,08	2	33	28
3	Pulir sobrantes de soldadura	136	133	134	143	143	689	137,8	27,56	5	143	133
4	Lijar imperfecciones	243	251	241	251	240	1226	245,2	49,04	5	251	240
5	Preparación de masilla	20	25	22	25	21	113	22,6	4,52	2	25	20
6	Aplicación de la masilla	789	784	783	789	782	3927	785,4	157,08	3	789	782
7	Lijar imperfecciones de masilla	433	440	441	433	439	2186	437,2	87,44	4	441	433
8	Preparar pintura de fondo	46	54	44	54	45	243	48,6	9,72	5	54	44
9	Aplicación de pintura de fondo	964	960	963	961	962	4810	962	192,40	2	964	960
10	Lijado de imperfecciones del fondeado	123	114	122	114	124	597	119,4	23,88	5	124	114
11	Preparación de pintura de acabado	43	45	44	40	40	212	42,4	8,48	2	45	40
12	Aplicación de pintura de acabado	993	985	987	993	986	4944	988,8	197,76	4	993	985
13	Revisión de imperfecciones	43	39	38	41	43	204	40,8	8,16	2	43	39


## Anexo 20: Límites de control de Fase 1

<b>LÍMITES DE CONTROL</b>												
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción								<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba				
<b>Actividad:</b> Fase 1								<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay				
<b>Fecha de inicio:</b>								<b>Fecha de Terminación:</b>				
N°	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	PROMEDIO T.O (min)	X (min)	S (min)	LCS	LCI
		1	2	3	4	5						
1	Transportar Material	121	123	131	122	131	628	125,6	25,12	5	131	121
2	Preparar herramientas de trabajo	41	43	41	40	42	207	41,4	8,28	1	43	40
3	Revisiones del Plano del Bus tipo 3P	26	20	21	21	26	114	22,8	4,56	3	26	20
4	Aplicación de Puliuretano	325	316	316	322	323	1602	320,4	64,08	4	325	316
5	Preparar masilla	25	32	25	33	31	146	29,2	5,84	4	33	25
6	Aplicación de masilla en el piso	127	127	122	120	119	615	123	24,60	4	127	119
7	Tapizado	345	351	349	352	345	1742	348,4	69,68	3	352	345
8	Instalación de soportería	218	219	224	224	220	1105	221	44,20	3	224	218
9	Instalación de fibras laterales	312	308	309	311	312	1552	310,4	62,08	2	312	309
10	Instalación de tubería interior	246	248	241	241	247	1223	244,6	48,92	3	248	241
11	Instalación de bisagras	245	241	240	242	243	1211	242,2	48,44	2	244	240
12	Instalación de Escudos de aluminio	157	149	153	150	157	766	153,2	30,64	4	157	149
13	Instalación de consola y cajetero	272	265	269	272	264	1342	268,4	53,68	4	272	265
14	Tapizado de Mesa de frente	126	124	121	121	125	617	123,4	24,68	2	126	121
15	Instalación de protectores de cortina	28	34	31	29	34	156	31,2	6,24	3	34	28
16	Instalación de retrovisores	175	183	178	183	176	895	179	35,80	4	183	175
17	Instalación de parabrisas posterior	238	241	242	238	242	1201	240,2	48,04	2	242	238
18	Instalación de escudo de vidrio	246	238	239	239	246	1208	241,6	48,32	4	246	238
19	Construcción de guardalodos	150	157	151	149	157	764	152,8	30,56	4	157	149
20	Montaje de guardalodos	63	61	59	63	58	304	60,8	12,16	2	63	59
21	Instalación de tortuga	272	277	271	269	277	1366	273,2	54,64	4	277	270
22	Verificación de imperfecciones	23	23	30	29	27	132	26,4	5,28	3	30	23

## Anexo 21: Límites de control de Fase 2

<b>LÍMITES DE CONTROL</b>													
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción								<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba					
<b>Actividad:</b> Fase 2								<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay					
<b>Fecha de inicio:</b>								<b>Fecha de Terminación:</b>					
Nº	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	PROMEDIO T.O (min)	X (min)	S (min)	LCS	LCI	
		1	2	3	4	5							
1	Transportar Tablero	24	21	27	22	27	121	24,20	4,84	3	27	21	
2	Colocación del tablero	429	429	421	422	425	2126	425,20	85,04	4	429	421	
3	Instalación de manillas niqueladas	54	47	53	47	51	252	50,40	10,08	3	54	47	
4	Instalación de martillos auxillares	207	204	203	211	211	1036	207,20	41,44	4	211	203	
5	Transportar ventanas de vidrio	21	26	25	24	21	117	23,40	4,68	2	26	21	
6	Instalación de ventanas de vidrio	323	321	319	323	318	1604	320,80	64,16	2	323	319	
7	Transportar Asientos	41	45	39	45	40	210	42,00	8,40	3	45	39	
8	Instalación de Asientos	476	484	476	480	483	2399	479,80	95,96	4	484	476	
9	Transportar parabrisas frontal	17	15	15	17	14	78	15,60	3,12	1	17	14	
10	Instalación de parabrisas frontal	486	492	486	493	491	2448	489,60	97,92	3	493	486	
11	Instalación de basureros	22	30	23	30	24	129	25,80	5,16	4	30	22	
12	Instalación de Cinturón de seguridad	24	23	30	30	25	132	26,40	5,28	3	30	23	
13	Revisiones de imperfecciones	22	30	23	30	24	129	25,80	5,16	4	30	22	

**Anexo 22:** Limites de control de terminado total

<b>LÍMITES DE CONTROL</b>												
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción							<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba					
<b>Actividad:</b> Terminado Total							<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay					
<b>Fecha de inicio:</b>							<b>Fecha de Terminación:</b>					
N°	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	PROMEDIO T.O (min)	X (min)	S (min)	LCS	LCI
		1	2	3	4	5						
1	Revisiones de imperfecciones	241	243	233	244	233	1194	238,8	47,76	5	244	233
2	Prueba de agua	186	176	177	186	174	899	179,8	35,96	6	186	174
3	Prueba de ruta	193	191	185	185	192	946	189,2	37,84	4	193	185
4	Limpieza total	421	427	430	428	421	2127	425,4	85,08	4	430	421
5	Cuadrar vehículo	30	22	23	30	26	131	26,2	5,24	4	30	22

**Anexo 23: Suplementos área de Forrado**

TIEMPOS SUPLEMENTARIOS														
Actividad	Sexo	Suplementos Constantes		Suplementos Variables										
		Necesidades personales	Base por fatiga	Por trabajo de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza/ energía muscular	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	Suplementos totales %
ÁREA DE FORRADO														
<i>Transportar material</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Revisión de planos</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Preparar material</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Enderezar carrocería</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	2	2	1	1	0	25
<i>Forrado de techo</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Forrado de costado</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Forrado de cajuelas y guardalodos</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Forrado de piso</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Construcción de tortuga</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Construcción y montaje porta llantas</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Construcción y montaje porta baterías</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Colocación de claraboyas</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Remachado de techo</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23
<i>Revisión de imperfecciones</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	2	1	1	0	23

## Anexo 24: Suplementos área de Pintura

TIEMPOS SUPLEMENTARIOS														
Actividad	Sexo	Suplementos Constantes		Suplementos Variables										
		Necesidades personales	Base por fatiga	Por trabajo de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza/ energía muscular	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	Suplementos totales %
ÁREA DE PINTURA														
<i>Transportar Material</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	0	0	1	1	0	18
<i>Preparar pulidoras</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15
<i>Pulir sobrantes de soldadura</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	0	0	1	1	0	18
<i>Lijar imperfecciones</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	2	0	1	1	0	20
<i>Preparación de masilla</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15
<i>Aplicación de la masilla</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15
<i>Lijar imperfecciones de masilla</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	1	0	18
<i>Preparar pintura de fondo</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15
<i>Aplicación de pintura de fondo</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15
<i>Lijado de imperfecciones del fondeado</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	1	0	18
<i>Preparación de pintura de acabado</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	0	1	1	0	16
<i>Aplicación de pintura de acabado</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	17
<i>Revisión de imperfecciones</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15

## Anexo 25: Suplemento área de Fase 1

TIEMPOS SUPLEMENTARIOS														
Actividad	Sexo	Suplementos Constantes		Suplementos Variables										
		Necesidades personales	Base por fatiga	Por trabajo de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza/ energía muscular	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	Suplementos totales %
<b>ÁREA DE FASE 1</b>														
<i>Transportar Material</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	0	0	1	1	0	18
<i>Preparar herramientas de trabajo</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	0	1	1	0	16
<i>Revisiones del Plano del Bus tipo 3P</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15
<i>Aplicación de Poliuretano</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	17
<i>Preparar masilla</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15
<i>Aplicación de masilla en el piso</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15
<i>Tapizado</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	0	0	1	1	0	18
<i>Instalación de soportería</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	0	0	1	1	0	18
<i>Instalación de fibras laterales</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	0	1	1	0	16
<i>Instalación de tubería interior</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	0	1	1	0	16
<i>Instalación de bisagras</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	0	1	1	0	16
<i>Instalación de Escudos de aluminio</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	0	0	1	1	0	16
<i>Instalación de consola y cajetero</i>	Masculino	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	1	0	18
<i>Tapizado de Mesa de frente</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	0	0	1	1	0	18
<i>Instalación de protectores de cortina</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15
<i>Instalación de retrovisores</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	17
<i>Instalación de parabrisas posterior</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	2	0	1	1	0	20
<i>Instalación de escudo de vidrio</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	2	0	1	1	0	20
<i>Construcción de guardalodos</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	0	0	1	1	0	18
<i>Montaje de guardalodos</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	0	0	1	1	0	18
<i>Instalación de tortuga</i>	Masculino	5	4	2	2	3	0	0	0	0	1	1	0	18
<i>Verificación de imperfecciones</i>	Masculino	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	15

## Anexo 26: Suplemento area de Fase 2

TIEMPOS SUPLEMENTARIOS														
Actividad	Sexo	Suplementos Constantes		Suplementos Variables										
		Necesidades personales	Base por fatiga	Por trabajo de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza/ energía muscular	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	Suplementos totales %
ÁREA DE FASE 2														
<i>Transportar Tablero</i>	Masculino	5	4	2	7	3	0	0	0	0	1	1	0	23
<i>Colocación del tablero</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	2	0	1	1	0	23
<i>Instalación de manillas niqueladas</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	0	1	1	0	21
<i>Instalación de martillos auxiliares</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	0	1	1	0	21
<i>Transportar ventanas de vidrio</i>	Masculino	5	4	2	7	3	0	0	0	0	1	1	0	23
<i>Instalación de ventanas de vidrio</i>	Masculino	5	4	2	7	3	0	0	2	0	1	1	0	25
<i>Transportar Asientos</i>	Masculino	5	4	2	7	3	0	0	0	0	1	1	0	23
<i>Instalación de Asientos</i>	Masculino	5	4	2	7	3	0	0	2	0	1	1	0	25
<i>Transportar parabrisas frontal</i>	Masculino	5	4	2	7	3	0	0	0	0	1	1	0	23
<i>Instalación de parabrisas frontal</i>	Masculino	5	4	2	7	3	0	0	2	0	1	1	0	25
<i>Instalación de basureros</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	0	1	1	0	21
<i>Instalación de Cinturón de seguridad</i>	Masculino	5	4	2	7	1	0	0	0	0	1	1	0	21
<i>Revisiones de imperfecciones</i>	Masculino	5	4	2	7	0	0	0	0	0	1	1	0	20

**Anexo 27: Suplemento area de Terminado total**

TIEMPOS SUPLEMENTARIOS														
Actividad	Sexo	Suplementos Constantes		Suplementos Variables										
		Necesidades personales	Base por fatiga	Por trabajo de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza/ energía muscular	Mala iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	Suplementos totales %
ÁREA DE TERMINADO TOTAL														
<i>Revisiones de imperfecciones</i>	Masculino	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	13
<i>Prueba de agua</i>	Masculino	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	13
<i>Prueba de ruta</i>	Masculino	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	13
<i>Limpieza total</i>	Masculino	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	13
<i>Cuadrar vehículo</i>	Masculino	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	13

**Anexo 28:**Calculo de tiempo de ciclo estandar Area de Forrado

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>												
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción							<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba					
<b>Actividad:</b> Forrado							<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay					
<b>Fecha de inicio:</b>							<b>Fecha de Terminación:</b>					
Nº	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	PROMEDIO T.O (min)	V.	T.B	S%	T.S(min)
		1	2	3	4	5						
1	Transportar material	148	143	140	148	139	718	143,6	100%	143,6	23	176,628
2	Revisión de planos	21	27	29	29	21	127	25,4	100%	25,4	23	31,242
3	Preparar material	43	39	43	38	37	200	40	100%	40	23	49,2
4	Enderezar carrocería	237	242	237	243	241	1200	240	100%	240	25	300
5	Forrado de techo	231	230	242	242	233	1178	235,6	100%	235,6	23	289,788
6	Forrado de costado	250	237	247	251	237	1222	244,4	100%	244,4	23	300,612
7	Forrado de cajuelas y guardalodos	244	241	237	243	237	1202	240,4	100%	240,4	23	295,692
8	Forrado de piso	473	480	472	480	475	2380	476	100%	476	23	585,48
9	Construcción de tortuga	725	730	717	717	731	3620	724	100%	724	23	890,52
10	Construcción y montaje porta llantas	239	243	242	234	234	1192	238,4	100%	238,4	23	293,232
11	Construcción y montaje porta baterías	178	180	179	181	178	896	179,2	100%	179,2	23	220,416
12	Colocación de claraboyas	234	233	243	243	235	1188	237,6	100%	237,6	23	292,248
13	Remachado de techo	241	245	241	243	244	1214	242,8	100%	242,8	23	298,644
14	Revisión de imperfecciones	26	31	29	30	26	142	28,4	100%	28,4	23	34,932
<i>Total en minutos</i>							16479	3295,8	100%	3295,8	23	4058,634
<i>Total en horas</i>							274,65	54,93	100%	54,93	23	67,6439
<i>Total en días</i>							34,33125	6,86625	100%	6,86625	23	8,4554875

**Anexo 29:** Calculo de tiempo de ciclo estandar Area de Pintura

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>													
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción								<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba					
<b>Actividad:</b> Pintura								<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay					
<b>Fecha de inicio:</b>								<b>Fecha de Terminación:</b>					
N°	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL	PROMEDIO	V.	T.B	S%	T.S(min)	
		1	2	3	4	5	T.O (min)	T.O (min)					
1	Transportar Material	122	131	121	120	131	625	125	100%	125	18	147,5	
2	Preparar pulidoras	33	28	31	32	28	152	30,4	100%	30,4	15	34,96	
3	Pulir sobrantes de soldadura	136	133	134	143	143	689	137,8	100%	137,8	18	162,604	
4	Lijar imperfecciones	243	251	241	251	240	1226	245,2	100%	245,2	20	294,24	
5	Preparación de masilla	20	25	22	25	21	113	22,6	100%	22,6	15	25,99	
6	Aplicación de la masilla	789	784	783	789	782	3927	785,4	100%	785,4	15	903,21	
7	Lijar imperfecciones de masilla	433	440	441	433	439	2186	437,2	100%	437,2	18	515,896	
8	Preparar pintura de fondo	46	54	44	54	45	243	48,6	100%	48,6	15	55,89	
9	Aplicación de pintura de fondo	964	960	963	961	962	4810	962	100%	962	15	1106,3	
10	Lijado de imperfecciones del fondeado	123	114	122	114	124	597	119,4	100%	119,4	18	140,892	
11	Preparación de pintura de acabado	43	45	44	40	40	212	42,4	100%	42,4	16	49,184	
12	Aplicación de pintura de acabado	993	985	987	993	986	4944	988,8	100%	988,8	17	1156,896	
13	Revisión de imperfecciones	43	39	38	41	43	204	40,8	100%	40,8	15	46,92	
Total en minutos							19928	3985,6	100%	3985,6	16	4640,482	
Total en horas							332,13333	66,42666667	100%	66,426667	16	77,341367	
Total en días							41,516667	8,303333333	100%	8,3033333	16	9,6676708	


## Anexo 30: Calculo de tiempos de ciclo estandar area de Fase 1

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>												
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción								<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba				
<b>Actividad:</b> Fase I								<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay				
<b>Fecha de inicio:</b>								<b>Fecha de Terminación:</b>				
N°	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	PROMEDIO T.O (min)	V.	T.B	S%	T.S(min)
		1	2	3	4	5						
1	Transportar Material	121	123	131	122	131	628	125,6	100%	125,6	18	148,208
2	Preparar herramientas de trabajo	41	43	41	40	42	207	41,4	100%	41,4	16	48,024
3	Revisiones del Plano del Bus tipo 3P	26	20	21	21	26	114	22,8	100%	22,8	15	26,22
4	Aplicación de Puliuretano	325	316	316	322	323	1602	320,4	100%	320,4	17	374,868
5	Preparar masilla	25	32	25	33	31	146	29,2	100%	29,2	15	33,58
6	Aplicación de masilla en el piso	127	127	122	120	119	615	123	100%	123	15	141,45
7	Tapizado	345	351	349	352	345	1742	348,4	100%	348,4	18	411,112
8	Instalación de soportería	218	219	224	224	220	1105	221	100%	221	18	260,78
9	Instalación de fibras laterales	312	308	309	311	312	1552	310,4	100%	310,4	16	360,064
10	Instalación de tubería interior	246	248	241	241	247	1223	244,6	100%	244,6	16	283,736
11	Instalación de bisagras	245	241	240	242	243	1211	242,2	100%	242,2	16	280,952
12	Instalación de Escudos de aluminio	157	149	153	150	157	766	153,2	100%	153,2	16	177,712
13	Instalación de consola y cajetero	272	265	269	272	264	1342	268,4	100%	268,4	18	316,712
14	Tapizado de Mesa de frente	126	124	121	121	125	617	123,4	100%	123,4	18	145,612
15	Instalación de protectores de cortina	28	34	31	29	34	156	31,2	100%	31,2	15	35,88
16	Instalación de retrovisores	175	183	178	183	176	895	179	100%	179	17	209,43
17	Instalación de parabrisas posterior	238	241	242	238	242	1201	240,2	100%	240,2	20	288,24
18	Instalación de escudo de vidrio	246	238	239	239	246	1208	241,6	100%	241,6	20	289,92
19	Construcción de guardalodos	150	157	151	149	157	764	152,8	100%	152,8	18	180,304
20	Montaje de guardalodos	63	61	59	63	58	304	60,8	100%	60,8	18	71,744
21	Instalación de tortuga	272	277	271	269	277	1366	273,2	100%	273,2	18	322,376
22	Verificación de imperfecciones	23	23	30	29	27	132	26,4	100%	26,4	15	30,36
Total en minutos							18896	3779,2	100%	3779,2	18	4437,284
Total en horas							314,93333	62,98666667	100%	62,9866667	18	73,954733
Total en días							39,366667	7,873333333	100%	7,8733333	18	9,2443417

**Anexo 31:** Calculo de tiempos de ciclo estandar area de Fase 2

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>												
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción								<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba				
<b>Actividad:</b> Fase2								<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay				
<b>Fecha de inicio:</b>								<b>Fecha de Terminación:</b>				
Nº	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	PROMEDIO T.O (min)	V.	T.B	S%	T.S(min)
		1	2	3	4	5						
1	Transportar Tablero	24	21	27	22	27	121	24,2	100%	24,2	23	29,766
2	Colocación del tablero	429	429	421	422	425	2126	425,2	100%	425,2	23	522,996
3	Instalación de manillas niqueladas	54	47	53	47	51	252	50,4	100%	50,4	21	60,984
4	Instalación de martillos auxillares	207	204	203	211	211	1036	207,2	100%	207,2	21	250,712
5	Transportar ventanas de vidrio	21	26	25	24	21	117	23,4	100%	23,4	23	28,782
6	Instalación de ventanas de vidrio	323	321	319	323	318	1604	320,8	100%	320,8	25	401
7	Transportar Asientos	41	45	39	45	40	210	42	100%	42	23	51,66
8	Instalación de Asientos	476	484	476	480	483	2399	479,8	100%	479,8	25	599,75
9	Transportar parabrisas frontal	17	15	15	17	14	78	15,6	100%	15,6	23	19,188
10	Instalación de parabrisas frontal	486	492	486	493	491	2448	489,6	100%	489,6	25	612
11	Instalación de basureros	22	30	23	30	24	129	25,8	100%	25,8	21	31,218
12	Instalación de Cinturón de seguridad	24	23	30	30	25	132	26,4	100%	26,4	21	31,944
13	Revisiones de imperfecciones	22	30	23	30	24	129	25,8	100%	25,8	20	30,96
Total en minutos							10781	2156,2	100%	2156,2	22	2670,96
Total en horas							179,68333	35,93666667	100%	35,936667	22	44,516
Total en días							22,460417	4,492083333	100%	4,4920833	21	5,5645

**Anexo 32:** Calculo de tiempos de ciclo estandar area de Terminado total

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>												
<b>Departamento:</b> Planificación de la Producción								<b>Analista:</b> Andrés Ochoa y Stalyn Quimba				
<b>Actividad:</b> Terminado Total								<b>Comprobado por:</b> Ángel Avemañay				
<b>Fecha de inicio:</b>								<b>Fecha de Terminación:</b>				
N°	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Tiempo observado (min)					TOTAL T.O (min)	PROMEDIO T.O (min)	V.	T.B	S%	T.S(min)
		1	2	3	4	5						
1	Revisiones de imperfecciones	241	243	233	244	233	1194	238,8	100%	238,8	13	269,844
2	Prueba de agua	186	176	177	186	174	899	179,8	100%	179,8	13	203,174
3	Prueba de ruta	193	191	185	185	192	946	189,2	100%	189,2	13	213,796
4	Limpieza total	421	427	430	428	421	2127	425,4	100%	425,4	13	480,702
5	Cuadrar vehículo	30	22	23	30	26	131	26,2	100%	26,2	13	29,606
Total en minutos							5297	1059,4	100%	1059,4	13	1197,122
Total en horas							88,283333	17,65666667	100%	17,656667	13	19,952033
Total en días							11,035417	2,207083333	100%	2,2070833	13	2,4940042

Anexo 33: Diagrama de procesos area de Forrado

<i>Ubicación: Davmotor.Cía.Ltda</i>		<b>Resúmen</b>							
<i>Actividad: Estructura</i>		<b>Evento</b>		<b>Presente</b>					
<i>Año: 2019</i>		<i>Operación</i>		11					
<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>		<i>Transporte</i>		1					
<i>Método: Presente</i> <i>Material</i>	<b>Tipo:</b>	<i>Espera</i>		-					
		<i>Inspección</i>		2					
		<i>Almacenamiento</i>		-					
		<i>Tiempo</i>		4058,634					
<i>Comentarios:</i>		<i>Distancia</i>		249,155					
<b>Descripción de los eventos</b>		<b>Símbolo</b>				<b>Tiempo en min</b>	<b>Distancia en metros</b>	<b>Recomendaciones al método</b>	
1	<i>Transportar material</i>	●	→	◐	■	▼	176,63	249,155	
2	<i>Revisión de planos</i>	●	→	◐	■	▼	31,242		
3	<i>Preparar material</i>	●	→	◐	■	▼	49,2		
4	<i>Enderezar carrocería</i>	●	→	◐	■	▼	300		
5	<i>Forrado de techo</i>	●	→	◐	■	▼	289,79		
6	<i>Forrado de costado</i>	●	→	◐	■	▼	300,61		
7	<i>Forrado de cajuelas y guardalodos</i>	●	→	◐	■	▼	295,69		
8	<i>Forrado de piso</i>	●	→	◐	■	▼	585,48		
9	<i>Construcción de tortuga</i>	●	→	◐	■	▼	890,52		
10	<i>Construcción y montaje porta llantas</i>	●	→	◐	■	▼	293,23		
11	<i>Construcción y montaje porta baterías</i>	●	→	◐	■	▼	220,42		
12	<i>Colocación de claraboyas</i>	●	→	◐	■	▼	292,25		
13	<i>Remachado de techo</i>	●	→	◐	■	▼	298,64		
14	<i>Revisión de imperfecciones</i>	●	→	◐	■	▼	34,932		

Anexo 34: Diagrama de proceso area de Pintura

<i>Ubicación: Davmotor.Cía.Ltda</i>							<b>Resúmen</b>		
<i>Actividad: Estructura</i>							<b>Evento</b>	<b>Presente</b>	
<i>Año: 2019</i>							<i>Operación</i>	11	
<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>							<i>Transporte</i>	1	
<i>Método: Presente</i> <i>Tipo: Material</i>							<i>Demoras</i>	-	
							<i>Inspección</i>	1	
							<i>Almacenamiento</i>	-	
							<i>Tiempo</i>	4640,482	
<i>Comentarios:</i>							<i>Distancia</i>	271,841	
<b>Descripción de los eventos</b>		<b>Símbolo</b>					<b>Tiempo en min</b>	<b>Distancia en metros</b>	<b>Recomendaciones al método</b>
1	<i>Transportar Material</i>	●	→	●	■	▼	147,5	271,841	
2	<i>Preparar pulidoras</i>	●	→	●	■	▼	34,96		
3	<i>Pulir sobrantes de soldadura</i>	●	→	●	■	▼	162,6		
4	<i>Lijar imperfecciones</i>	●	→	●	■	▼	294,24		
5	<i>Preparación de masilla</i>	●	→	●	■	▼	25,99		
6	<i>Aplicación de la masilla</i>	●	→	●	■	▼	903,21		
7	<i>Lijar imperfecciones de masilla</i>	●	→	●	■	▼	515,9		
8	<i>Preparar pintura de fondo</i>	●	→	●	■	▼	55,89		
9	<i>Aplicación de pintura de fondo</i>	●	→	●	■	▼	1106,3		
10	<i>Lijado de imperfecciones del fondeado</i>	●	→	●	■	▼	140,89		
11	<i>Preparación de pintura de acabado</i>	●	→	●	■	▼	49,184		
12	<i>Aplicación de pintura de acabado</i>	●	→	●	■	▼	1156,9		
13	<i>Revisión de imperfecciones</i>	●	→	●	■	▼	46,92		

## Anexo 35: Diagrama de procesos area Fase 1

<i>Ubicación: Davmotor.Cía.Ltda</i>					<b>Resúmen</b>		
<i>Actividad: Fase 1</i>					<b>Evento</b>	<b>Presente</b>	
<i>Año: 2019</i>					<i>Operación</i>	19	
<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>					<i>Transporte</i>	1	
<i>Método: Presente</i> <i>Material Máquina</i>  <i>Tipo: Trabajador</i>					<i>Demoras</i>	-	
					<i>Inspección</i>	2	
					<i>Almacenamiento</i>	-	
					<i>Tiempo</i>	4437,284	
<i>Comentarios:</i>					<i>Distancia</i>	287,327	
<b>Descripción de los eventos</b>		<b>Símbolo</b>			<b>Tiempo en min</b>	<b>Distancia en metros</b>	<b>Recomendaciones al método</b>
1	<i>Transportar Material</i>	●	→	■	148,21	287,327	
2	<i>Preparar herramientas de trabajo</i>	●	→	■	48,024		
3	<i>Revisiones del Plano del Bus tipo 3P</i>	●	→	■	26,22		
4	<i>Aplicación de Puliuretano</i>	●	→	■	374,87		
5	<i>Preparar masilla</i>	●	→	■	33,58		
6	<i>Aplicación de masilla en el piso</i>	●	→	■	141,45		
7	<i>Tapizado</i>	●	→	■	411,11		
8	<i>Instalación de soportería</i>	●	→	■	260,78		
9	<i>Instalación de fibras laterales</i>	●	→	■	360,06		
10	<i>Instalación de tubería interior</i>	●	→	■	283,74		
11	<i>Instalación de bisagras</i>	●	→	■	280,95		
12	<i>Instalación de Escudos de aluminio</i>	●	→	■	177,71		
13	<i>Instalación de consola y cajetero</i>	●	→	■	316,71		
14	<i>Tapizado de Mesa de frente</i>	●	→	■	145,61		
15	<i>Instalación de protectores de cortina</i>	●	→	■	35,88		
16	<i>Instalación de retrovisores</i>	●	→	■	209,43		
17	<i>Instalación de parabrisas posterior</i>	●	→	■	288,24		
18	<i>Instalación de escudo de vidrio</i>	●	→	■	289,92		
19	<i>Construcción de guardalodos</i>	●	→	■	180,3		
20	<i>Montaje de guardalodos</i>	●	→	■	71,744		
21	<i>Instalación de tortuga</i>	●	→	■	322,38		
22	<i>Verificación de imperfecciones</i>	●	→	■	30,36		


Anexo 36: Diagrama de procesos area Fase 2

<i>Ubicación: Davmotor.Cía.Ltda</i>							<b>Resúmen</b>		
<i>Actividad: Fase 2</i>							<i>Evento</i>	<i>Presente</i>	
<i>Año: 2019</i>							<i>Operación</i>	8	
<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>							<i>Transporte</i>	4	
<i>Método: Presente</i>		<i>Tipo: Material</i>					<i>Demoras</i>	-	
							<i>Inspección</i>	1	
							<i>Almacenamiento</i>	-	
							<i>Tiempo</i>	2670,96	
<i>Comentarios:</i>							<i>Distancia</i>	905,023	
<i>Descripción de los eventos</i>		<i>Símbolo</i>					<i>Tiempo en min</i>	<i>Distancia en metros</i>	<i>Recomendaciones al método</i>
1	<i>Transportar Tablero</i>	●	→	■	■	▼	29,766	370,328	
2	<i>Colocación del tablero</i>	●	→	■	■	▼	523		
3	<i>Instalación de manillas niqueladas</i>	●	→	■	■	▼	60,984		
4	<i>Instalación de martillos auxillares</i>	●	→	■	■	▼	250,71		
5	<i>Transportar ventanas de vidrio</i>	●	→	■	■	▼	28,782	188,559	
6	<i>Instalación de ventanas de vidrio</i>	●	→	■	■	▼	401		
7	<i>Transportar Asientos</i>	●	→	■	■	▼	51,66	106,136	
8	<i>Instalación de Asientos</i>	●	→	■	■	▼	599,75		
9	<i>Transportar parabrisas frontal</i>	●	→	■	■	▼	19,188	240	
10	<i>Instalación de parabrisas frontal</i>	●	→	■	■	▼	612		
11	<i>Instalación de basureros</i>	●	→	■	■	▼	31,218		
12	<i>Instalación de Cinturón de seguridad</i>	●	→	■	■	▼	31,944		
13	<i>Revisiones de imperfecciones</i>	●	→	■	■	▼	30,96		

Anexo 37: Diagrama de proceso area Terminado Total

<i>Ubicación: Davmotor.Cía.Ltda</i>							<i>Resúmen</i>		
<i>Actividad: Terminado total</i>							<i>Evento</i>	<i>Presente</i>	
<i>Año: 2019</i>							<i>Operación</i>	1	
<i>Analista: Andrés Ochoa y Stalyn Quimba</i>							<i>Transporte</i>	1	
<i>Método: Presente</i> <i>Material</i>		<i>Tipo:</i>					<i>Demoras</i>	-	
							<i>Inspección</i>	3	
							<i>Almacenamiento</i>	-	
							<i>Tiempo</i>	1197,122	
<i>Comentarios:</i>							<i>Distancia</i>	483,224	
<i>Descripción de los eventos</i>		<i>Símbolo</i>					<i>Tiempo en min</i>	<i>Distancia en metros</i>	<i>Recomendaciones al método</i>
1	<i>Revisiones de imperfecciones</i>	●	→	◐	■	▼	269,84	402,476	
2	<i>Prueba de agua</i>	●	→	◐	■	▼	203,17		
3	<i>Prueba de ruta</i>	●	→	◐	■	▼	213,8		
4	<i>Limpieza total</i>	●	→	◐	■	▼	480,7		
5	<i>Cuadrar vehículo</i>	●	→	◐	■	▼	29,606	80,748	

**Anexo 38:** calculo de la productividad por hora, diaria y semanal

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>					
<b>Departamento:</b> <i>Planificación de la Producción</i>					
<b>Actividad:</b> <i>Áreas</i>					
<b>Fecha de inicio:</b>					
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO</b>	<b>PROMEDIO T.O</b>	<b>Productividad</b>		
			<i>Diaria</i>	<i>Semanal</i>	<i>Mensual</i>
1	ÁREA DE ESTRUCTURA	5715	0,08135839	0,44747117	1,85768335
2	ÁREA FORRADOS	4059	0,11457057	0,63013812	2,61602795
3	ÁREA DE PINTURA	4640	0,10020511	0,55112809	2,28801663
4	ÁREA DE FASE 1	4437	0,10479383	0,57636608	2,39279253
5	ÁREA DE FASE 2	2671	0,17409471	0,95752089	3,97516249
6	ÁREA DE TERMINADO TOTAL	1197	0,38843159	2,13637374	8,86918794
<b>TIEMPO POR UNIDAD</b>		22719	0,02046661	0,11256635	0,4673209