



**Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y**  
**APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN PARA EL ÁREA DE ELPO DE LA PLANTA  
DE PINTURA EN LA EMPRESA CIAUTO”**

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

**Autores:**

Quinaucho Ocapana Edison Andrés

Unapucha Quintuña Angel Omar

**Tutor:**

Ing. MSc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamin

Latacunga – Ecuador

Febrero, 2019



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los postulantes, **Quinaucho Ocapana Edison Andrés** con C.I. **050398808-1** y **Unapucha Quintuña Angel Omar** con C.I. **172219481-6**, declaran ser autores del presente Proyecto de Investigación: “**PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN PARA EL ÁREA DE ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA EN LA EMPRESA CIAUTO**”, siendo el Ing. MSc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín, tutor del presente trabajo; se excluye expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, se certifica que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva autoría.

Latacunga, Febrero 2019.

### AUTORES

Quinaucho Ocapana Edison Andrés

C.C.: 050398808-1

Unapucha Quintuña Angel Omar

C.C.: 172219481-6



## AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

**“PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN PARA EL ÁREA DE ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA EN LA EMPRESA CIAUTO”**, de los autores: **Quinaucho Ocapana Edison Andrés** con C.I. 050398808-1 y **Unapucha Quintuña Angel Omar** con C.I. 172219481-6, 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 2019.

**TUTOR**

-----  
Ing. MSc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

C.C.: 171752625-3



## 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 Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: **Quinaucho Ocapana Edison Andrés** con C.I. **050398808-1** y **Unapucha Quintuña Angel Omar** con C.I. **172219481-6**, con el título de Proyecto de Investigación: **“PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN PARA EL ÁREA DE ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA EN LA EMPRESA CIAUTO”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Sustentación del Proyecto de Investigación.

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

Latacunga, Febrero 2019.

Para constancia firman:

**Lector 1 (Presidente)**

PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

C.C.: 100097032-5

**Lector 2**

Ing. MSc. Edison Patricio Salazar Cueva

C.C.: 050184317-1

**Lector 3**

MSc. Ángel Marcelo Tello Córdor

C.C.: 050151855-9

## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Coordinador de la Planta de Pintura de la empresa CIAUTO, avalo que el Proyecto de Investigación titulado: **“PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN PARA EL ÁREA DE ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA EN LA EMPRESA CIAUTO”**, de autoría de los postulantes: **Quinaucho Ocapana Edison Andrés** con C.C. **050398808-1**, y **Unapucha Quintuña Angel Omar** con C.C. **172219481-6** egresados de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi; realizó la implementación de dicho trabajo científico en beneficio del mejoramiento de los procesos productivos, en las instalaciones de la empresa **CIAUTO CIA. LTDA.**, ubicada en el sector el Conde Unamuncho en la ciudad de Ambato en la provincia de Tungurahua.

Se autoriza al interesado hacer del presente documento el uso legal que más convenga.

Latacunga, Agosto 2018.



CIAUTO Ltda.  
FIRMA AUTORIZADA

**Ing. Juan Zuleta**

**C.C.: 1710164672**

**COORDINADOR DE PLANTA PINTURA**  
**“CIUDAD DEL AUTO CIAUTO”**



## DEDICATORIA

Con la bendición de mi dios, este proyecto se lo dedico a mi familia. En especial a mis padres. El único motivo por el cual debo triunfar en la vida, A mis hermanos por brindarme su apoyo moral e incondicional.

A mis abuelos porque siempre han estado brindándome su amor y los buenos consejos, en el momento oportuno.

*Andrés*



## DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi Padre celestial quien supo proveer de sabiduría, paciencia y conocimiento para dirigirme por un buen camino seguir adelante y no desmayar en los dificultades que se presentaban.

A mi familia en especial a mis padres quienes me formaron con honestidad, respeto y responsabilidad para cumplir mis propósitos. A mis hermanos por brindarme su apoyo incondicional y su confianza en todos los momentos.

*Angel Omar*



## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi gratitud a mi Dios por haberme otorgado la vida, para cumplir este sueño.

A mis padres, hermanos y abuelos, por ser el pilar fundamental para mantenerme firme. A la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi, por brindarme el conocimiento y la sabiduría.

Por último agradezco al Ing. Juan Zuleta, gerente de la Planta de pintura de la empresa Ciauto". Por permitirme desarrollar el proyecto de tesis y brindarme su confianza.

*Andrés*



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Padre Celestial por otorgarme la vida por bendecirme con sabiduría y para lograr este sueño anhelado. A mis padres y a mis hermanos quienes son mi fortaleza para seguir adelante y confiar en mí. A la Universidad Técnica de Cotopaxi por facilitarme la oportunidad de instruirme y lograr convertirme en un profesional de principios.

*Angel Omar*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	i
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	iii
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT .....	xx
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	xxi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
5.1. Situación Problemática .....	5
5.2. Planteamiento del problema .....	6
6. OBJETIVOS.....	6
6.1. Objetivo General .....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	7
a) Realización de un estudio de tiempos reales de las diferentes actividades de los procesos productivos.....	8

c)	Determinación del tiempo estándar y la eficiencia de la línea de producción.....	8
a)	Proponer alternativas para el incremento de producción. ....	9
b)	Establecimiento del tiempo estándar para los procesos productivos de la línea de ELPO. 9	
8.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	10
8.1.	Estandarización .....	10
8.2.	Proceso industriales .....	10
8.3.	Estandarización de procesos industriales.....	10
8.3.1.	Importancia de la estandarización de procesos.....	10
8.4.	Medición de trabajo .....	11
8.5.	Estudio de tiempos.....	11
8.5.1.	Técnicas de estudio de tiempos.....	12
8.6.	Estudio de trabajo .....	15
8.6.1.	Estudio de métodos .....	16
8.6.2.	Medida del trabajo.....	16
8.7.	Suplemento del estudio de tiempos .....	17
8.8.	Tiempo del ciclo .....	19
8.9.	Takt time .....	19
8.11.	Herramientas para el registro de información .....	20
8.12.	Proceso de pintura.....	21
8.12.1.	Fosfatado.....	22
8.12.2.	Pasivado .....	22
8.12.3	Electroforesis .....	22
8.12.4	Sellado .....	23
8.12.5.	Acabado .....	24
9.	HIPÓTESIS .....	25
9.1.	Variable dependiente: .....	25
9.2.	Variable independiente: .....	25
10.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26
10.1.	Modalidad básica de la investigación .....	26
10.1.1.	Investigación de campo .....	26
10.1.2.	Investigación experimental.....	26

10.2. Tipo de investigación.....	27
10.2.1. Exploratoria .....	27
10.3. Técnicas de investigación .....	27
1. Diagnosticar la situación actual de la línea de producción del área de ELPO en la planta pintura. ....	29
a. Levantamiento de información de todos los procesos, equipos y operadores. ....	29
b. Conocer la producción actual del proceso productivo del área del ELPO. ....	32
Procesos de operación y producción para el área de ELPO .....	38
Inspección y control de unidades.....	38
Preparación de unidades para el proceso ELPO .....	39
Proceso ELPO.....	40
Descarga de la unidad del horno ELPO.....	41
2. Analizar los criterios y requerimientos para estandarizar los procesos productivos. ....	44
a. Realización de un estudio de tiempos reales de las diferentes actividades de los procesos productivos.....	44
Verificación de unidades.....	44
Recepción de unidades.....	45
Preparación de unidades para el proceso ELPO.....	46
Colocación de la cesta.....	47
Proceso ELPO .....	48
Desengrase aspersion (Cuba 1) .....	48
Desengrase inmersión (Cuba 2).....	49
Enjuague #1 (Cuba 3) .....	50
Activador (Cuba 4) .....	51
Fosfato (Cuba 5).....	52
Enjuague #2 (Cuba 6) .....	53
Agua Desionizada 1 (Cuba 7).....	54
Limpieza.....	55
Electrodeposición (Cuba 8).....	56
Ultrafiltrado UF1 (Cuba 9).....	57
Ultrafiltrado UF2 (Cuba 10).....	58
Agua desionizada (Cuba 11) .....	59
Sopleteado .....	60
Descarga de unidades.....	61
b. Análisis de los tiempos que agregan y no agregan valor.....	62
Análisis de verificación de unidades.....	62

Análisis de recepción de unidades .....	63
Análisis de colocación de topes y limpieza.....	64
Análisis de colocación de la cesta .....	65
Análisis de desengrase aspersion (Cuba 1) .....	65
Análisis de desengrase inmersión (Cuba 2) .....	66
Análisis de enjuague #1 (Cuba 3).....	66
Análisis de activador (Cuba 4) .....	67
Análisis de fosfato (Cuba 5).....	67
Análisis de enjuague #2 (Cuba 6).....	68
Análisis de agua desionizada 1 (Cuba 7) .....	68
Análisis de limpieza.....	69
Análisis de electrodeposición (Cuba 8) .....	69
Análisis de ultra filtrado UF1 (Cuba 9) .....	70
Análisis de ultra filtrado UF2 (Cuba 10) .....	70
Análisis de agua des ionizada (Cuba 11) .....	71
Análisis de sopleteo .....	71
Descarga de unidades.....	72
c. Determinación del tiempo estándar y la eficiencia de la línea de producción.....	73
Estandarización de verificación de unidades.....	76
Estandarización de recepción de unidades .....	76
Estandarización de preparación de unidades.....	77
Proceso ELPO .....	78
Colocación de cesta .....	78
Estandarización de Cuba 1 .....	78
Estandarización de Cuba 2 .....	79
Estandarización de Cuba 3 .....	80
Estandarización de Cuba 4 .....	80
Estandarización de Cuba 5 .....	81
Estandarización de Cuba 6 .....	81
Estandarización de Cuba 7 .....	82
Estandarización de Limpieza.....	83
Estandarización de Cuba 9 .....	84
Estandarización de Cuba 10 .....	84
Estandarización de Cuba 11 .....	85
Estandarización de descarga de unidades .....	86
Eficiencia de la línea de producción .....	86
Eficiencia de la producción del ELPO .....	87
3. Establecer una propuesta de estandarización de tiempos de los diferentes procesos productivos.....	89

a.	Proponer alternativas para el incremento de producción. ....	89
	Plan de mejora de los procesos.....	89
	Control e inspección de ingreso y salida de unidades .....	90
	Preparación de unidades para el proceso ELPO.....	90
	Colocación de la cesta.....	91
	Proceso ELPO .....	91
	Implementación de cargobus y automatización del proceso de ELPO.....	92
	Proceso de sopleteo de unidad.....	94
	Descarga de unidades del horno .....	95
b.	Establecimiento del tiempo estándar para los procesos productivos de la línea de ELPO.	96
11.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	98
	Objetivo 1 .....	98
	Análisis de la producción actual del proceso productivo del área del ELPO. ....	98
	Objetivo 2 .....	98
	Análisis de los tiempos que agregan y no agregan valor .....	98
	Objetivo 3 .....	101
	Balance real de la línea de ELPO .....	101
	Análisis de la propuesta y gráfico balanceo de línea .....	103
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	105
	12.1. SOCIAL .....	105
	12.2. ECONÓMICO.....	105
	12.3. AMBIENTAL.....	105
13.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO .....	106
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	108
	Conclusiones .....	108
	Recomendaciones.....	109
15.	BIBLIOGRAFÍA .....	110
14.	ANEXO .....	111

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Sistema de tareas en relación al objetivo 1. ....	7
<b>Tabla 2.</b> Sistema de tareas en relación al objetivo 2. ....	8
<b>Tabla 3.</b> Sistema de tareas en relación al objetivo 3. ....	8
<b>Tabla 4.</b> Diagrama de procesos.....	20
<b>Tabla 5.</b> Disposición de máquinas en el área de ELPO. ....	29
<b>Tabla 6.</b> Nómina de operarios que laboran en el área de ELPO.....	30
<b>Tabla 7.</b> Función de los colaboradores en la planta de pintura.....	31
<b>Tabla 8.</b> Registro de producción del mes de marzo. ....	33
<b>Tabla 9.</b> Registro de producción del mes de febrero.....	34
<b>Tabla 10.</b> Registro de producción del mes de marzo. ....	35
<b>Tabla 11.</b> Registro de producción del mes de abril.....	36
<b>Tabla 12.</b> Registro de producción del mes de mayo. ....	37
<b>Tabla 13.</b> Inspección y control de unidades. ....	38
<b>Tabla 14.</b> Preparación de unidades para el proceso ELPO.....	39
<b>Tabla 15.</b> Control e inspección de unidades. ....	44
<b>Tabla 16.</b> Recepción de unidades.....	45
<b>Tabla 17.</b> Preparación de unidades. ....	46
<b>Tabla 18.</b> Colocación de la cesta.....	47
<b>Tabla 19.</b> Operación cuba 1.....	48
<b>Tabla 20.</b> Operación cuba 2.....	49
<b>Tabla 21.</b> Operación cuba 3.....	50
<b>Tabla 22.</b> Operación cuba 4.....	51
<b>Tabla 23.</b> Operación cuba 5.....	52
<b>Tabla 24.</b> Operación cuba 6.....	53
<b>Tabla 25.</b> Operación cuba 7.....	54
<b>Tabla 26.</b> Operación de limpieza. ....	55
<b>Tabla 27.</b> Operación cuba 8.....	56
<b>Tabla 28.</b> Operación cuba 9.....	57
<b>Tabla 29.</b> Operación cuba 10.....	58
<b>Tabla 30.</b> Operación cuba 11.....	59
<b>Tabla 31.</b> Operación de sopleteado.....	60

<b>Tabla 32.</b> Descarga de unidades del horno ELPO. ....	61
<b>Tabla 33.</b> Análisis de verificación de unidades. ....	62
<b>Tabla 34.</b> Análisis de recepción de unidades.....	63
<b>Tabla 35.</b> Análisis de colocación de topes y limpieza. ....	64
<b>Tabla 36.</b> Análisis de colocación de cesta. ....	65
<b>Tabla 37.</b> Análisis de cuba 1.....	65
<b>Tabla 38.</b> Análisis de cuba 2.....	66
<b>Tabla 39.</b> Análisis de cuba 3.....	66
<b>Tabla 40.</b> Análisis de cuba 4.....	67
<b>Tabla 41.</b> Análisis de cuba 5.....	67
<b>Tabla 42.</b> Análisis de cuba 6.....	68
<b>Tabla 43.</b> Análisis de cuba 7.....	68
<b>Tabla 44.</b> Análisis de limpieza.....	69
<b>Tabla 45.</b> Análisis de cuba 8.....	69
<b>Tabla 46.</b> Análisis de cuba 9.....	70
<b>Tabla 47.</b> Análisis de cuba 10.....	70
<b>Tabla 48.</b> Análisis de cuba 11.....	71
<b>Tabla 49.</b> Análisis de sopleteo. ....	71
<b>Tabla 50.</b> Análisis de descarga de unidades. ....	72
<b>Tabla 51.</b> Norma británica para evaluar el desempeño del operario.....	73
<b>Tabla 52.</b> Suplementos de Ciauto. ....	74
<b>Tabla 53.</b> Tiempo estándar de verificación de unidades. ....	76
<b>Tabla 54.</b> Estandarización de recepción de unidades.....	77
<b>Tabla 55.</b> Estandarización de preparación de unidades ....	77
<b>Tabla 56.</b> Estandarización de Colocación de la cesta ....	78
<b>Tabla 57.</b> Estandarización de cuba 1.....	79
<b>Tabla 58.</b> Estandarización de la cuba 2.....	79
<b>Tabla 59.</b> Estandarización de cuba 3.....	80
<b>Tabla 60.</b> Estandarización de cuba 4.....	81
<b>Tabla 61.</b> Estandarización de cuba 5.....	81
<b>Tabla 62.</b> Estandarización de la cuba 6.....	82
<b>Tabla 63.</b> Estandarización de cuba 7.....	82

<b>Tabla 64.</b> Estandarización de limpieza.....	83
<b>Tabla 65.</b> Estandarización de cuba 8.....	83
<b>Tabla 66.</b> Estandarización de cuba 9.....	84
<b>Tabla 67.</b> Estandarización de cuba 10.....	84
<b>Tabla 68.</b> Estandarización de cuba 11.....	85
<b>Tabla 69.</b> Estandarización de sopleteo.....	85
<b>Tabla 70.</b> Estandarización de descarga de unidades.....	86
<b>Tabla 71.</b> Eficiencia de la línea de producción.....	87
<b>Tabla 72.</b> Eficiencia de la producción del ELPO.....	88
<b>Tabla 73.</b> Distribución de tiempos en la planta pintura.....	91
<b>Tabla 74.</b> Cuadro de datos para cumplir la capacidad objetiva diaria.....	92
<b>Tabla 75.</b> Costos de implementación de cargobus.....	93
<b>Tabla 76.</b> Tiempo estándar del proceso ELPO.....	96
<b>Tabla 77.</b> Línea de producción del ELPO.....	97
<b>Tabla 78.</b> Tiempo total del ELPO.....	99
<b>Tabla 79.</b> Tiempo real de la línea de ELPO.....	101
<b>Tabla 80.</b> Estandarización del proceso del ELPO.....	103
<b>Tabla 81.</b> Materiales y útiles de oficina.....	106
<b>Tabla 82.</b> Transporte y alimentación.....	106
<b>Tabla 83.</b> Costos de los investigadores.....	106
<b>Tabla 84.</b> Costos de equipos de protección personal.....	107
<b>Tabla 85.</b> Inversión total del proyecto de investigación.....	107

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Rendimiento de la maquina .....	14
<b>Ecuación 2.</b> Tiempo promedio .....	18
<b>Ecuación 3.</b> Tiempo básico.....	18
<b>Ecuación 4.</b> Tiempo tipo .....	18
<b>Ecuación 5.</b> Tiempo ciclo o estándar .....	19
<b>Ecuación 6.</b> Takt Time .....	19
<b>Ecuación 7.</b> Actual Takt Time .....	19
<b>Ecuación 8.</b> Tiempo promedio.....	73
<b>Ecuación 9.</b> Tiempo básico.....	74
<b>Ecuación 10.</b> Tiempo tipo.....	74
<b>Ecuación 11.</b> Tiempo estándar.....	75
<b>Ecuación 12.</b> Takt Time .....	75
<b>Ecuación 13.</b> Actual Takt Time .....	75
<b>Ecuación 14.</b> Eficiencia de la línea .....	75
<b>Ecuación 15.</b> Producción requerida .....	75
<b>Ecuación 16.</b> Eficiencia de producción .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Técnicas de medición de trabajo.....	11
<b>Figura 2.</b> Electroforesis .....	23
<b>Figura 3.</b> Electroforesis .....	24
<b>Figura 4.</b> Organigrama estructural de la planta de pintura.....	31
<b>Figura 5.</b> Procesos de inspección y control de unidades. ....	38
<b>Figura 6.</b> Procesos de preparación de unidad. ....	39
<b>Figura 7.</b> Flujo de procesos en el área de ELPO .....	40
<b>Figura 8.</b> Proceso de descarga de la unidad del horno.....	42
<b>Figura 9.</b> Diseño de destrucción de la planta de pintura.....	43
<b>Figura 10.</b> Plan de mejora en los procesos productivos.....	89
<b>Figura 11.</b> Colchón de carrocería automatizado.....	90
<b>Figura 12.</b> Pistola de soplado de aire.....	94
<b>Figura 13.</b> Cámara de secado por enfriamiento.....	95
<b>Figura 14.</b> Teclé para desplazamiento en forma de “T”.....	95
<b>Figura 15.</b> Total de unidades producidas .....	98
<b>Figura 16.</b> Total de AV y NAV del proceso ELPO.....	100
<b>Figura 17.</b> Balance real de la línea de ELPO.....	102
<b>Figura 18.</b> Balanceo estándar del ELPO .....	104



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TÍTULO:** “PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN PARA EL ÁREA DE ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA EN LA EMPRESA CIAUTO”

**Autores:**

- Quinaucho Ocapana Edison Andrés
- Unapucha Quintuña Angel Omar

#### RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo la estandarización de los procesos productivos del área de ELPO, mediante un estudio de tiempos. Se consideró un tiempo estándar para cada operación, comprobando demoras inapropiadas que no agregan valor pero forman parte del proceso. El estudio propuesto se planteó como un proyecto de investigación exploratoria, se adoptó una modalidad de campo, aplicando herramientas como la observación directa de los diferentes operaciones del área del ELPO para solventar los tiempos de demora dentro de la planta, identificando las diferentes operaciones, y revisión documental del diagnóstico actual de la planta, la producción diaria del proceso, levantamiento de tiempos reales de las diferentes actividades de los procesos productivos, tiempos que agregan y no agregan valor en el proceso, desarrollo de estándares de trabajo para obtener el tiempo óptimo. Los resultados obtenidos permitieron identificar la línea de producción de ELPO, mediante la toma de tiempos de las actividades, utilizando los recursos como cámara y cronómetro, posteriormente se logró determinar cuáles fueron las estaciones que generan retrasos dentro de los procesos, disminuyendo tiempos innecesarios y demoras existentes en la ejecución de las actividades permitiendo aumentar la productividad a 25 unidades diarias. Se concluye que el área del ELPO no cuenta con una estandarización de procesos, permitiendo tomar los tiempos de cada una de las operaciones donde se determinó la eficiencia de las diferentes actividades, mediante estos resultados se elaboró una propuesta para la mejora del proceso productivo.

**Palabras claves:** ELPO, estandarización, procesos, línea de producción.



## TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

### ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY

**THEME:** "PROPOSAL OF STANDARDIZATION FOR THE ELPO AREA OF THE PAINTING PLANT AT THE CIAUTO COMPANY"

**Authors:**

- Quinaucho Ocapana Edison Andrés
- Unapucha Quintuña Angel Omar

#### ABSTRACT

The main aim of this research work was to standardize the productive processes of the ELPO area, through a study of times. A standard time was considered for each operation, verifying inappropriate delays that do not add value but are part of the process. The proposed study was proposed as an exploratory research project, a field modality was adopted, applying tools such as direct observation of the different operations of the ELPO area in order to solve the delay times within the industry, identifying the different operations, and documentary review of the current diagnosis of the industry, the daily production of the process, real time survey of the different activities of the productive processes, times which are added and do not add value in the process, development of work standards in order to obtain the optimum time. The results obtained allowed to identify the production line of ELPO, by taking time from the activities, using resources such as camera and chronometer, later it was possible to determine which were the stations that generate delays in the processes, reducing unnecessary times and delays existing in the implementation of the activities allowing to increase the productivity to 25 daily units. It is concluded that the ELPO area does not have a standardization of processes, allowing to take the times of each one of the operations where the efficiency of the different activities was determined, through these results a proposal for the improvement of the productive process was made.

**Keywords:** EPO, standardization, processes, production line.



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 de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores , **Quinaucho Ocapana Edison Andrés** con C.I. **050398808-1** y **Unapucha Quintuña Angel Omar** con C.I. **172219481-6**, Egresados de la Carrera de **Ingeniería Industrial** de la Unidad Académica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, cuyo título versa **“PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN PARA EL ÁREA DE ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA EN LA EMPRESA CIAUTO”**, 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 2019

Atentamente,

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**

**MSc. Erika Cecilia Borja Salazar**

**C.C. 050216109-4**



**CENTRO  
DE IDIOMAS**

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### Título del Proyecto

“PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN PARA EL ÁREA DE ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA EN LA EMPRESA CIAUTO”

**Fecha de inicio:** Octubre de 2018

**Fecha de finalización:** Febrero de 2019

**Lugar de ejecución:** Barrio Augusto N. Martínez, Parroquia Cunchibamba, Ciudad Ambato, Provincia Tungurahua, CIAUTO.

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial

### Equipo de Trabajo:

Tutor del proyecto de investigación:

Nombre: Raúl Heriberto Andrango Guayasamin

Celular: 0984951360

Cédula de Ciudadanía: 1717526553

Correo electrónico: raul.andrango@utc.edu.ec

Autores del proyecto de investigación:

Nombre: Edison Andrés Quinaucho Ocapana

Celular: 0984703479

Cedula de ciudadanía 0503988081

Correo electrónico: edison.quinaucho1@utc.edu.ec

Nombre: Angel Omar Unapucha Quintuña  
Celular: 0992540106  
Cedula de ciudadanía 1722194816  
Correo electrónico: angel.unapucha6@utc.edu.ec

**Área de conocimiento:**

El presente proyecto está enfocado en el campo amplio de la ingeniería, industria y construcción con el campo específico 072 Industria y producción (Instituto de Estadística de la UNESCO, 2014)

**Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021**

El tema de investigación está basado bajo los siguientes lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir.

**Objetivo 5:** Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sustentable de manera redistributiva y solidaria transformación de la matriz productiva de acuerdo al Plan Nacional del Buen Vivir del Ecuador (Senplades, 2017 - 2021).

**Política 5.1:** Generar trabajo y empleo dignos y de calidad, incentivando al sector productivo para que aproveche las infraestructuras construidas y capacidades instaladas que le permitan incrementar la productividad y agregación de valor, para satisfacer con calidad y de manera creciente la demanda interna y desarrollar la oferta explotadora de manera estratégica (Senplades, 2017 - 2021)

El proyecto está vinculado con las líneas de investigación establecidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi en la siguiente línea:

**Línea 4:** Procesos industriales que se enfoca en la mejora de los procesos productivos y la optimización de recursos.

Las líneas de investigación establecida por la Universidad Técnica de Cotopaxi tienen a su vez Sub-líneas de la carrera de Ingeniería Industrial, en la cual nuestro proyecto está vinculado con el control y calidad de la producción.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Con la ejecución del presente trabajo de investigación en la empresa CIAUTO se propone estandarizar tiempos de los procesos productivos en la línea de ELPO. Uno de los factores que limita este problema es el hecho de tener demoras en los procesos, interrumpiendo así la línea de producción de ELPO, la misma que genera un cuello de botella y no permite cumplir con el objetivo diario.

Para el desarrollo del proyecto, se utilizara métodos, estándares y técnicas de trabajo, el cual permitirá representar la situación actual y futura de los procesos a través de la recopilación de datos con la técnica de medición, tomando en cuenta las condiciones de trabajo del operador, permitiendo analizar y establecer oportunidades de mejora.

Lo que se busca con la propuesta es estandarizar los tiempos de producción, teniendo en cuenta los diferentes procesos y líneas en que se dividen; permitiendo encontrar alternativas integrales de mejora, que ayuden a que el proceso sea más continuo.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El presente proyecto de investigación que se va elaborar en el área de ELPO de la planta de pintura en la empresa CIAUTO, parte de la limitación principal, los tiempos improductivos en el sistema de producción. Mediante este estudio se plantea optimizar el tiempo para cada proceso, a través de modelos matemáticos de balance de líneas, estudio de tiempos y determinar índices de medición de tiempos en el área de trabajo, con el fin de alcanzar la máxima eficiencia productiva.

Los resultados obtenidos del estudio permitirán al gerente de planta de pintura, tener una información técnica sustentada, que contienen: estandarización de tiempos para estación de trabajo en el área de ELPO, además se pretende implementar métodos propios mejorando el volumen de producción diario y en el menor tiempo posible.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

##### ✓ **Beneficiarios Directos**

Los beneficiarios directos son los socios de la planta de pintura de la empresa CIAUTO.

**Tabla 1.** Beneficiarios directos

<b>SUPERVISORES</b>
ING. JUAN ZULETA
ING. DAVID GARCIA
ING JESSICA PAREDES
ING ROBERTO SOTO

**Elaborado por:** Grupo de investigación.

##### ✓ **Beneficiarios Indirectos**

Los beneficiarios indirectos comprenden los 8 operarios que laboran en el área ELPO, además también beneficia principalmente la empresa, al aumentar la productividad en un estimado de 71%.

**Tabla 2.** Beneficiarios indirectos

<b>OPERARIOS</b>		
<b>ÁREA</b>	<b>PROCESO</b>	<b>NOMINA</b>
ELPO	VERIFICACIÓN DE UNIDADES	-MARCO CRESPO
	RECEPCIÓN DE UNIDADES	-BYRON MORA -DANNY CUNALATA
	PREPARACIÓN DE UNIDADES	-JUAN PABLO TACO
	PROCESO ELPO	-FRANKLIN ALMACHI -FERNANDO SEGOVIA -ALVARO PALATE

**Elaborado por:** Grupo de investigación.

## **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **5.1. Situación Problemática**

CIAUTO CIA. LTDA, empresa autopartista destinada al ensamblaje de vehículos de la marca Great Wall, elabora diversos procesos como: suelda, pintura y ensamble. En la planta de pintura, se lleva a cabo un proceso diferente para cada área. Sin embargo la problemática que se propone solventar en esta actividad es en el área de ELPO, debido a los retrasos y la falta de coordinación por los operarios generan paradas en la línea de producción, esta demora resulta consecuente principalmente a la empresa por no cumplir con el número de unidades que se producirán diarios, esto a su vez genera pérdidas de clientes y disminución en las ventas.

Sin embargo con el esfuerzo de los operadores para mejorar los tiempos esto no es suficiente, el número de unidades en stock es mayor a la cantidad de unidad objetiva, los operadores de los cargobuses deben cumplir su tiempo de ciclo desde la limpieza y la colocación de topes metálicos de cada unidad hasta sopletear la unidad de los residuos de agua des ionizada de la cuba número 11, como consecuencia se detiene la línea de producción del área de ELPO, lo cual consume tiempo que termina convirtiéndose en demora para los lotes en esper

## **5.2. Planteamiento del problema**

¿Cómo mejorar los procesos productivos del área del ELPO lo cual aportará al mejoramiento y rendimiento de la producción?

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo General**

Estandarizar los procesos del área de ELPO en la planta de pintura de la empresa CIAUTO, mediante un estudio de tiempos, para la optimización de los procesos productivos.

### **6.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Diagnosticar la situación actual de la línea de producción del área de ELPO en la planta pintura.
- ✓ Analizar los criterios y requerimientos para la estandarización de los procesos productivos.
- ✓ Establecer una propuesta de estandarización de tiempos de los diferentes procesos productivos.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

En la siguientes Tablas, se detalla las actividades a realizarse de cada uno de los objetivos específicos, el resultado y la descripción de las mismas.

**Tabla 3.** Sistema de tareas en relación al objetivo 1.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MÉTODOS E INSTRUMENTOS
<b>1. Diagnosticar la situación actual de la línea de producción del área de ELPO en la planta pintura.</b>	a. Levantamiento de información de todos los procesos, equipos y operadores.	Conocer el estado actual de la planta.	Investigación de campo: cualitativo y cuantitativo Datos Históricos.
	b. Conocer la producción actual del proceso productivo del área de ELPO.	Conocer el número de unidades producidas.	Diagrama de proceso. Recopilación de Información.

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

**Tabla 4.** Sistema de tareas en relación al objetivo 2.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MÉTODOS E INSTRUMENTOS
<p><b>2. Analizar los criterios y requerimientos para la estandarización de los procesos productivos.</b></p>	<p>a) Realización de un estudio de tiempos reales de las diferentes actividades de los procesos productivos.</p> <p>b) Análisis de los tiempos que agregan y no agregan valor.</p> <p>c) Determinación del tiempo estándar y la eficiencia de la línea de producción</p>	<p>Conocer los tiempos reales de los operadores de los diferentes procesos.</p>	<p>VCR. Cronómetro. Hoja de cálculo. Observación directa.</p> <p>Hoja de cálculo de Excel. Análisis y síntesis.</p> <p>Tabla de datos. Hoja de cálculo de Excel. Observación directa.</p>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

**Tabla 5.** Sistema de tareas en relación al objetivo 3.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MÉTODOS E INSTRUMENTOS
<p><b>3. Establecer una propuesta de estandarización de tiempos de los diferentes procesos productivos.</b></p>	<p>a) Proponer alternativas para el incremento de producción.</p> <p>b) Establecimiento del tiempo estándar para los procesos productivos de la línea de ELPO.</p>	<p>Optimización de tiempos en las actividades.</p> <p>Lograr el tiempo estándar de trabajo del área seleccionada, en el área de ELPO.</p>	<p>Estandarización de tiempos.</p> <p>Tabla de datos de Excel.</p>

**Elaborado por:** el grupo de investigación.

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

Los siguientes numerales del proyecto de investigación detallan el argumento científico y técnico de la “Propuesta de estandarización para el área de ELPO de la planta de pintura en la empresa CIAUTO”.

### **8.1. Estandarización**

La estandarización según Secretaria de economía, (2015) Es el proceso de ajustar o adaptar características en un producto, servicio o procedimiento; con el objetivo de que éstos se asemejen a un tipo, modelo o norma en común, contribuyendo así a la reducción de costos de producción y al incremento de la productividad.

### **8.2. Proceso industriales**

Un proceso está comprendido como todo desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados que se efectúan de forma alternativa o simultánea, cuyo propósito es llegar a un resultado preciso. De esta forma, un proceso industrial acoge el conjunto de operaciones diseñadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos primarios.

De manera que el propósito de un proceso industrial está basado en el aprovechamiento eficaz del tiempo para ser más óptimo de los recursos naturales de forma tal que éstos se conviertan en materiales, herramientas y sustancias capaces de satisfacer los objetivos empresariales y de las personas que proporcionan su trabajo para mejorar su calidad de vida (Lopez, 2006).

### **8.3. Estandarización de procesos industriales**

Los estándares de trabajo son la calidad de tiempo requerido para llevar a cabo un trabajo o parte de un trabajo. Cada empresa tiene sus estándares de trabajo, aunque puedan variar los procesos, estos estándares se determinan a través de métodos informales o por métodos profesionales (Gutierrez, 2006 p. 15).

#### **8.3.1. Importancia de la estandarización de procesos**

La estandarización de procesos tiene el objetivo de unificar los procedimientos de las organizaciones que utilizan diferentes prácticas para el mismo proceso. Por lo tanto, es posible alcanzar la composición que no es más que la reutilización de un proceso ya establecido como un componente (o sub-proceso) de otro proceso, que a veces está en otro departamento o sector de la empresa (ORG. MIS PROCESOS, 2015).

## 8.4. Medición de trabajo

La medición de trabajo según Acosta, (2012) Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operario para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal, un método predeterminado a través del estudio de tiempos (p. 25).

**Figura 1.** Técnicas de medición de trabajo.



**Fuente:** Ingeniería Industrial Online, 2014.

## 8.5. Estudio de tiempos

Según Fernandez, (1995) El estudio de tiempos es una técnica que permite establecer el tiempo necesario para realizar una tarea o actividad, tomando en cuenta las demoras inevitables, descansos personales y agotamiento ineludible del trabajador

El estudio de tiempos según Valdez, (2000) Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para ejecutar una tarea definida y actualizada con base a una norma de rendimiento preestablecida (p. 45).

Para llevar a cabo el estudio de tiempos, los prácticos disponen de una serie de técnicas tales como:

1. Registro tomados en el pasado proceso para crear una nueva tarea.
2. Estimaciones de tiempo realizadas (tiempo promedio).
3. Tiempos predeterminados.
4. Análisis de película(video)

5. El estudio de tiempos con cronometro, siendo esta la técnica que se utiliza con mayor frecuencia.

### **8.5.1. Técnicas de estudio de tiempos**

En esta sección se hace referencia a las características de las técnicas utilizadas para el estudio de tiempos que se utilizaron y compararon en este trabajo, partiendo de sus acepciones y discutiendo sus diferencias y ventajas de su aplicación.

Las técnicas para estudio de tiempos han evolucionado rápidamente debido al avance tecnológico que ha permitido incorporar herramientas de punta aplicadas para este objetivo, facilitando la labor del analista, obteniendo mayor precisión, velocidad de aplicación y resultados más confiables, comprensibles y rápidos, a continuación se detalla las técnicas que son más utilizadas por los analistas (M.C.Lázaro Rico, 2005 p. 9).

#### **8.5.1.1. Tiempo estándar**

El uso de tiempos estándar también involucra el concepto de banco de datos, pero los datos comprenden clases más grandes de movimiento que los tiempos predeterminados. Los tiempos estándar se derivan ya sea de datos de cronómetros o de datos predeterminados de tiempo. El uso de los tiempos estándar es bastante popular para la medición de la mano de obra directa. Esto se debe a que se puede derivar un gran número de estándares de un conjunto pequeño de datos promedios para evaluar el proceso (Pinea, 2005).

Aplicaciones del Tiempo estándar.

- ✓ Ayuda a la planeación de la producción los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo a los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en conjetura o adivinanzas.
- ✓ Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- ✓ Ayuda a establecer las cargas de trabajo.

- ✓ Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándares serán el parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.
- ✓ Las medidas deben hacerse con el grado de exactitud estrictamente necesario, de acuerdo con la importancia de lo que se mide. Si se trata de una operación que se repetirá multitud de veces, es evidente que todas las precauciones y tiempo que se dedique en asegurar una medición más exacta posible con pocas piezas y elementos técnicos puede resultar más caro que el valor de los posibles errores cometidos (Acosta, 2012 p. 25-26).

#### **8.5.1.2. Tiempos predeterminados**

Los tiempos predeterminados, son una reunión de tiempos estándares válidos asignados a movimientos fundamentales y grupos de movimientos que no pueden ser evaluados de forma precisa con los procedimientos ordinarios para estudio de tiempos con cronómetro.

Éstos son el resultado de estudiar una gran muestra de operaciones diversificadas con un dispositivo de medición de tiempo, como una cámara de cine o de video grabación capaz de medir lapsos muy pequeños de tiempo. Entre los más comunes están: MTM (Methods Time Measurement). (M.C.Lázaro Rico, 2005 p. 9).

#### **8.5.1.3. Datos históricos**

El uso de datos históricos es tal vez uno de los enfoques más pasados por alto para la medición del trabajo. Esto se debe a que los métodos no se controlan con datos históricos y por lo tanto sería imposible establecer un estándar en el sentido usual de la palabra. . Para algunos trabajos el enfoque de utilizar los datos históricos puede ser preferible debido a que el trabajo en si se utiliza para desarrollar un estándar. No se requieren cronómetros y se permite la flexibilidad en el método, impulsando así la innovación sin la necesidad de establecer un nuevo estándar.

Este enfoque puede ser especialmente efectivo cuando se acopla con un plan, de incentivo salarial, donde el objetivo es hacer mejoras continuas sobre los niveles históricos (p. 24 -25).

#### **8.5.1.4. Muestreo del trabajo**

Un estudio del muestreo del trabajo se puede definir como una serie aleatoria de observaciones del trabajo utilizada para determinar las actividades de un grupo o un individuo.

Para convertir el porcentaje de actividad observada en horas o minutos, se debe registrar también o conocerse la cantidad total de tiempo trabajado. Nótese que el muestreo del trabajo, como las estimaciones de tiempo histórico, no controla el método. Además no se controla la capacitación del trabajador, de tal manera que los estándares no se pueden establecer por muestreo del trabajo (p. 25).

#### **8.5.1.5. Estudio de movimientos**

El estudio visual de los movimientos es utilizado para analizar un método determinado y ayudar al desarrollo de un centro de trabajo eficiente. Este estudio comprende la observación cuidadosa de la operación, considerando las leyes de la economía de movimientos. Al realizar estas operaciones se debe considerar el cansancio físico, mental y psicológico de los trabajadores en las actividades respectivas (p. 25).

#### **8.5.1.6. Estudio de tiempos con cronómetro**

Pinea, (2005) Afirma que el equipo mínimo requerido para llevar a cabo un estudio de tiempos comprende básicamente un cronómetro, un tablero o paleta y una calculadora. Sin embargo, la utilización de herramientas más sofisticadas como las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras de video y cinematográficas en combinación con equipo y programas computacionales, se emplean con éxito manteniendo algunas ventajas con respecto al cronómetro (p. 21).

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- ✓ Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea ya estandarizada.
- ✓ Se presentan lamentaciones por parte de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación no estandarizada.
- ✓ Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- ✓ Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- ✓ Se encuentren bajos rendimientos u excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupos de máquinas.

**Ecuación 1.** Rendimiento de la máquina

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{obtenido}}{\text{expectativa}}$$

#### **8.5.1.6.1. Pasos básicos para su realización**

Los pasos básicos para la realización del estudio de los tiempos con cronometro según Acosta, (2012) son:

##### **Preparación**

- ✓ Selección de la operación.
- ✓ Selección del trabajador.
- ✓ Análisis de comprobación del método de trabajo.
- ✓ Actitud frente al trabajador.

##### **Ejecución**

- ✓ Obtener y registrar la información.
- ✓ Descomponer la tarea en elementos.
- ✓ Cronometrar.
- ✓ Cálculo del tiempo observado.

##### **Valoración**

- ✓ Ritmo normal del trabajador promedio.
- ✓ Técnicas de valoración.
- ✓ Cálculo del tiempo base o valorado.

##### **Suplementos**

- ✓ Análisis de demoras.
- ✓ Estudio de fatiga.
- ✓ Cálculo de suplementos y sus tolerancias.

##### **Tiempo estándar**

- ✓ Error de tiempo estándar.
- ✓ Cálculo de frecuencia de los elementos.
- ✓ Determinación de tiempos de interferencia.
- ✓ Cálculo de tiempo estándar (p. 27-28).

#### **8.6. Estudio de trabajo**

El estudio del trabajo, es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de

establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan. Estas comprenden las técnicas del estudio de métodos y de la medida del trabajo, mediante las cuales se asegura el mejor aprovechamiento de los recursos materiales y humanos para llevar adelante una tarea determinada (OIT, 2017).

### **8.6.1. Estudio de métodos**

El estudio de métodos según el Ing. (Castaño, 2013) Es el registro y análisis sistemático y examen crítico de las formas existentes y propuestas de hacer el trabajo mediante el desarrollo y aplicación de métodos más sencillos y eficientes, para la reducción de costos.

### **8.6.2. Medida del trabajo**

El Ing. (Castaño, 2013) Afirma que la medida de trabajo, es la aplicación de técnicas para determinar el contenido del trabajo en una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en realizarlo de acuerdo a normas y rendimientos preestablecidos.

Tal como se puede observar en la siguiente gráfica estas técnicas se interrelacionan como un sistema de engranajes en el cual el estudio de métodos simplifica las tareas y establece métodos más económicos para efectuarlas y la medición del trabajo determina el tiempo estándar que debe invertirse en la ejecución de las tareas medidas con la técnica anterior, logrando así un incremento significativo de la productividad (Castaño, 2013 p. 3).

Antes de estudiar trabajos concretos, el técnico debe examinar el flujo general del producto por las instalaciones. Comprender la situación actual permite estar preparado para mejorarla.

En el caso de un producto que se va a fabricar, se debe dividir primero en partes y después estudiar la secuencia de fabricación de los componentes y la secuencia del ensamble de estos, el subensamble, el producto ejecutado y terminado y el empaque de salidas para determinar los diferentes procesos de una mejora continua para la ejecución de una operación in mediata, las técnicas de medición son varias y cambia su modalidad para calcular un tiempo estimado, tiempo óptimo para las diferentes operaciones para el desarrollo de la organización.

- ✓ Diagrama de operaciones.
- ✓ Diagramas de flujo.
- ✓ Diagramas de hilos.
- ✓ Diagramas de recorrido (Nieto , 2011).

### **8.7. Suplemento del estudio de tiempos**

Los suplementos del estudio pueden ser:

- ✓ Asignables al trabajador
- ✓ Asignables al trabajo estudiado
- ✓ No asignables

Definición de suplemento.- Un suplemento es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea.

Suplementos a concederse.- Tres son los suplementos a concederse en un estudio de tiempos.

Estos son:

- ✓ Suplementos por retrasos personales
- ✓ Suplementos por retrasos por fatiga (descanso)
- ✓ Suplementos por retrasos especiales

Una vez que se hayan terminado de realizar los pasos siguientes:

- ✓ Obtener y registrar información de la operación
- ✓ Descomponer la tarea, registrar los elementos
- ✓ Tomar las lecturas
- ✓ Nivelar el ritmo de trabajo
- ✓ Calcular los suplementos de estudios de tiempos

Posteriormente se procede a calcular el estudio de tiempos y se obtiene el tiempo estándar de la operación como sigue:

Se analiza la consistencia de cada elemento. Las medidas a tomar pueden ser las siguientes:

- ✓ Si las variaciones son debidas a la naturaleza de los elementos se conservan todas las lecturas.

- ✓ Caso contrario la lectura anterior o posterior donde se observa la variación de ambas son consistentes, la inconsistencia en el elemento estudiado se deberá a la falta de habilidad del trabajador. Si un gran número de observaciones son consistentes se pueden eliminar las variaciones extremas y solas conservar las normas.
- ✓ En cada uno de los elementos se suman las lecturas que han sido consideradas como consistentes.
- ✓ Se nota el número de lecturas que han sido consideradas para cada elemento.
- ✓ Se divide, para cada elemento, la suma de las lecturas entre el número de lecturas o consideradas, el resultado es el tiempo promedio por elemento.

**Ecuación 2.** Tiempo promedio

$$T_{prom} = \frac{SX_i}{n}$$

- ✓ Se multiplica el tiempo promedio (Te) por el factor de valoración. Esta cifra debe aproximarse hasta el milésimo de minuto/ obteniéndose el tiempo base elemental:

**Ecuación 3.** Tiempo básico

$$T_n = T_e (\text{valoración en } \%)$$

- ✓ Al tiempo base elemental se le suma la tolerancia por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo normal o concedido por elemento.

**Ecuación 4.** Tiempo tipo

$$T_t = T_n (1 + \text{Tolerancias})$$

- ✓ Se calcula la frecuencia por operación o pieza/ de cada elemento cíclico o contingente
- ✓ Se multiplica el tiempo concedido elemental por la frecuencia obtenida del elemento. A este producto se le denomina tiempo total concedido
- ✓ Se suman los tiempos concedidos para cada elemento y se obtiene el tiempo tipo o estándar por operación/ pieza, etc.
- ✓ Al efectuarse el cálculo del tiempo tipo debe tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:
  - Si debe concederse el tiempo de preparación y retiro
  - El factor interferencia cuando se presenta un ciclo de trabajo estudiado.

### 8.8. Tiempo del ciclo

El tiempo de ciclo, denotado como  $c$ , es una medida del tiempo entre dos unidades que salen al final de la línea como buenos artículos terminados (Thomopoulos, 2014, p.2014). Esta medida se calcula como:

**Ecuación 5.** Tiempo ciclo o estándar

$$C = \frac{\textit{Tiempo de desplazamiento}}{\textit{Secuencia de cambios}}$$

**Donde:**

T es el tiempo de desplazamiento.

N es la secuencia de cambios.

### 8.9. Takt time

Es el tiempo en el que se debe obtener una unidad de producto. Es un término muy conocido en la manufactura el cual se utiliza para establecer el tiempo que se debe tardar en completar una unidad para cumplir con la demanda (Ortiz, 2006).

**Ecuación 6.** Takt Time

$$TT = \frac{\textit{Tiempo disponible para la demanda}}{\textit{Numero de unidades requeridas por la demanda}}$$

### 8.10. Takt time real (actual takt time)

Es el tiempo real que toma producir un vehículo o un componente del mismo. Depende de muchos factores tales como el tiempo de arranque, el estado del stock de unidades, la frecuencia de paros de línea, ineficiencias, etc. (Ortiz, 2006)

**Ecuación 7.** Actual Takt Time

$$ATT = TT * \eta$$

**Donde:**

TT: Tack time

$\eta$ : Número de unidades requeridas.

### 8.11. Herramientas para el registro de información

Para el registro de información relativa los métodos de trabajo, se utilizan una serie de diagramas:

- ✓ Gráfico de trayectoria.
- ✓ Diagrama de recorrido.
- ✓ Diagrama de flujo.
- ✓ Diagrama de actividad hombre-máquina

Entre estos los más comunes para identificar tiempos en los procesos son:

#### Diagrama de procesos

El diagrama de proceso de recorrido según (Ingeniería de métodos, 1998), es una representación gráfica de la secuencia de actividades que se presentan en el proceso de producción, con fines analíticos y para ayudar a encontrar y eliminar diferencias entre métodos.

En estos diagramas de procesos son construidos de acuerdo con la que nos dicen que cualquier proceso industrial o elaboración de un producto se puede representar por medio de cinco tipos de actividades, cuya denominación símbolo o resultado inmediato se resumen en la Tabla 4.

**Tabla 6.** Diagrama de procesos.

Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se produce o se realiza algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales.
Actividad combinada		Operación combinada con una inspección.

**Fuente:** Gestión de proyectos, 2014.

**Operación:** Ocurre cuando se cambia intencionalmente las características físico/químicas de un objeto o material, cuando es montado o desmontado de otro, cuando se dispone o prepara para otra actividad.

**Transporte:** Ocurre cuando se mueve o traslada un objeto de un lado a otro.

Excepto cuando el movimiento hace parte intrínseca de una operación o son generados por el operario, en fin si el traslado es menor de un metro, no hay transporte.

**Demora:** ocurre cuando las operaciones no permiten una actividad inmediata de la actividad siguiente ó esa actividad no se requiere. Excepto cuando estas circunstancias cambian intencionalmente las características físico/químicas del objeto cuyo caso se considera que no hay una demora sino una operación.

**Inspección:** ocurre cuando se examina un objeto para identificar y/o verificar sus características en cantidad o en calidad.

**Almacenamiento:** ocurre cuando se guarda o protege algo que no se puede retirar sin autorización, en general se considera que almacenaje solo hay en el inicio de las materias primas y al final de productos terminados, los almacenajes intermedios son llamados demora.

### **8.12. Proceso de pintura**

Según CESVIMAP (2015), Afirma que el proceso de pintado en una línea de ensamblaje de automotores se aplican una infinidad de distintos productos de pintura, cada uno de estas etapas con una misión específica.

Conservando la referencia anterior, el pintado de la carrocería durante la fabricación de los automóviles se desarrolla después de soldar la carrocería completa y antes de comenzar el montaje de los accesorios y del equipamiento por completo. En ese momento, la carrocería, aún desnuda, resulta ser una superficie generalmente de acero, este a su vez es sumergido a diferentes tratamientos y recibirá productos protectores en las diferentes cubas.

Los pasos para realizar este proceso son los siguientes: limpieza y desengrasado, fosfatado, secado, cataforesis, aplicación de otras protecciones, aparejado y acabado. Limpieza y desengrasado es muy importante en la carrocería, las superficies pueden acumular grasas, polvo y otras impurezas, que deben eliminarse antes de pasar a la zona de pintura, se limpian bien las superficies para garantizar la perfecta pegadura de los productos que se van a depositar sobre ellas. Este proceso se realiza por ducha, a presión normal o con alta presión, mediante un rociado o inmersión constante en las piscinas. Se emplean soluciones de gran poder desengrasante. Finalmente, se somete la carrocería a un lavado, pulverizando agua

desmineralizada. Antes de pasar a la fase siguiente, se seca, evaporándose los productos empleados en la limpieza (CESVIMAP, 2015).

#### **8.12.1. Fosfatado**

El proceso de fosfatado, es un tratamiento de transformación de la superficie metálica, formándose una capa microcristalina de fosfato de zinc. Para lograr este proceso, se sumerge la carrocería en un baño compuesto, básicamente, por ácido fosfórico, fosfatos primarios de zinc y aditivos acelerantes, a temperatura entre 40 y 60 °C, durante 90-180 segundos.

Esta inmersión facilita un recubrimiento más uniforme y una mejor penetración en las partes huecas que si se hiciera mediante pulverización. La capa así creada es porosa y, gracias a su estructura cristalina, aumenta la superficie de contacto, facilitando la adherencia. Esta capa es prácticamente insoluble y eléctricamente aislante, por lo que protege frente a la humedad y la corrosión. Su espesor depende, principalmente, del tiempo de inmersión y de la acidez total del baño, influyendo otros aspectos como la temperatura o la agitación. (CESVIMAP, 2015)

#### **8.12.2. Pasivado**

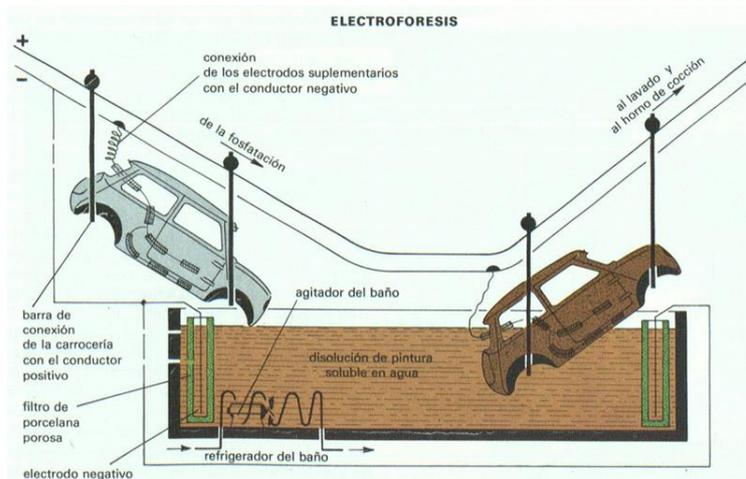
Después del proceso de fosfatado, se lava la superficie con una solución acuosa pasivante, tratamiento que mejora la adherencia y la protección anticorrosiva. De manera tradicional, se realizaba el proceso con cromo hexavalente pero, por sus riesgos cancerígenos, se está sustituyendo por cromo trivalente y otros compuestos exentos.

Al lavar la superficie con estas soluciones, se rellenan las cavidades de la capa microcristalina, consiguiendo una superficie sin poros. Con objeto de excluir electrolitos y restos de producto de los tratamientos anteriores, se realiza un lavado final de la carrocería con agua desionizada (CESVIMAP, 2015).

#### **8.12.3 Electroforesis**

La electroforesis, es un tratamiento de protección anticorrosiva que recibe la carrocería, este tratamiento crea una capa mediante electrodeposición, el producto se coloca sobre la carrocería por la acción de la corriente eléctrica. La carrocería, conectada al polo negativo o cátodo, se introduce en un baño de pintura cataforética, cuya cuba está conectada al polo opuesto, el positivo o ánodo. Mediante la corriente eléctrica, la pintura cataforética, que se caracteriza porque contiene pigmentos anticorrosivos, se deposita sobre la carrocería (CESVIMAP, 2015).

**Figura 2.** Electroforesis



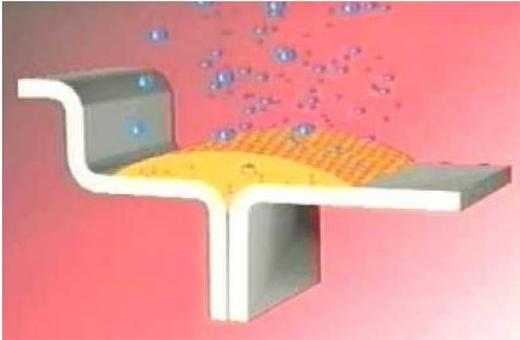
**Fuente:** Motorgiga, 2010.

La tensión con que se trabaja puede estar alcanzada entre 100 y 400 voltios. El espesor de la capa depende fundamentalmente de la tensión aplicada, pues la capa que se va depositando no conduce la corriente eléctrica, por lo que el efecto eléctrico cesa cuando la capa alcanza un determinado espesor. Los espesores suelen estar entre 18 y 25 micras, con un tiempo de inmersión de entre 2 y 4 minutos (CESVIMAP, 2015).

#### 8.12.4 Sellado

Mediante el proceso de sellado y la hermetización, se evita la filtración de agua en las zonas de unión de las distintas piezas que conforman la carrocería. También se emplean paneles insonorizantes que disminuyen las vibraciones, reduciendo los riesgos de aparición de corrosión por fatiga, a la vez que decrece el ruido de la carrocería por vibraciones de los paneles más grandes (Otra protección consiste en la pulverización de protectores de bajos y antigraavillas sobre las zonas expuestas: piso del vehículo, pase de rueda, etc. Los productos empleados, por su composición plástica soportan el impacto de pequeñas piedras y gravillas, impidiendo que se perjudique la carrocería (CESVIMAP, 2015).

**Figura 3.** Electroforesis



**Fuente:** Teorosan, 2010.

### **8.12.5. Acabado**

La pintura de acabado suele aplicarse mediante sistemas electrostáticos. En algunos casos por problemas de acceso de los brazos de los robots, se completa el proceso con aplicaciones manuales. En el acabado monocapa se pulveriza un único producto que proporciona el color y el brillo, mientras que en los bicapas se emplean dos productos: el color y el barniz transparente que dará el brillo

A pesar de utilizar dos productos en estos procesos, no es necesario secar el primero (el color) para aplicar el segundo, sino que basta con la evaporación de los disolventes para poder dar el barniz. El espesor de la capa de color es de, aproximadamente, 45 micras en monocapas y de sólo 15 en bicapas, ya que en estos últimos la capa final de barniz contará con unas 40 micras. La pintura monocapa y el barniz se secan en hornos durante unos diez minutos a temperaturas que oscilan entre 120 y 160 °C (CESVIMAP, 2015).

### **8.13. Como medio de incrementar la productividad**

La clave más viable para el éxito de todas las empresas reside saber incrementar la productividad, pero para ello es preciso tener en cuenta el rendimiento total de las actividades productivas de los factores y no solo la productividad del trabajo.

La ingeniería de métodos facilita herramientas de gran importancia que permite encaminar esfuerzos para aumentar la eficiencia de todos los procesos productivos y reducir al máximo todos los elementos que estén ocasionando pérdidas a la empresa. Tomando en cuenta, que al conseguir la reducción de los tiempos improductivos tanto como de la mano de obra, reducción de recorridos de materia prima y del producto terminado y eliminando o reduciendo operaciones

improductivas, así mismo creando ambientes de trabajo agradables que permitan eliminar condiciones que tienden a causar fatiga a los operarios se estará logrando un incremento en la productividad.

## **9. HIPÓTESIS**

¿Con la estandarización de tiempos en los procesos en el área de ELPO, se incrementará el volumen de producción?

**9.1. Variable dependiente:** Incrementar la producción

**9.2. Variable independiente:** Estandarización de tiempos en los procesos.

## **10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

En presente trabajo de investigación se utilizará un enfoque cuantitativo como cualitativo.

¿Por qué?

Cualitativo, porque destaca los procesos productivos y en base a esto se estudiará los resultados alcanzados, para plantear una solución.

Cuantitativo, de manera que se tomará en cuenta, el tiempo que demora en pasar la unidad por todos los procesos dentro del área de ELPO.

### **10.1. Modalidad básica de la investigación**

Para realizar la investigación pertinente se utilizara las siguientes modalidades de investigación.

#### **10.1.1. Investigación de campo**

El propósito de esta investigación es recopilar toda la información posible para analizar el área de ELPO de la planta de pintura en la empresa CIAUTO, teniendo en cuenta el medio que se va investigar (ELPO), se llevara a cabo una entrevista con el gerente de planta y los operarios para conocer la situación actual de los procesos que de la línea de producción.

#### **10.1.2. Investigación experimental**

Mediante la investigación experimental, se pretende solventar las demoras en los diferentes procesos en la línea de ELPO, de esta manera se identificara cual es el tiempo óptimo para realizar un proceso dentro de línea de producción. Para conocer el problema a fondo se llevara a cabo un estudio de las variables causa y efecto, en el que se manipula la variable dependiente (estudio de puestos de trabajo), para observar los efectos en la variable dependiente (estandarizar tiempos de producción), cuyo propósito sea identificar el problema para estandarizar el tiempo con el fin de aumentar volumen de producción.

## **10.2. Tipo de investigación**

### **10.2.1. Exploratoria**

Mediante esta investigación se observara los tiempos reales de cada proceso para posteriormente analizar y estandarizar los procesos que cumple las unidades en el área de ELPO, esto debido a que no existe una investigación previa sobre un trabajo estandarizado dentro de la planta de pintura, se identificara las causas principales que actualmente tiene la planta, con respecto a la inadecuada estandarización del tiempo normal para realizar su actividad, para que el operario sea más eficiente, con el objetivo de lograr una optimización adecuada de tiempos de producción.

Para lo cual, lo primero que hay que hacer en esta investigación es explorar o indagar el tema que vamos a realizar, para llevar a cabo esta investigación vamos a necesitar medios y técnicas para recopilar datos como entrevistas directas, hojas de cálculo y tabla de datos.

Una vez recolectado toda la información posible, se examinara la situación para llegar al fondo del problema, lo suficientemente fuerte para determinar qué factores son los que interrumpen en la línea de producción del ELPO, para inmediatamente identificar el desbalance lineal que existe en el área afectada, cuyo propósito mejore los procesos a través de un balanceo lineal, permitiendo así aumentar el volumen de producción.

## **10.3. Técnicas de investigación**

### **Tabla de datos**

Mediante esta técnica se realizara la toma de datos en tiempo real, de los operarios seleccionados en el proceso del área de ELPO, para realizar la estandarización de tiempos en base a las fórmulas planteadas con anterioridad.

Este método eficiente nos ayudará nos permitirá conocer el tiempo real que se demoran los operarios en cada una de las actividades que realizan para dar cumplimiento a los diferentes áreas de la línea de producción de ELPO.

**Observación directa**

Con esta técnica se conocerá el desempeño de los operarios en el puesto de trabajo, de tal forma nos permitirá llegar al punto exacto del problema, identificando las demoras y retrasos en la producción.

**Recolección de datos**

Para la recolección de datos se usa una serie de herramientas y técnicas necesarias que permitan cumplir con los objetivos propuestos por la investigación, una vez recolectado los datos de medición se procede a aplicar distintas fórmulas con la finalidad de conocer las condiciones actuales del área de estudio y poder determinar si la misma se encuentra dentro de las condiciones idóneas para el ser humano, de no ser así se puede determinar propuestas que mejoren las condiciones de las personas.

**1. Diagnosticar la situación actual de la línea de producción del área de ELPO en la planta pintura.**

**a. Levantamiento de información de todos los procesos, equipos y operadores.**

La Empresa CIAUTO, tiene en su planta de pintura en el área de ELPO maquinarias de tipo industrial, que se detalla las especificaciones técnicas de cada una de ellas a continuación en la Tabla 5.

**Tabla 7.** Disposición de máquinas en el área de ELPO.

No.	Área	Operación	Actividad	Maquina	Tipo	Marca	Can.	Status	Criticidad	Mantenimiento	Años de operación
1	Recepción y envió	Traspaso de unidad	Cambio de dollie	Tecele	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Alta	Preventivo	5
2	ELPO	Transporte de unidad	Cargobus	Tecele	Eléctrico	Industrial	5	Disponibles	Alta	Preventivo	5
3		Cuba 1	Predeengrase aspersión	Bomba B1	Eléctrico	Industrial	2	Disponibles	Media	Correctivo	3
4		Cuba 2	Desengrase por inmersión	Bomba desengrase	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	5
5		Cuba 3	Enjuague y desengrase por inmersión	Bomba B3	Eléctrico	Industrial	2	Disponibles	Media	Correctivo	6
6		Cuba 4	Activación sustractor inmersión	Bomba B4	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	6
7		Cuba 5	Pasivado fosfato	Bomba Sello B5	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	4
8		Cuba 6	Fosfato inmersión	Bomba B6	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	3
9		Cuba 7	Fosfatado inmersión	Bomba B7	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	5
10		Cuba Transferencia	Limpieza	Bomba Transferencia	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Baja	Preventivo	3
11		Cuba 8	Cuba E-COAT	Bomba de E-COAT A	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	3
12				Bomba de E-COAT B	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	5
13				Bomba de E-COAT C	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	3
14				Bomba de E-COAT D	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	4
16		Cuba 9	Enjuague UF1	Bomba B9	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	2
17		Cuba 10	Enjuague UF2	Bomba B10	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	5
18		Cuba 11	Enjuague Agua DI, Inmersión	Bomba B11	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Media	Correctivo	3
19		Horno 1 ELPO	Conveyor horno ELPO	Conveyor	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Baja	Preventivo	3
20			Tecele horno ELPO	Tecele	Eléctrico	Industrial	1	Disponibles	Alta	Correctivo	3

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

En la Tabla 5, se especifica el nombre de la máquina, la actividad que cumple cada una de estas, el tipo operación si son eléctricas o manuales, además se detalla la marca y la cantidad, el estado de las máquinas que actualmente se encuentran en la planta, el grado de criticidad se determina en base a tres colores, el rojo muestra el alto grado de criticidad, el naranja señala el medio grado de criticidad y el verde bajo grado de criticidad, los tipos de mantenimiento se establece en base a la operatividad y tiempo de trabajo de la máquina y por último se proyecta los años de operación que lleva cada una de las máquinas.

### Personal de la planta de pintura

En la planta de pintura, laboran 6 operarios en el área de ELPO, los cuales ejecutan diferentes actividades que va desde la inspección general, recepción y envío de unidades, limpieza, colocación de topes, envío de unidades al área de ELPO, sopleteado, operación del horno 1, envío de unidad al área de sellado y despachó de unidades terminadas del área de Finesse, en la Tabla 6, se muestra la lista de operarios. Estos operadores ejecutan tareas determinadas, para lograr satisfacer el objetivo de la empresa mediante el desarrollo y el crecimiento para competir a nivel nacional e internacional.

**Tabla 8.** Nómina de operarios que laboran en el área de ELPO.

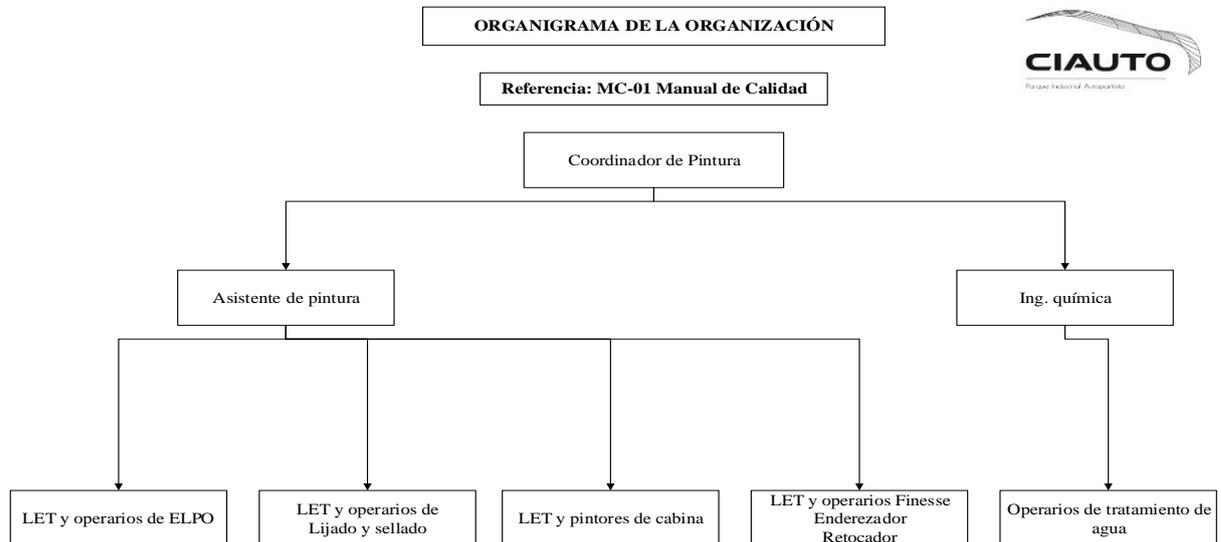
<b>EMPRESA:</b>	CIAUTO Cia. Ltda.	
<b>Planta:</b>	Pintura	
<b>Área de trabajo:</b>	ELPO	
<b>NOMINA DE TRAJADORES</b>		
<b>Nro.</b>	<b>Apellidos</b>	<b>Nombres</b>
1	Almache Velasco	Franklin Gabriel
2	Cunalata	Danny
3	Palate Supe	Álvaro Mauricio
4	Crespo Suarez	Marco Vinicio
5	Mora	Byron
6	Segovia Amores	Fernando Guillermo
7	Taco Quenguan	Juan Pablo

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Estructura organizacional de la planta de pintura

En la Figura 4, se puede apreciar el siguiente organigrama de cómo está la estructura jerárquica actual de la planta de pintura en la empresa Ciauto.

**Figura 4.** Organigrama estructural de la planta de pintura.



Fuente: CIAUTO

En la Tabla 7, muestra las funciones que están a cargo cada uno de los colaboradores que pertenece a la estructura jerárquica de la planta de pintura presentado en la Figura 4

**Tabla 9.** Función de los colaboradores en la planta de pintura.

CARGO	FUNCIONES
Coordinador de pintura	Coordinar y ejecutar actividades planificadas con el fin de lograr resultados asignados.
Asistente de pintura	Supervisar las actividades para ejecutar el proceso y la mejora continua en las distintas áreas de la planta.
Ing. Química	dirigir y controlar el personal de relevamientos y diagnóstico de la situación
LET y operarios de ELPO	Gestiona el trabajo y reestructura las actividades para alcanzar los objetivos más significativos para el mejoramiento diario en el área de ELPO. Obtiene los recursos y el soporte de los operarios. Planea la distribución de trabajo en función de las cargas.
LET y operarios de lijado y sellado	
LET y pintores de cabina	
Operarios de tratamientos de agua	Supervisan el progreso de las aguas residuales a través de la planta de tratamiento debido que las aguas se someten a un proceso de limpieza gradual.

Elaborado por: El grupo de investigación.

Fuente: CIAUTO

**b. Conocer la producción actual del proceso productivo del área del ELPO.**

Para conocer la producción actual, los procesos de cada operación y la distribución de planta, estos datos se obtuvieron basándose en la documentación entregada por los colaboradores de la planta de pintura de la empresa Ciauto.

**Capacidad de producción diaria**

En las tablas 8-12, se proyecta el registro de producción mensual que lleva la empresa para analizar la capacidad de producción total que se logró hacer en el mes. Como dato importante se consideró 5 registros de los últimos meses del presente año, para identificar el incremento del volumen de producción en el área de ELPO que tendrá al plantear nuestra propuesta.

En la Tabla 8, se muestra el número de unidades producidas del mes de enero, visualizando así un valor total de producción de 21 unidades, mencionando que se operó la planta de pintura desde el 25 de enero del 2018 con un total de 4 días.

**Tabla 10.** Registro de producción del mes de marzo.

PRODUCCIÓN DIARIA DE LA PLANTA DE PINTURA																																
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	
	1-ene	2-ene	3-ene	4-ene	5-ene	6-ene	7-ene	8-ene	9-ene	10-ene	11-ene	12-ene	13-ene	14-ene	15-ene	16-ene	17-ene	18-ene	19-ene	20-ene	21-ene	22-ene	23-ene	24-ene	25-ene	26-ene	27-ene	28-ene	29-ene	30-ene	31-ene	
<b>ELPO (COMPACTOS)</b>																																
<b>ELPO (CHASIS)</b>																										3				4	5	9
<b>FINESSE (COMPACTOS)</b>																																
<b>FINESSE (CHASIS)</b>																								1			2			1	1	1

	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
	1-ene	2-ene	3-ene	4-ene	5-ene	6-ene	7-ene	8-ene	9-ene	10-ene	11-ene	12-ene	13-ene	14-ene	15-ene	16-ene	17-ene	18-ene	19-ene	20-ene	21-ene	22-ene	23-ene	24-ene	25-ene	26-ene	27-ene	28-ene	29-ene	30-ene	31-ene
<b>ELPO</b>																									3				4	5	9
<b>FINESSE</b>																															
<b>PLASTICOS</b>																															

**PRODUCCIÓN  
TOTAL MES ELPO**

**21**

Fuente: CIAUTO, 2018.

En la Tabla 9, se muestra el número de unidades producidas del mes de febrero, visualizando así un valor total de producción de 276 unidades, mencionando que opero la planta 19 días del mes de febrero del 2018.

**Tabla 11.** Registro de producción del mes de febrero.

PRODUCCIÓN DIARIA DE LA PLANTA DE PINTURA																												
	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
	1-feb	2-feb	3-feb	4-feb	5-feb	6-feb	7-feb	8-feb	9-feb	10-feb	11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb	16-feb	17-feb	18-feb	19-feb	20-feb	21-feb	22-feb	23-feb	24-feb	25-feb	26-feb	27-feb	28-feb
<b>ELPO (COMPACTOS)</b>	1	0	0		12	3	15	8	10	8				5	6	7	0		13	15	13	17	16	19		0	9	7
<b>ELPO (CHASIS)</b>	8	9	0		5	7	1	6	6	7				7	9	8	0		5	1	0	0	0	0		0	6	7
<b>FINESSE (COMPACTOS)</b>	1	2	1		0	3	4	7	14	7				6	9	5	5		4	9	8	4	16	13		11	19	14
<b>FINESSE (CHASIS)</b>	6	5	7		6	3	9	3	2	2				4	6	4	5		9	6	8	2	3	0		0	0	0

	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
	1-feb	2-feb	3-feb	4-feb	5-feb	6-feb	7-feb	8-feb	9-feb	10-feb	11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb	16-feb	17-feb	18-feb	19-feb	20-feb	21-feb	22-feb	23-feb	24-feb	25-feb	26-feb	27-feb	28-feb
<b>ELPO</b>	9	9			17	10	16	14	16	15				12	15	15			18	16	13	17	16	19			15	14
<b>FINESSE</b>	7	7	8		6	6	13	10	16	9				10	15	9	10		13	15	16	6	19	13		11	19	14
<b>PLASTICOS</b>																												

**PRODUCCIÓN  
TOTAL MES ELPO**

**276**

Fuente: CIAUTO, 2018.

En la Tabla 10, se muestra el número de unidades producidas del mes de marzo, visualizando así un valor total de producción de 323 unidades, mencionando que opero la planta 21 días del mes de marzo del 2018.

**Tabla 12.** Registro de producción del mes de marzo.

PRODUCCIÓN DIARIA DE LA PLANTA DE PINTURA																															
	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S
	1-mar	2-mar	3-mar	4-mar	5-mar	6-mar	7-mar	8-mar	9-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar	15-mar	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar	22-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar	30-mar	31-mar
<b>ELPO (COMPACTOS)</b>	4	9	0		4	13	0	9	9			8	8	8	11	11			8	8	10	7	8			0	7	11	8	9	
<b>ELPO (CHASIS)</b>	10	7	0		11	0	0	7	7			4	4	10	6	6			9	8	4	8	7			18	7	7	7	6	
<b>FINESSE (COMPACTOS)</b>	18	0	1		5	2	5	5	5	9		6	7	3	6	6	4		5	5	14	9	12	5		4	10	11	6	8	
<b>FINESSE (CHASIS)</b>	0	1	3		5	3	8	4	4	5		3	8	2	9	10	6		6	6	2	8	8	8		9	7	9	6	7	
<b>ELPO</b>	14	16			15	13	13		16			12	18	15	17	17			17	16	14	15	15			18	14	18	15	15	
<b>FINESSE</b>	18	1	4		10	5	4	13	9	14		9	15	5	15	16	10		11	11	16	17	20	13		13	12	20	12	15	
<b>PLASTICOS</b>																															
<b>PRODUCCIÓN TOTAL MES ELPO</b>								<b>323</b>																							

Fuente: CIAUTO, 2018.

En la Tabla 11, se muestra el número de unidades producidas del mes de abril, visualizando así un valor total de producción de 326 unidades, mencionando que opero la planta 23 días del mes de abril del 2018.

**Tabla 13.** Registro de producción del mes de abril.

PRODUCCIÓN DIARIA DE LA PLANTA DE PINTURA																														
	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L
	1-abr	2-abr	3-abr	4-abr	5-abr	6-abr	7-abr	8-abr	9-abr	10-abr	11-abr	12-abr	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	27-abr	28-abr	29-abr	30-abr
<b>ELPO (COMPACTOS)</b>		12	7	8	7	7	0		7	11	6	7	9	6		8	8	11	5	9	8		3	8	6	7	8	7		30-abr
<b>ELPO (CHASIS)</b>		4	8	6	8	7	0		7	4	9	5	6	9		7	8	4	9	6	7		7	4	6	8	7	5		
<b>FINESSE (COMPACTOS)</b>		9	12	8	8	6	7		7	6	6	10	7	4		8	8	8	8	5	9		6	8	6	9	7	5		
<b>FINESSE (CHASIS)</b>		4	2	6	10	6	6		6	7	8	7	6	8		7	6	6	5	9	4		6	8	6	8	7	5		

	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L
	1-abr	2-abr	3-abr	4-abr	5-abr	6-abr	7-abr	8-abr	9-abr	10-abr	11-abr	12-abr	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	27-abr	28-abr	29-abr	30-abr
<b>ELPO</b>		16	15	14	15	14			14	15	15	12	15	15		15	16	15	14	15	15		10	12	12	15	15	12		
<b>FINESSE</b>		13	14	14	18	12	13		13	13	14	17	13	12		15	14	14	13	14	13		12	16	12	17	14	10		
<b>PLASTICOS</b>																														

<b>PRODUCCIÓN TOTAL MES ELPO</b>	<b>326</b>
----------------------------------	------------

Fuente: CIAUTO, 2018.

En la Tabla 12, se muestra el número de unidades producidas del mes de abril, visualizando así un valor total de producción de 326 unidades, mencionando que opero la planta 23 días del mes de abril del 2018.

**Tabla 14.** Registro de producción del mes de mayo.

PRODUCCIÓN DIARIA DE LA PLANTA DE PINTURA																															
	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J
	1-may	2-may	3-may	4-may	5-may	6-may	7-may	8-may	9-may	10-may	11-may	12-may	13-may	14-may	15-may	16-may	17-may	18-may	19-may	20-may	21-may	22-may	23-may	24-may	25-may	26-may	27-may	28-may	29-may	30-may	31-may
<b>ELPO (COMPACTOS)</b>	6	6	2	0	0		0	0	0	0	0			0	1	18	19	6			0	0	9	0				19	14	0	0
<b>ELPO (CHASIS)</b>	7	9	10	8	6		12	14	14	15	13			12	17	0	0	13			19	19	10	17				0	5	19	20
<b>FINESSE (COMPACTOS)</b>	5	7	9	4	8		3	0	0	0	0			0	0	0	7	25			0	12	1	17				13	15	23	17
<b>FINESSE (CHASIS)</b>	5	8	4	7	4		11	14	15	17	15			8	15	11	11	0			14	7	18	0				2	5	0	3

	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J
	1-may	2-may	3-may	4-may	5-may	6-may	7-may	8-may	9-may	10-may	11-may	12-may	13-may	14-may	15-may	16-may	17-may	18-may	19-may	20-may	21-may	22-may	23-may	24-may	25-may	26-may	27-may	28-may	29-may	30-may	31-may
<b>ELPO</b>	13	15	12	8	6		12	14	14	15	13			12	18	18	19	19			19	19	19	17				19	19	19	20
<b>FINESSE</b>	10	15	13	11	12		14	14	15	17	15			8	15	11	18	25			14	19	19	17				15	20	23	20
<b>PLASTICOS</b>																															

**PRODUCCIÓN TOTAL MES ELPO**

**359**

Fuente: CIAUTO, 2018.

## Procesos de operación y producción para el área de ELPO

### Inspección y control de unidades

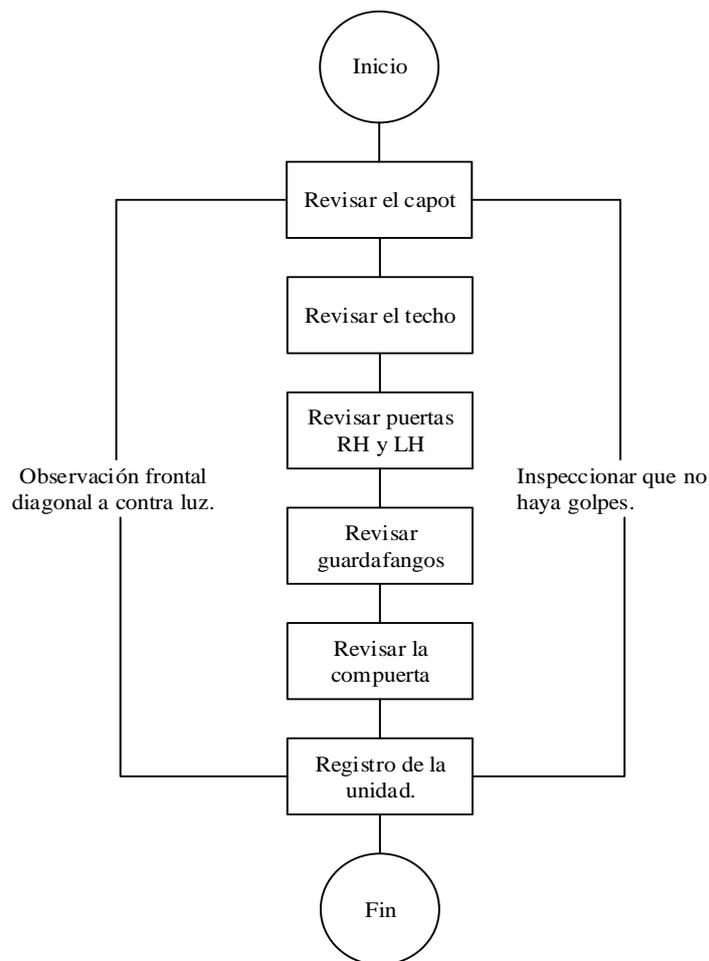
Los procesos que se realizan en la inspección y control de unidades son los siguientes:

Tabla 15. Inspección y control de unidades.

Actividades	Descripción	Función
Revisar el capot	Inspeccionar la superficie de la carrocería verificando que no existan defectos, observar de forma frontal y diagonal a contra luz que no haya golpes, marca de herramientas, etc.	Garantizar la calidad del producto antes de ingresar al proceso de pintura.
Revisar el techo		
Revisar puertas RH y LH		
Revisar guardafangos		
Revisar compuerta		
Registro de la unidad		

Fuente: CIAUTO, 2016

Figura 5. Procesos de inspección y control de unidades.



Fuente: CIAUTO, 2016.

## Preparación de unidades para el proceso ELPO

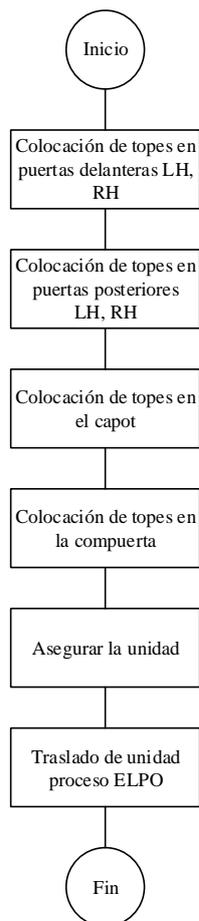
Los procesos para la preparación de la unidad son los siguientes:

**Tabla 16.** Preparación de unidades para el proceso ELPO.

Actividades	Descripción	Función
<b>Colocación de topes en puertas delanteras LH y RH</b>	Proceder a insertar el perno en la puerta y con la ayuda de una llave número 10. Ajustar, verificar que no tienda a salirse.	Asegurar que la unidad no sufra daños al momento de ingresar a las cubas.
<b>Colocación de topes en puertas Posteriores LH y RH</b>		
<b>Colocación de topes en el capot</b>	Colocar el tope en los puntos extremos y ajustar.	
<b>Colocación de topes en la compuerta</b>		
<b>Traslado de unidad al proceso ELPO</b>	empujar la carrocería en el punto exacto para iniciar la operación de ELPO	Mejor desplazamiento de la unidad.

Fuente: CIAUTO, 2016.

**Figura 6.** Procesos de preparación de unidad.

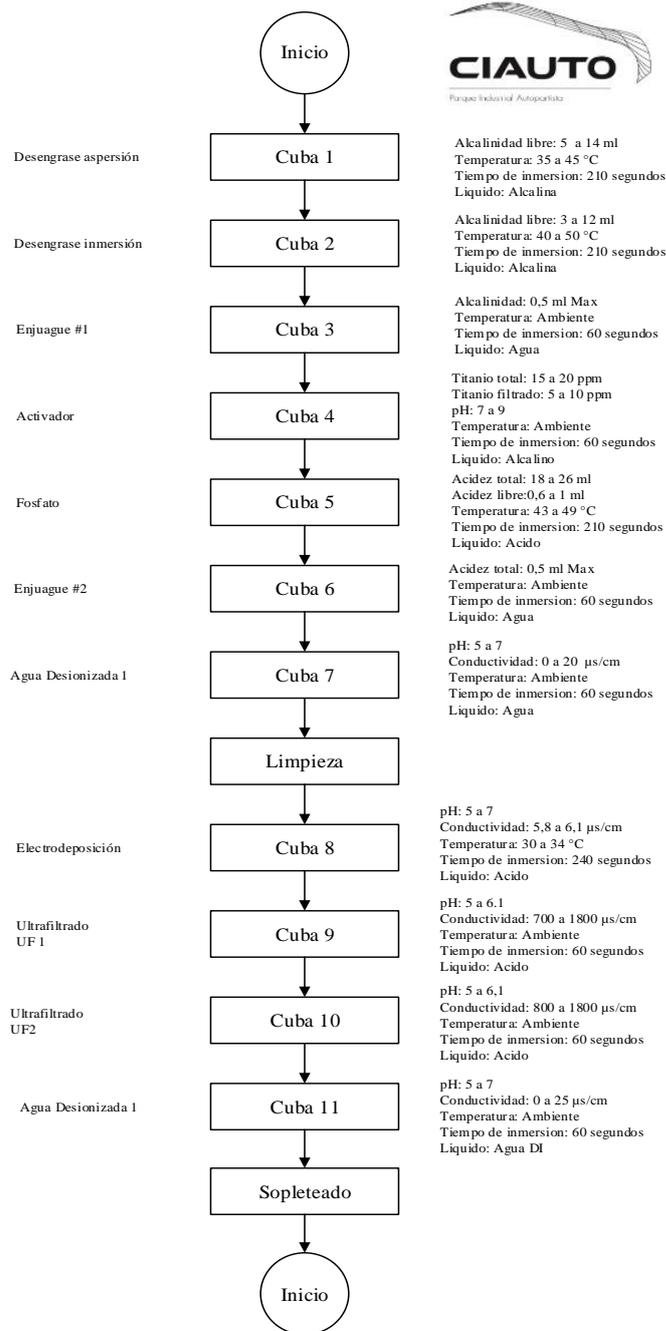


Fuente: CIAUTO, 2016.

## Proceso ELPO

En la Figura 7, se desglosan el proceso productivo que se realiza en el ELPO, sus técnicas de operación, métodos de trabajo y las especificaciones técnicas situadas en cada estación de trabajo.

**Figura 7.** Flujo de procesos en el área de ELPO



Fuente: CIAUTO, 2016.

## **Descarga de la unidad del horno ELPO**

Los procesos que se realizan en la descarga de unidades son los siguientes:

**Posicionar el dollie fuera de la salida del horno:** Colocar el dollie fuera de la marcación de salida del horno de tal forma que quede sobre el tecla.

**Quitar el seguro de la unidad:** Con un alicate cortar el alambre galvanizado sujeto a la unidad con dollie, tanto en la parte delantera como en la posterior.

**Colocación de tope de la esponja en la compuerta:** Colocar un tope de esponja y retirar el tope metálico.

**Retiro de topes en las puertas delanteras LH y RH:** Retirar los topes de las puertas delanteras con una llave número 10.

**Retiro de topes en puertas posteriores LH y RH:** Retirar los topes de la puerta posterior con una llave número 10.

**Ubicar la araña:** Tomar el mando del tecla, presionar hacia adelante sobre la carrocería.

**Descender la araña:** Presionar el botón de descenso hasta una distancia de 50 cm entre la araña y la carrocería.

**Enganchar la araña:** Abrir las puertas y los ganchos de la araña de manera cuidadosa para la sujeción de la carrocería.

**Ascender la araña:** Presionar el botón de ascenso para elevar la carrocería a un punto adecuado para retirar el dollie.

**Ubicación del dollie:** Desplazar el coche ELPO con el skin pallet y ubicar el dollie pintura en la parte inferior de la carrocería.

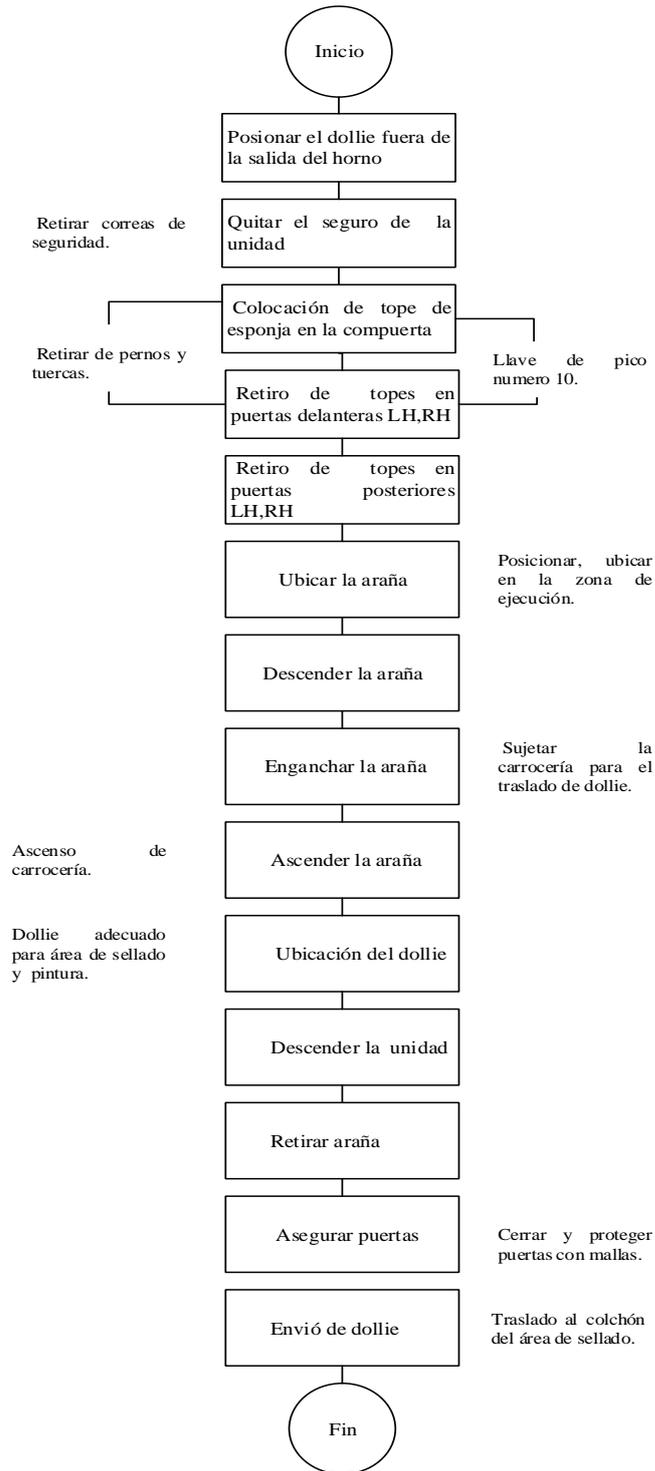
**Descender la unidad:** Girar la carrocería a 180° y posterior a eso presionar el botón descenso hasta colocar sobre el dollie pintura.

**Reir la araña:** Desenganchar la araña y elevar hasta su punto inicial.

**Asegurar puertas:** Cerrar las puertas y colocar masking en los extremos de las puertas.

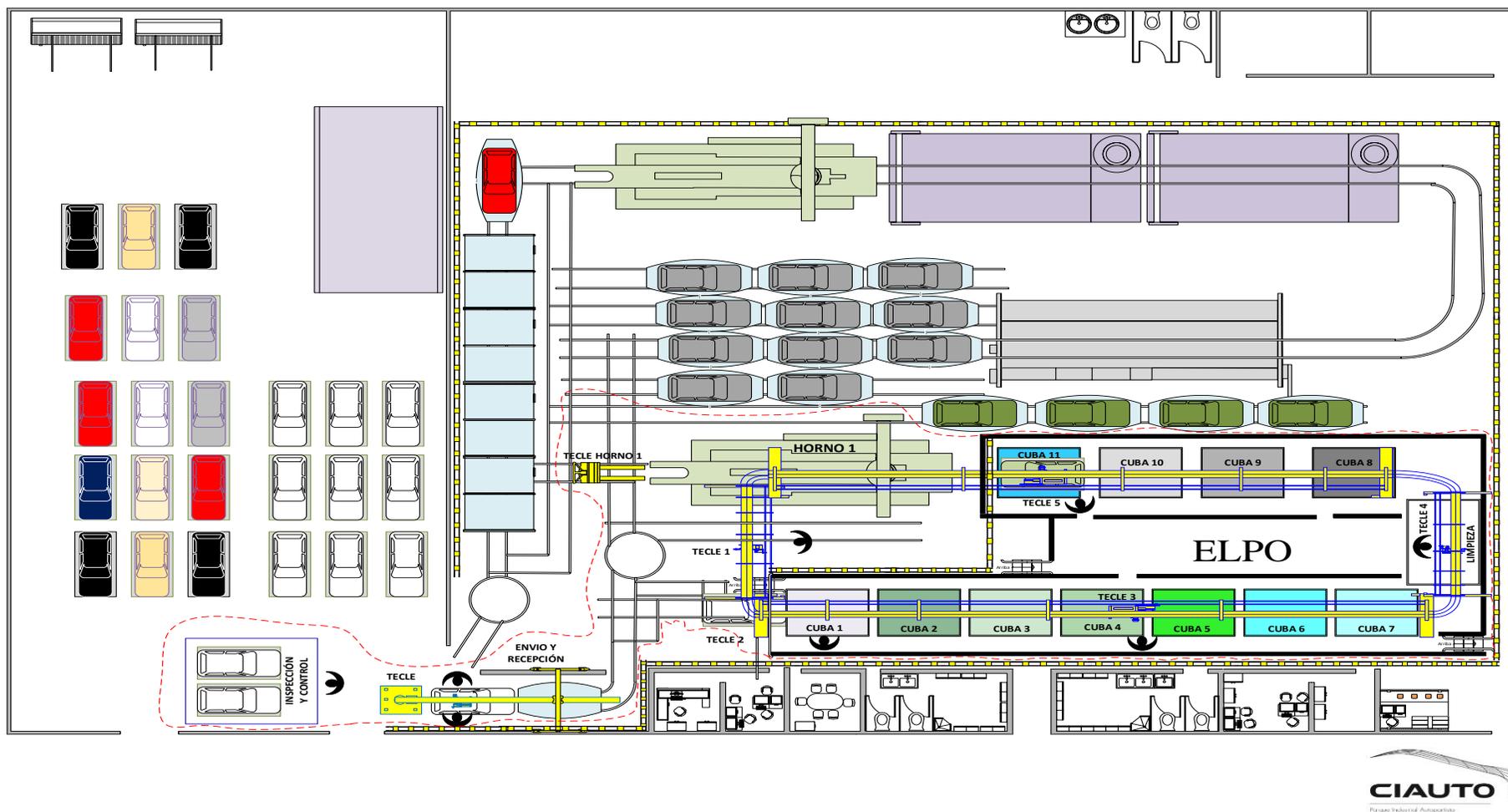
**Envío de dollie:** traslado de la carrocería al área de Sellado.

**Figura 8.** Proceso de descarga de la unidad del horno.



**Fuente:** CIAUTO, 2016.

Figura 9. Diseño de destrucción de la planta de pintura.



Elaborado por: El grupo de investigación.

## 2. Analizar los criterios y requerimientos para estandarizar los procesos productivos.

### a. Realización de un estudio de tiempos reales de las diferentes actividades de los procesos productivos.

#### Verificación de unidades.

A continuación en la Tabla 15, se desglosa las actividades que lleva a cabo el operador para ejecutar el proceso de control e inspección de unidades, para determinar el tiempo promedio que el operador debería realizar cierta actividad, para esto se dispuso hacer 10 muestras, de tal forma nos agilite llevar en marcha la estandarización del proceso.

**Tabla 17.** Control e inspección de unidades.

N°	Elemento o caminar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ubicación de unidad	13	5	10	13	14	9	11	7	15	12
2	Inspección de panel exterior/interior	88	103	60	99	68	109	105	99	104	107
3	Inspección de panel del techo	30	29	38	59	88	42	44	48	47	59
2	Inspección de la puerta FR exterior/interior	78	53	67	65	64	70	73	65	76	71
5	Inspección de puerta RR exterior/interior	27	58	37	34	31	68	60	54	49	34
6	Inspección de guardafangos	22	25	15	17	19	17	20	18	24	16
7	Inspección de capo	23	27	26	24	25	20	21	28	24	22
8	Inspección de paso rueda	17	13	14	26	29	30	24	26	32	19
9	Inspección de la compuerta exterior/interior	40	53	47	71	41	39	45	38	39	53
10	control y registro de unidad	91	100	98	85	106	104	97	85	109	99
11	Ubicar la unidad en stock y acomodar el colchón	153	89	99	238	210	213	240	270	250	238
<b>TOTAL (seg)</b>		<b>582</b>	<b>555</b>	<b>511</b>	<b>731</b>	<b>695</b>	<b>721</b>	<b>740</b>	<b>738</b>	<b>769</b>	<b>730</b>
<b>TOTAL (min)</b>		<b>00:09:42</b>	<b>00:09:15</b>	<b>00:08:31</b>	<b>00:12:11</b>	<b>00:11:35</b>	<b>00:19:01</b>	<b>00:12:20</b>	<b>00:12:18</b>	<b>00:12:49</b>	<b>00:12:10</b>

**Elaborado por:** el grupo de investigación.

### Recepción de unidades

En la Tabla 16, se especifica las actividades que realizan 3 operadores, las cuales forman parte del proceso de recepción de unidades dentro del área del ELPO. Para ejecutar este proceso dos operarios se encargan de trasladar la carrocería en el dollie ELPO, quienes logran hacer esta operación en un tiempo determinado, de igual manera se estipulo tomar 10 datos para su respectivo tiempo de estandarización.

**Tabla 18.** Recepción de unidades.

N°	Elemento o Caminar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		A.P. y B.M.	B.M y F.A.	B.M y F.A.							
1	Colocación del dollie	41	50	50	51	49	32	55	137	40	54
2	Llevar la unidad a la araña	53	69	53	44	60	56	43	33	43	45
3	Colocar la araña a la cabina	60	49	42	42	34	38	45	33	40	38
2	Colocación de la cabina al dollie de ELPO	47	50	55	42	53	51	55	43	80	60
5	Elevación de la araña	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
6	Llevar la unidad a la línea de ELPO	31	79	28	50	99	37	37	30	40	34
<b>TOTAL (seg)</b>		<b>240</b>	<b>305</b>	<b>236</b>	<b>237</b>	<b>303</b>	<b>222</b>	<b>243</b>	<b>284</b>	<b>251</b>	<b>240</b>
<b>TOTAL (min)</b>		<b>00:04:00</b>	<b>00:05:05</b>	<b>00:03:56</b>	<b>00:03:57</b>	<b>00:05:03</b>	<b>00:03:42</b>	<b>00:04:03</b>	<b>00:03:57</b>	<b>00:04:11</b>	<b>00:04:00</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Preparación de unidades para el proceso ELPO

En la Tabla 17, se detalla las actividades que se desarrolla en el proceso de preparación de unidades para el proceso ELPO. Para ejecutar este proceso el operario realiza la limpieza de la unidad hasta la colocación de topes, el tiempo que tarda para ejecutar este proceso está entre 6 a 9 minutos ver en la Tabla 17, por esta razón se procedió a tomar 10 datos para el respectivo trabajo de estandarización.

**Tabla 19.** Preparación de unidades.

N°	Elemento o Caminar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		D.C.	D.C.	D.C.	F.S.	F.S.	F.A.	J.T.	F.S.	D.C.	D.C.
1	Limpieza de capo interior/externo	85	84	92	87	88	81	83	92	86	90
2	Limpieza de techo	87	45	42	58	42	52	51	46	44	45
3	Limpieza de compuerta	27	28	25	30	29	13	25	25	31	34
4	Colocación de topes puertas FR	30	39	36	34	35	50	56	39	44	48
5	Colocación de topes puertas RR	106	37	78	46	38	40	61	40	81	50
6	Colocación de topes del capo	113	137	75	46	41	104	90	67	120	75
7	Colocación de topes compuerta	23	23	45	18	18	20	24	19	45	45
8	Colocación de correas de seguridad	78	75	75	68	70	61	41	33	115	74
9	Ubicar unidad	15	11	12	13	13	15	10	13	9	13
<b>TOTAL (seg)</b>		549	468	480	400	374	436	441	374	575	474
<b>TOTAL (min:seg)</b>		0:09:09	0:07:48	0:08:00	0:06:40	0:06:14	0:07:16	0:07:21	0:06:14	0:09:35	0:07:54

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Colocación de la cesta

En la Tabla 18, se muestra las actividades que realizan 3 operadores para la colocación de la cesta, también se puede visualizar el tiempo de ascenso y descenso de cada cargobus.

**Tabla 20.** Colocación de la cesta.

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
1	Ubicación del Cargobus	Inspección visual	36	34	38	31	36
2	Descenso de la cesta		58	58	56	58	58
3	Colocación de cesta	Enganche de la cesta	28	38	26	40	40
		Colocación de seguros	40	51	35	40	150
		Colocación de tierra	7	9	9	8	17
4	Ascenso de la unidad	Inspección visual	36	35	39	40	39
5	Traslado de la unidad a cuba 1	Operar cargobus	28	29	29	29	29
<b>TOTAL (seg)</b>			<b>233</b>	<b>254</b>	<b>232</b>	<b>246</b>	<b>369</b>
<b>TOTAL (min)</b>			<b>0:03:53</b>	<b>0:04:14</b>	<b>0:03:52</b>	<b>0:04:06</b>	<b>0:06:09</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

## Proceso ELPO

### Desengrase aspersion (Cuba 1)

En la Tabla 19, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el desengrase de la carrocería en la cuba número 1.

**Tabla 21.** Operación cuba 1.

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	Nro. de oscilaciones internas		8	8	8	8	8
	Nro. de oscilaciones salida		1	1	1	1	1
1	Descenso de la unidad	Activación de aspersores e inspección visual	145	134	144	123	117
2	Ciclo de oscilación		198	206	162	175	180
3	Ascenso de la unidad	Inspección visual	92	108	108	130	113
4	Ciclo de oscilación		36	21	24	26	24
5	Traslado de la unidad a cuba 2	Operación de Cargobus	26	49	51	26	26
<b>Total (s)</b>			<b>497</b>	<b>518</b>	<b>489</b>	<b>480</b>	<b>460</b>
<b>Total (min)</b>			<b>0:08:17</b>	<b>0:08:38</b>	<b>0:08:09</b>	<b>0:08:00</b>	<b>0:07:40</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Desengrase inmersión (Cuba 2)

En la Tabla 20, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el desengrase inmersión de la carrocería en la cuba número 2.

**Tabla 22.** Operación cuba 2.

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	Nro. de oscilaciones internas		11	11	11	11	11
	Nro. de oscilaciones salida		1	1	1	1	1
1	Descenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	127	143	147	139	120
2	Ciclo de oscilación		215	212	205	195	198
3	Ascenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	95	88	90	97	82
4	Ciclo de oscilación		36	27	24	26	24
5	Traslado de la unidad a cuba 3	Operación del Cargobus	26	26	26	26	26
<b>Total (s)</b>			<b>499</b>	<b>496</b>	<b>492</b>	<b>483</b>	<b>450</b>
<b>Total (min)</b>			<b>0:08:19</b>	<b>0:08:16</b>	<b>0:08:12</b>	<b>0:08:03</b>	<b>0:07:30</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Enjuague #1 (Cuba 3)

En la Tabla 21, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el enjuague de la carrocería en la cuba número 3.

**Tabla 23.** Operación cuba 3.

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	Nro. de oscilaciones internas		2	2	2	2	2
	Nro. de oscilaciones salida		1	1	1	1	1
1	Descenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	126	132	141	125	108
2	Ciclo de oscilación		63	66	78	59	60
3	Ascenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	95	89	91	98	82
4	Ciclo de oscilación		42	30	33	30	30
5	Traslado de la unidad a cuba 3	Operación del Cargobus	26	26	26	26	26
<b>Total (s)</b>			<b>352</b>	<b>343</b>	<b>369</b>	<b>338</b>	<b>306</b>
<b>Total (min)</b>			<b>0:05:52</b>	<b>0:05:43</b>	<b>0:06:09</b>	<b>0:05:38</b>	<b>0:05:06</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Activador (Cuba 4)

En la Tabla 22, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir activador de la carrocería en la cuba número 4.

**Tabla 24.** Operación cuba 4.

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	Nro. de oscilaciones internas		2	2	2	2	2
	Nro. de oscilaciones salida		1	1	1	1	1
1	Descenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	127	130	139	120	118
2	Ciclo de oscilación		61	62	61	63	60
3	Ascenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	96	90	91	97	84
4	Ciclo de oscilación		42	29	30	32	23
5	Traslado de la unidad a cuba 3	Operación del Cargobus	26	26	26	26	30
<b>Total (s)</b>			<b>352</b>	<b>337</b>	<b>347</b>	<b>338</b>	<b>315</b>
<b>Total (min)</b>			<b>0:05:52</b>	<b>0:05:37</b>	<b>0:05:47</b>	<b>0:05:38</b>	<b>0:05:15</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Fosfato (Cuba 5)

En la Tabla 23, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el proceso de fosfato de la carrocería en la cuba número 5.

**Tabla 25.** Operación cuba 5.

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	Número de oscilaciones internas		9	9	9	9	9
	Número de oscilaciones salida		1	1	1	1	1
1	Descenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	127	132	140	125	120
2	Ciclo de oscilación		217	197	208	216	208
3	Ascenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	93	104	91	97	84
4	Ciclo de oscilación		37	24	25	32	26
5	Traslado de la unidad a cuba 3	Operación del Cargobus	26	26	52	26	26
<b>Total (seg)</b>			<b>500</b>	<b>483</b>	<b>516</b>	<b>496</b>	<b>464</b>
<b>Total (min)</b>			<b>0:08:20</b>	<b>0:08:03</b>	<b>0:08:36</b>	<b>0:08:16</b>	<b>0:07:44</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Enjuague #2 (Cuba 6)

En la Tabla 24, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el enjuague número 2 de la carrocería en la cuba número 6.

**Tabla 26.** Operación cuba 6

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	Nro. de oscilaciones internas		2	2	2	2	2
	Nro. de oscilaciones salida		1	1	1	1	1
1	Descenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	126	133	140	117	115
2	Ciclo de oscilación		62	62	61	63	60
3	Ascenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	96	89	91	97	84
4	Ciclo de oscilación		44	29	32	30	33
5	Traslado de la unidad a cuba 7	Operación del Cargobus	26	26	70	26	26
	<b>Total (s)</b>		<b>354</b>	<b>339</b>	<b>394</b>	<b>333</b>	<b>318</b>
	<b>Total (min)</b>		<b>0:05:54</b>	<b>0:05:39</b>	<b>0:06:34</b>	<b>0:05:33</b>	<b>0:05:18</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Agua Desionizada 1 (Cuba 7)

En la Tabla 25, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el proceso de baño de agua desionizada a la carrocería en la cuba número 7.

**Tabla 27.** Operación cuba 7.

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	Número de oscilaciones internas		11	11	11	11	11
	Número de oscilaciones salida		1	1	1	1	1
1	Descenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	127	143	147	139	120
2	Ciclo de oscilación		215	212	205	195	198
3	Ascenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	95	88	90	97	82
4	Ciclo de oscilación		36	27	24	26	24
5	Traslado de la unidad a cuba 3	Operación del Cargobus	26	26	26	26	26
<b>Total (s)</b>			<b>499</b>	<b>496</b>	<b>492</b>	<b>483</b>	<b>450</b>
<b>Total (min)</b>			<b>0:08:19</b>	<b>0:08:16</b>	<b>0:08:12</b>	<b>0:08:03</b>	<b>0:07:30</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

## Limpieza

En la Tabla 26, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el proceso de limpieza que realizan los operadores a la carrocería.

**Tabla 28.** Operación de limpieza.

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
1	Descenso de la unidad	Inspección visual	11	11	15	15	15
2	Limpieza de la unidad		260	189	236	227	216
3	Ascenso de la unidad	Inspección visual	11	15	14	20	14
4	Traslado de la unidad a cuba 8	Operación del Cargobus	26	26	26	26	30
	<b>Total (s)</b>		<b>308</b>	<b>241</b>	<b>291</b>	<b>288</b>	<b>275</b>
	<b>Total (min)</b>		<b>0:05:08</b>	<b>0:04:01</b>	<b>0:04:51</b>	<b>0:04:48</b>	<b>0:04:35</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Electrodeposición (Cuba 8)

En la Tabla 27, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el proceso de electrodeposición a la carrocería en la cuba número 8.

**Tabla 29.** Operación cuba 8

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	Número de oscilaciones internas		6	4	5	6	6
	Número de oscilaciones salida		1	1	1	1	1
1	Descenso de la unidad	Inspección visual	131	255	134	159	115
2	Ciclo de oscilación		240	256	255	249	240
3	Ascenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	95	99	97	91	77
4	Ciclo de oscilación		27	54	41	26	26
5	Traslado de la unidad a cuba 3	Operación del Cargobus	26	35	39	36	36
	<b>Total (s)</b>		<b>519</b>	<b>699</b>	<b>561</b>	<b>561</b>	<b>494</b>
	<b>Total (min)</b>		<b>0:08:39</b>	<b>0:11:39</b>	<b>0:09:21</b>	<b>0:09:21</b>	<b>0:08:14</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Ultrafiltrado UF1 (Cuba 9)

En la Tabla 28, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el proceso ultrafiltrado a la carrocería en la cuba número 9.

**Tabla 30.** Operación cuba 9.

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		<b>P.D.</b>	<b>P.D.</b>	<b>P.D.</b>	<b>P.D.</b>	<b>P.D.</b>
	Número de oscilaciones internas		2	2	2	2	2
	Número de oscilaciones salida		1	1	1	1	1
1	Descenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	128	134	139	128	120
2	Ciclo de oscilación		59	61	61	60	61
3	Ascenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	95	89	90	97	84
4	Ciclo de oscilación		42	30	31	32	30
5	Traslado de la unidad a cuba 3	Operación del Cargobus	26	26	26	26	26
	<b>Total (s)</b>		<b>350</b>	<b>340</b>	<b>347</b>	<b>343</b>	<b>321</b>
	<b>Total (min)</b>		<b>0:05:50</b>	<b>0:05:40</b>	<b>0:05:47</b>	<b>0:05:43</b>	<b>0:05:21</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Ultrafiltrado UF2 (Cuba 10)

En la Tabla 29, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el proceso de ultrafiltrado a la carrocería en la cuba número 10.

**Tabla 31.** Operación cuba 10

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	Número de oscilaciones internas		2	2	2	2	2
	Número de oscilaciones salida		1	1	1	1	1
1	Descenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	128	130	140	125	116
2	Ciclo de oscilación		67	62	58	59	59
3	Ascenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	88	89	91	97	72
4	Ciclo de oscilación		44	34	37	28	32
5	Traslado de la unidad a cuba 3	Operación del Cargobus	26	26	26	26	26
	<b>Total (s)</b>		<b>353</b>	<b>341</b>	<b>352</b>	<b>335</b>	<b>305</b>
	<b>Total (min)</b>		<b>0:05:53</b>	<b>0:05:41</b>	<b>0:05:52</b>	<b>0:05:35</b>	<b>0:05:05</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Agua desionizada (Cuba 11)

En la Tabla 30, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el proceso baño de agua desionizada a la carrocería en la cuba número 10.

**Tabla 32.** Operación cuba 11

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
	Posición de ingreso a la cuba		P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	Número de oscilaciones internas		5	6	6	5	5
	Número de oscilaciones salida		2	2	2	2	2
1	Descenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	125	135	140	122	118
2	Ciclo de oscilación		62	59	60	67	60
3	Ascenso de la unidad	Activación y desactivación de aspersores e inspección visual	97	88	91	97	83
4	Ciclo de oscilación		131	193	169	148	238
5	Traslado de la unidad a sopleteo	Operación del Cargobus	23	21	24	24	21
	<b>Total (s)</b>		<b>438</b>	<b>496</b>	<b>484</b>	<b>458</b>	<b>520</b>
	<b>Total (min)</b>		<b>0:07:18</b>	<b>0:08:16</b>	<b>0:08:04</b>	<b>0:07:38</b>	<b>0:08:40</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Sopleteado

En la Tabla 31, se puede visualizar los tiempos de operación de los 5 cargobuses operados por 3 operarios con sus diferentes actividades que realizan para cumplir el proceso de sopleteado a la carrocería.

**Tabla 33.** Operación de sopleteado

N°	Actividad		CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
	Equipo	Operador	D.C.	D.C.	D.C.	J.T.	F.A.
1	Descenso de la unidad	Inspección visual y ubicación de dollie	52	70	44	40	38
2	Ubicación y sopleteo de unidad	Retirar tierra, correas y seguros	50	52	40	87	76
3		Ubicar unidad en dollie	54	220	52	35	41
4		Sopleteo de unidad	442	601	470	429	696
5		Envío de unidad al horno	14	48	47	37	44
6	Elevación de Cargobus	Inspección visual	51	42	62	55	59
7	Ubicación del cargobus		66	68	74	69	67
	<b>Total (s)</b>		<b>729</b>	<b>1101</b>	<b>789</b>	<b>752</b>	<b>895</b>
	<b>Total (min)</b>		<b>0:12:09</b>	<b>0:18:21</b>	<b>0:13:09</b>	<b>0:12:32</b>	<b>0:14:55</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Descarga de unidades

En la Tabla 32, se puede visualizar los diez tiempos tomados a 2 operadores para la operación de descarga de unidades y traslado hacia lijado.

**Tabla 34.** Descarga de unidades del horno ELPO.

N°	Elemento o Caminar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		A.P. y B.M.									
1	Ubicar unidad	21	13	14	15	22	21	17	9	25	15
2	Retirar topes y seguros	70	49	116	57	46	50	68	39	100	70
3	Colocación de la araña	45	26	30	30	61	32	21	35	27	25
2	elevación de la unidad	9	12	8	9	10	12	9	11	11	9
5	Retirar dollie	12	32	12	38	18	13	18	26	20	8
6	Colocar dollie de pintura	19	22	34	39	44	17	20	20	17	19
7	Girar la unidad	13	13	14	13	12	12	11	10	12	11
8	descargar y ubicar la unidad	8	39	13	11	15	11	23	11	13	56
9	Retirar la araña	13	16	16	12	9	13	20	15	13	14
10	Colocar correas de seguridad en puertas	22	18	23	21	17	23	20	14	20	22
11	Empujar la unidad	56	83	53	69	64	38	56	50	66	28
12	Registrar la unidad	12	10	14	16	12	13	11	10	39	14
	<b>TOTAL (seg)</b>	<b>288</b>	<b>323</b>	<b>333</b>	<b>330</b>	<b>330</b>	<b>255</b>	<b>294</b>	<b>250</b>	<b>363</b>	<b>291</b>
	<b>TOTAL (min)</b>	<b>0:04:48</b>	<b>0:05:23</b>	<b>0:05:33</b>	<b>0:05:30</b>	<b>0:05:30</b>	<b>0:04:15</b>	<b>0:04:54</b>	<b>0:04:10</b>	<b>0:06:03</b>	<b>0:04:51</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### b. Análisis de los tiempos que agregan y no agregan valor.

#### Análisis de verificación de unidades

En la Tabla 33, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cuatro para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 35.** Análisis de verificación de unidades.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	AV	NAV
	X	>												
	11	13	0	8	3	0	-1	4	2	6	-2	1	5	8
	94	99	11	-4	39	0	31	-10	-6	0	-5	-8	99	
	48	59	29	30	21	0	-29	17	15	11	12	0	59	
	68	65	-13	12	-2	0	1	-5	-8	0	-11	-6	65	
	45	34	7	-24	-3	0	3	-34	-26	-20	-15	0	34	
	19	17	-5	-8	2	0	-2	0	-3	-1	-7	1	17	
	24	24	1	-3	-2	0	-1	4	3	-4	0	2	24	
	23	26	9	13	12	0	-3	-4	2	0	-6	7	26	
	47	53	13	0	6	-18	12	14	8	15	14	0	50	21
	97	85	-6	-15	-13	0	-21	-19	-12	0	-24	-14	78	7
	200	238	85	149	139	0	28	25	-2	-32	-12	0	158	80
<b>Total (s)</b>	677	713	1	0	0	7	0	1	2	4	1	4	615	116

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Análisis de recepción de unidades

En la Tabla 34, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número tres para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 36.** Análisis de recepción de unidades

Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	AV	NAV	
		X	>											
56	50	9	0	0	-1	1	18	-5	-87	10	-4	50	6	
50	53	0	-16	0	9	-7	-3	10	20	10	8	53	4	
42	42	-18	-7	0	0	8	4	-3	9	2	4	42	8	
54	55	8	5	0	13	2	4	0	12	-25	-5	55	6	
8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	8		
47	37	6	-42	9	-13	-62	0	0	7	-3	3	28	20	
<b>Total (s)</b>	256	245	2	2	5	2	1	2	3	1	1	0	236	44

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Análisis de colocación de topes y limpieza

En la Tabla 35, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número tres para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 37.** Análisis de colocación de topes y limpieza.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	AV	NAV
	X	>												
	87	92	7	8	0	5	4	11	9	0	6	2	92	60
	51	45	-42	0	3	-13	3	-7	-6	-1	1	0	42	30
	27	25	-2	-3	0	-5	-4	12	0	0	-6	-9	25	3
	41	39	9	0	3	5	4	-11	-17	0	-5	-9	36	2
	58	40	-66	3	-38	-6	2	0	-21	0	-41	-10	78	30
	87	75	-38	-62	0	29	34	-29	-15	8	-45	0	75	16
	28	45	22	22	0	27	27	25	21	26	0	0	45	7
	69	75	-3	0	0	7	5	14	34	42	-40	1	75	45
	12	13	-2	2	1	0	0	-2	3	0	4	0	12	9
Total (s)	447,3	436											468	193

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Análisis de colocación de la cesta

En la Tabla 36, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 38.** Análisis de colocación de cesta.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	35	36	0	2	-2	5	0	34	2
	58	58	0	0	2	0	0	58	
	34	40	12	2	14	0	0	38	2
	63	40	0	-11	5	0	-110	60	90
	10	9	2	0	0	1	-8	14	3
	38	39	3	4	0	-1	0	39	
	29	29	1	0	0	0	0	29	
<b>Total (s)</b>	<b>267</b>	<b>251</b>						<b>272</b>	<b>97</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de desengrase aspersion (Cuba 1)

En la Tabla 37, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 39.** Análisis de cuba 1.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	P.D.	P.D.							
	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	133	134	-11	0	-10	11	17	117	2
	184	180	-18	-26	18	5	0	180	2
	110	108	16	0	0	-22	-5	113	1
	26	24	-12	3	0	-2	0	24	
	35,6	26	0	-23	-25	0	0	26	
<b>Total (s)</b>	<b>489</b>	<b>472</b>						<b>460</b>	<b>5</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de desengrase inmersión (Cuba 2)

En la Tabla 38, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 40.** Análisis de cuba 2.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	135,2	139	12	-4	-8	0	19	120	3
	205	205	-10	-7	0	10	7	198	1
	90,4	82	-13	-6	-8	-15	0	82	2
	27,4	24	-12	-3	0	-2	0	24	
	26	26	0	0	0	0	0	26	2
<b>Total (s)</b>	<b>484</b>	<b>476</b>						<b>450</b>	<b>8</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de enjuague #1 (Cuba 3)

En la Tabla 39, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 41.** Análisis de cuba 3

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	126,4	125	-1	-7	-16	0	17	108	2
	65,2	60	-3	-6	-18	1	0	60	2
	91	89	-6	0	-2	-9	7	82	1
	33	30	-12	0	-3	0	0	30	1
	26	26	0	0	0	0	0	26	
<b>Total (s)</b>	<b>341,6</b>	<b>330</b>						<b>306</b>	<b>6</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de activador (Cuba 4)

En la Tabla 40, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 42.** Análisis de cuba 4.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	126,8	118	-9	-12	-21	-2	0	118	
	61,40	60	-1	-2	-1	-3	0	60	
	91,60	84	-12	-6	-7	-13	0	84	
	31,20	23	-19	-6	-7	-9	0	23	2
	26,8	26	0	0	0	0	-4	26	4
<b>Total (s)</b>	<b>337,8</b>	<b>311</b>						<b>311</b>	<b>6</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de fosfato (Cuba 5)

En la Tabla 41, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 43.** Análisis de cuba 5.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	128,8	125	-2	-7	-15	0	5	120	1
	209,2	208	-9	11	0	-8	0	208	
	93,8	91	-2	-13	0	-6	7	84	1
	28,8	26	-11	2	1	-6	0	26	
	31,2	26	0	0	-26	0	0	26	2
<b>Total (s)</b>	<b>491,8</b>	<b>476</b>						<b>464</b>	<b>4,00</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de enjuague #2 (Cuba 6)

En la Tabla 42, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 44.** Análisis de cuba 6.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	126,2	115	-11	-18	-25	-2	0	115	2
	62	60	-2	-2	-1	-3	0	60	
	91,4	89	-7	0	-2	-8	5	84	
	33,6	33	-11	4	1	3	0	33	
	34,8	26	0	0	-44	0	0	26	3
<b>Total (s)</b>	<b>347,6</b>	<b>323</b>						<b>318</b>	<b>5</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de agua desionizada 1 (Cuba 7)

En la Tabla 43, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 45.** Análisis de cuba 7.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	2	1	1
	127,80	126	0	-8	-14	4	9	117	
	70,80	63	1	14	3	-57	0	63	
	90,40	90	-4	0	-1	-8	11	79	
	33,40	31	-11	-1	0	0	0	31	2
	26,60	26	-3	0	0	0	0	26	3
<b>Total (s)</b>	<b>312,4</b>	<b>336</b>						<b>316</b>	<b>5</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de limpieza

En la Tabla 44, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 46.** Análisis de limpieza.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	13,40	15	4	4	0	0	0	15	1
	225,60	216	-44	27	-20	-11	0	216	
	14,80	14	3	-1	0	-6	0	14	2
	26,80	26	0	0	0	0	-4	30	4
<b>Total (s)</b>	<b>280,6</b>	<b>271</b>						<b>275</b>	<b>7,00</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Análisis de electrodeposición (Cuba 8)

En la Tabla 45, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 47.** Análisis de cuba 8.

Más Repetido			1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
X	>								
P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
159	115	-16	-140	-19	-44	0	115		
248	240	0	-16	-15	-9	0	240		
92	91	-4	-8	-6	0	14	77		
35	26	-1	-28	-15	0	0	26		
34	36	10	1	-3	0	0	36	3	
<b>Total (s)</b>	<b>566,8</b>	<b>508</b>					<b>494</b>	<b>3</b>	

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Análisis de ultra filtrado UF1 (Cuba 9)

En la tabla 46, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 48.** Análisis de cuba 9.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	129,8	128	0	-6	-11	0	8	120	2
	60,4	61	2	0	0	1	0	60	
	91	84	-11	-5	-6	-13	0	84	
	33	30	-12	0	-1	-2	0	30	
	26	26	0	0	0	0	0	26	3
<b>Total (s)</b>	<b>340,2</b>	<b>329</b>						<b>320</b>	<b>5,00</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de ultra filtrado UF2 (Cuba 10)

En la tabla 47, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 49.** Análisis de cuba 10.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	128	128	0	-2	-12	3	12	116	3
	61	59	-8	-3	1	0	0	59	
	87	89	1	0	-2	-8	17	72	
	35	32	-12	-2	-5	4	0	32	
	26	26	0	0	0	0	0	26	2
<b>Total (s)</b>	<b>337,2</b>	<b>334</b>						<b>305</b>	<b>5</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de agua des ionizada (Cuba 11)

En la Tabla 48, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 50.** Análisis de cuba 11.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.	P.D.
	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	128	118	-7	-17	-22	-4	0	118	
	62	60	-2	1	0	-7	0	60	
	91	97	0	9	6	0	14	83	
	176	193	62	0	24	45	-45	200	38
	23	21	-2	0	-3	-3	0	21	3
<b>Total (s)</b>	<b>479,2</b>	<b>489</b>						<b>482</b>	<b>41,00</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Análisis de sopleteo

En la Tabla 49, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 51.** Análisis de sopleteo.

	Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	AV	NAV
	X	>							
	49	44	-8	-26	0	4	6	38	10
	61	52	2	0	12	-35	-24	76	7
	80	41	-13	-179	-11	6	0	41	5
	528	470	28	-131	0	41	-226	696	10
	38	44	30	-4	-3	7	0	44	8
	54	59	8	17	-3	4	0	59	5
	69	67	1	-1	-7	-2	0	67	1
<b>Total (s)</b>	<b>853</b>	<b>651</b>						<b>1021</b>	<b>46,00</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Descarga de unidades

En la Tabla 50, se realiza una resta de los valores tomados menos el valor repetitivo obteniendo así la mayor cantidad de ceros. Como resultado da la muestra número cinco para determinar los tiempos que agregan valor a la operación y los tiempos que no agregan valor pero son parte de la operación, estos datos están en determinados en segundos.

**Tabla 52.** Análisis de descarga de unidades.

Más Repetido		1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	AV	NAV
X	>												
17	21	0	8	7	6	-1	0	4	12	-4	6	16	4
67	70	0	21	-46	13	24	20	2	31	-30	0	65	5
33	30	-15	4	0	0	-31	-2	9	-5	3	5	40	3
10	9	0	-3	1	0	-1	-3	0	-2	-2	0	9	
20	12	0	-20	0	-26	-6	-1	-6	-14	-8	4	11	1
25	19	0	-3	-15	-20	-25	2	-1	-1	2	0	15	2
12	13	0	0	-1	0	1	1	2	3	1	2	12	1
20	11	3	-28	-2	0	-4	0	-12	0	-2	-45	8	
14	13	0	-3	-3	1	4	0	-7	-2	0	-1	12	1
20	22	0	4	-1	1	5	-1	2	8	2	0	19	3
56	56	0	-27	3	-13	-8	18	0	6	-10	28	53	2
15,1	12	0	2	-2	-4	0	-1	1	2	-27	-2	12	0
309	288	8	1	2	5	0	2	3	1	1	3	272	22
5,155	4,8											4,53	0,37

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### c. Determinación del tiempo estándar y la eficiencia de la línea de producción

Para calcular el tiempo promedio ( $T_{prom}$ ), se utilizó la siguiente fórmula:

**Ecuación 8.** Tiempo promedio

$$T_{prom} = \frac{\sum T_n}{n}$$

Donde:

$\sum T_n$ = Tiempo de las muestras realizadas.

$n$ = número de muestras.

Para determinar el valor del desempeño se utilizó la tabla de evaluación de desempeño de la Norma Británica de desempeño para evaluar el desempeño del operador según el desempeño de trabajo a continuación se muestran los siguientes valores en la Tabla 51.

**Tabla 53.** Norma británica para evaluar el desempeño del operario.

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad (Km/h) <sup>1</sup>
60-80	75-100	100-133	0-100		
0	0	0	0	Actividad nula.	0
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operador parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
60	75	100	75	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 lo observan.	4,8
80	100	133	100	Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4 <sup>2</sup>
100	125	167	125	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuosos", solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

Fuente: San Diego IM, 2011.

Para calcular el tiempo básico ( $T_b$ ), utilizó la siguiente fórmula.

**Ecuación 9.** Tiempo básico

$$Tb = Tprom * valoración$$

Donde:

Tprom= Tiempo promedio.

Valoración %= Valoración establecida para el operario.

Para determinar los suplementos se identificó los tiempos de distribución que establece la planta de pintura cuya ponderación deberá ser de 0 a 10 % según en caso de tolerancia como se estima en la Tabla 52.

**Tabla 54.** Suplementos de Ciauto.

SUPLEMENTOS CIAUTO	
SUPLEMENTOS	VALOR %
SUPLEMETOS POR FATIGA BASICA	2
SUPLEMENTOS POR NECESIDADES PERSONALES	5
SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIAS	2
SUPLEMENTOS POR POLÍTICAS DE LA EMPRESA	1
SUPLEMENTOS ESPECIALES	0
<b>TOTAL</b>	<b>0,1</b>

**Fuente:** Ciauto, 2016.

Para calcular el tiempo tipo (Tt), se utilizó la siguiente fórmula.

**Ecuación 10.** Tiempo tipo

$$Tt = Tb + Suplementos$$

Donde:

Tb = tiempo básico

Para determinar el tiempo de ciclo o estándar se calcula sumando todos los valores del tiempo tipo Tt.

**Ecuación 11.** Tiempo estándar

$$T_{\text{ciclo}} = \sum Tt$$

Donde:

$\sum Tt$  = Sumatoria del tiempo tipo

Fórmula para calcular el Takt Time:

**Ecuación 12.** Takt Time

$$TT = \frac{\text{Tiempo disponible por turno}}{\text{Demanda}}$$

Fórmula para calcular el Actual Takt Time (ATT)

**Ecuación 13.** Actual Takt Time

$$ATT = TT * e$$

Donde:

**TT** = Takt time

**e** = eficiencia

La métrica que se utiliza para determinar el porcentaje de aprovechamiento de la línea de producción es la eficiencia, cuya fórmula de cálculo se la describe a continuación.

**Ecuación 14.** Eficiencia de la línea

$$e = (1 - p) * 100$$

Donde:

**e** = Eficiencia de línea

**(p)** = Se determina de la siguiente manera.

**Ecuación 15.** Producción requerida

$$p = \frac{\frac{\text{tiempo total de trabajo requerido}}{\text{unidad}} - \frac{\text{tiempo de trabajo}}{\text{unidad}}}{\frac{\text{tiempo total de trabajo requerido}}{\text{unidad}}}$$

### Estandarización de verificación de unidades

En la Tabla 53, se establece el tiempo de ciclo o estándar para el proceso de verificación de unidades para ejecutar una unidad, un operario dispone de doce (12) minutos con cuarenta y nueve (49) segundos para finalizar la fase de inspección y control de unidades. Para llevar a cabo este proceso el operario debe realizar once (11) actividades.

**Tabla 55.** Tiempo estándar de verificación de unidades.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
10,9	95	10,355	0,010355	10,365355
94,2	100	94,2	0,0942	94,2942
48,4	110	53,24	0,05324	53,29324
68,2	95	64,79	0,06479	64,85479
45,2	110	49,72	0,04972	49,76972
19,3	95	18,335	0,018335	18,353335
24	100	24	0,024	24,024
23	100	23	0,023	23,023
46,6	95	44,27	0,04427	44,31427
97,4	100	97,4	0,0974	97,4974
200	110	220	0,22	220,22
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				700,00931
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:12:49</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Estandarización de recepción de unidades

En la Tabla 54, se establece el tiempo de ciclo o estándar para el proceso de recepción de unidades para ejecutar una unidad, dos (2) operarios dispone de cuatro (4) minutos con treinta y cuatro (34) segundos para finalizar la fase del cambio de dollie. Para llevar a cabo este proceso el operario debe realizar seis (6) actividades.

**Tabla 56.** Estandarización de recepción de unidades

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
55,9	100	55,9	5,59	61,49
49,9	95	47,405	4,7405	52,1455
42,1	85	35,785	3,5785	39,3635
53,6	95	50,92	5,092	56,012
8,1	100	8,1	0,81	8,91
46,5	110	51,15	5,115	56,265
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				274,186
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:04:34</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Estandarización de preparación de unidades

En la Tabla 55, se establece el tiempo de ciclo o estándar para el proceso de preparación de unidades para ejecutar una unidad, un operario dispone de ocho (8) minutos con veinte y cuatro (24) segundos para finalizar la fase de la limpieza y colocación de topes en las puertas de la unidad. Para llevar a cabo este proceso el operario debe realizar nueve (9) actividades.

**Tabla 57.** Estandarización de preparación de unidades

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
86,8	100	86,8	8,68	95,48
51,2	95	48,64	4,864	53,504
26,7	85	22,695	2,2695	24,9645
41,1	95	39,045	3,9045	42,9495
57,7	100	57,7	5,77	63,47
86,8	110	95,48	9,548	105,028
28	95	26,6	2,66	29,26
69	100	69	6,9	75,9
12,4	100	12,4	1,24	13,64
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				504,196
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:08:24</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

## Proceso ELPO

### Colocación de cesta

En la Tabla 56, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de colocación de cesta de unidades, para ejecutar una unidad cada operario del cargobus correspondiente deberá realizar esta operación en cuatro (4) minutos con cincuenta y cinco (55) segundos, para finalizar la fase el operario debe colocar los seguros en los extremos del dollie.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe hacer siete (7) actividades.

**Tabla 58.** Estandarización de Colocación de la cesta

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
35	100	35	3,5	38,5
57,6	95	54,72	5,472	60,192
34,4	95	32,68	3,268	35,948
63,2	100	63,2	6,32	69,52
10	100	10	1	11
37,8	110	41,58	4,158	45,738
28,8	110	31,68	3,168	34,848
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				295,746
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:04:55</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Estandarización de Cuba 1

En la Tabla 57, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de desengrase por aspersión de la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de ocho (8) minutos con nueve (09) segundos para finalizar la fase, seguidamente el operario debe desplazar la unidad a la siguiente cuba de desengrase por inmersión.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 59.** Estandarización de cuba 1

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
132,6	95	125,97	12,597	138,567
184,2	85	156,57	15,657	172,227
110,2	95	104,69	10,469	115,159
26,2	85	22,27	2,227	24,497
35,6	100	35,6	3,56	39,16
TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)				489,61
TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)				<b>0:08:09</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Estandarización de Cuba 2

En la Tabla 58, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de desengrase por inmersión de la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de ocho (8) minutos con nueve (01) segundos para finalizar la fase de desengrase, consecutivamente el operario debe desplazar la unidad a la siguiente cuba de enjuague.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 60.** Estandarización de la cuba 2.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
135,2	95	128,44	12,844	141,284
205	85	174,25	17,425	191,675
90,4	95	85,88	8,588	94,468
27,4	85	23,29	2,329	25,619
26	100	26	2,6	28,6
TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)				481,646
TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)				<b>0:08:01</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Estandarización de Cuba 3

En la Tabla 59, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de enjuague de la unidad, para ejecutar esta operación cada operario tendrá un tiempo establecido de cinco (5) minutos con cuarenta y siete (47) segundos para finalizar la fase de operación en la cuba 3, consecutivamente el operario debe desplazar la unidad a la siguiente cuba de activador por filtrado.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 61.** Estandarización de cuba 3

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
126,4	95	120,08	12,008	132,088
65,2	85	55,42	5,542	60,962
91	95	86,45	8,645	95,095
33	85	28,05	2,805	30,855
26	100	26	2,6	28,6
TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)				347,6
TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)				<b>0:05:47</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Estandarización de Cuba 4

En la siguiente Tabla 60, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de activador en la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de cinco (5) minutos con cuarenta y cuatro (44) segundos para finalizar la fase de operación de la cuba 4, consecutivamente el operario debe desplazar la unidad a la siguiente cuba de fosfato.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 62.** Estandarización de cuba 4.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
126,8	95	120,46	12,046	132,506
61,4	85	52,19	5,219	57,409
91,6	95	87,02	8,702	95,722
31,2	85	26,52	2,652	29,172
26,8	100	26,8	2,68	29,48
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				344,289
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:05:44</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Estandarización de Cuba 5

En la siguiente Tabla 61, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de fosfato de la unidad, para ejecutar esta operación cada operario tiene un tiempo establecido de ocho (8) minutos con nueve (09) segundos para finalizar la fase de operación de la cuba 5, seguidamente el operario debe desplazar la unidad al puesto de enjuague número 2.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 63.** Estandarización de cuba 5

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
128,8	95	122,36	12,236	134,596
209,2	85	177,82	17,782	195,602
93,8	95	89,11	8,911	98,021
28,8	85	24,48	2,448	26,928
31,2	100	31,2	3,12	34,32
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				489,467
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:08:09</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

### Estandarización de Cuba 6

En la Tabla 62, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de enjuague número dos en la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de cinco (5) minutos con cincuenta y cuatro (54) segundos para finalizar la fase de operación de la cuba

número seis, seguidamente el operario debe desplazar la unidad a la siguiente cuba de agua desionizada número dos.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 64.** Estandarización de la cuba 6.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
126,2	95	119,89	11,989	131,879
61,6	85	52,36	5,236	57,596
91,4	95	86,83	8,683	95,513
33,6	85	28,56	2,856	31,416
34,8	100	34,8	3,48	38,28
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				354,684
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:05:54</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Estandarización de Cuba 7

En la Tabla 63, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de agua desionizada en la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de cinco (5) minutos con cincuenta y cuatro (54) segundos para finalizar la fase de operación de la cuba número siete, seguidamente el operario debe desplazar la unidad al área de limpieza.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 65.** Estandarización de cuba 7

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
127,8	95	121,41	12,141	133,551
70,8	85	60,18	6,018	66,198
90,4	95	85,88	8,588	94,468
33,4	85	28,39	2,839	31,229
26,6	100	26,6	2,66	29,26
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				354,706
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:05:54</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

## Estandarización de Limpieza

En la siguiente Tabla 64, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de limpieza en la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de cuatro (4) minutos con cincuenta y cuatro (54) segundos para finalizar la fase de operación de limpieza, seguidamente el operario debe desplazar la unidad a la siguiente cuba de electro deposición.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cuatro (4) actividades diferentes.

**Tabla 66.** Estandarización de limpieza.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
13,4	95	12,73	1,273	14,003
225,6	95	214,32	21,432	235,752
14,8	95	14,06	1,406	15,466
26,8	100	26,8	2,68	29,48
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				294,701
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:04:54</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

## Estandarización de Cuba 8

En la Tabla 65, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de electro deposición en la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de nueve (9) minutos con veinte y cuatro (24) segundos para finalizar la fase de operación de la cuba número ocho, seguidamente el operario debe desplazar la unidad a la cuba 9 de ultra filtrado número uno.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 67.** Estandarización de cuba 8.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
158,8	95	150,86	15,086	165,946
248	85	210,8	21,08	231,88
91,8	95	87,21	8,721	95,931
34,8	85	29,58	2,958	32,538
34,4	100	34,4	3,44	37,84
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				564,135
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:09:24</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

## Estandarización de Cuba 9

En la Tabla 66, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de ultra filtrado uno en la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de cinco (5) minutos con cuarenta y seis (46) segundos para finalizar la fase de operación de la cuba número nueve, seguidamente el operario debe desplazar la unidad a la cuba diez ultra filtrado dos.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 68.** Estandarización de cuba 9.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
129,8	95	123,31	12,331	135,641
60,4	85	51,34	5,134	56,474
91	95	86,45	8,645	95,095
33	85	28,05	2,805	30,855
26	100	26	2,6	28,6
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				346,665
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:05:46</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

## Estandarización de Cuba 10

En la Tabla 67, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de ultra filtrado número dos de la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de cinco (5) minutos con cuarenta y tres (43) segundos para finalizar la fase de operación de la cuba número diez, seguidamente el operario debe desplazar la unidad a la cuba once de agua desionizada.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 69.** Estandarización de cuba 10.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
127,8	95	121,41	12,141	133,551
61	85	51,85	5,185	57,035
87,4	95	83,03	8,303	91,333
35	85	29,75	2,975	32,725
26	100	26	2,6	28,6
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				343,244
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:05:43</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

## Estandarización de Cuba 11

En la Tabla 68, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de baño de agua desionizada a la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de siete (7) minutos con cincuenta y cinco (55) segundos para finalizar la fase de operación de la cuba número once, seguidamente el operario debe desplazar la unidad al área de sopleteo.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar cinco (5) actividades diferentes.

**Tabla 70.** Estandarización de cuba 11.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
128	95	121,6	12,16	133,76
61,6	85	52,36	5,236	57,596
91,2	95	86,64	8,664	95,304
175,8	85	149,43	14,943	164,373
22,6	100	22,6	2,26	24,86
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				475,893
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:07:55</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

## Estandarización de Sopleteo

En la Tabla 69, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de sopleteo en la unidad, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de trece (13) minutos con treinta y tres (24) segundos para finalizar la fase de operación de la cuba número ocho, seguidamente el operario debe desplazar la unidad al proceso del horno número uno.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar siete (7) actividades diferentes.

**Tabla 71.** Estandarización de sopleteo.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
48,8	100	48,8	4,88	53,68
55	95	52,25	5,225	57,475
48	85	40,8	4,08	44,88
464	95	440,8	44,08	484,88
42	95	39,9	3,99	43,89
52,8	100	52,8	5,28	58,08
64,6	100	64,6	6,46	71,06
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				813,945
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:13:33</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Estandarización de descarga de unidades

En la Tabla 70, se establece el tiempo de ciclo o estándar para la operación de descarga de unidades, para ejecutar una unidad cada operario tiene un tiempo establecido de cinco (5) minutos con cuarenta y ocho (24) segundos y poder trasladar la unidad a la línea de sellado.

Para llevar a cabo esta operación el operario debe realizar siete (5) actividades diferentes.

**Tabla 72.** Estandarización de descarga de unidades.

TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN %	TIEMPO BASICO	SUPLEMENTOS %	TIEMPO TIPO
TP=Tn/n		TB= TP* VALORACION %	TB*0,10	TP=TB+S
17,2	95	16,34	1,634	17,974
66,5	100	66,5	6,65	73,15
33,2	110	36,52	3,652	40,172
10	95	9,5	0,95	10,45
19,7	110	21,67	2,167	23,837
25,1	95	23,845	2,3845	26,2295
12,1	100	12,1	1,21	13,31
20	100	20	2	22
14,1	95	13,395	1,3395	14,7345
20	100	20	2	22
56,3	110	61,93	6,193	68,123
15,1	100	15,1	1,51	16,61
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (seg)</b>				348,59
<b>TOTAL TIEMPO CICLO O ESTANDAR (min)</b>				<b>0:05:48</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Eficiencia de la línea de producción

Con el propósito de conocer la eficiencia de la línea de producción del ELPO, se estableció la siguiente Tabla 71, donde establece la distribución de tiempos para determinar el tiempo requerido para producir una unidad y el tiempo real que se emplea para realizar la unidad.

**Tabla 73.** Eficiencia de la línea de producción

<b>TIEMPOS DEFINIDOS</b>	<b>Unidades</b>	<b>Horas</b>	<b>Minutos</b>	<b>Segundos</b>	<b>Porcentaje</b>
Actividad fisica			10	600	
Preparacion para entrada (planificacion)			10	300	
Refrigerio			15	900	
Almuerzo			30	1800	
preparacion para salida (limpieza)			5	300	
<b>TOTAL</b>			<b>20</b>	<b>1200</b>	
<b>PLANIFICACIÓN LABORAL</b>					
Jornada (Primer turno)					
Capacidad Objetiva	30				
Hora laboral		8	480	28800	
TIEMPO DISPONIBLE POR JORNADA		7,666666667	460	27600	
TIEMPO DE CICLO POR UNIDAD		2,192373333	131,5424	7892,544	
<b>TAKT TIME</b>		0,255555556	15,3333	920	
<b>ACTUAL TAKT TIME</b>		0,182476444	10,9486	656,9152	
<b>EFICIENCIA</b>					<b>71%</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

La distribución de tiempos se divide en 5 aspectos importantes, los tiempos definidos para iniciar la jornada es de 30 minutos. La planeación laboral consiste en el tiempo disponible por jornada de 460 minutos y el tiempo de ciclo por unidad en la línea es de 131,5424 minutos.

El Takt Time que debe durar la ejecución de una operación u operaciones dentro de la línea de 15,3333minutos, el Actual Takt Time depende de factores tales como el tiempo de arranque, la frecuencia de las paras de producción, stock de unidades en la línea tienes un valor de 10,9486 minutos y la eficiencia de la línea de producción de ELPO es de 71% con el cual quiere decir que la línea está produciendo lo necesario y valorada con una eficiencia moderada.

### **Eficiencia de la producción del ELPO**

Con el propósito de conocer la eficiencia del proceso de ELPO, se elaboró un modelo de simulador simple (Excel) en la que se obtuvo dos formas para interpretar la eficiencia obtenida mediante datos introducidos y se presentan en la Tabla 72.

En la Tabla 72, se muestra los valores de la eficiencia del ELPO con la operación de cinco cargobuses logrando obtener una productividad de 25 unidades en la jornada laborable de ocho horas y otros valores adicionales que se muestran a continuación.

**Tabla 74.** Eficiencia de la producción del ELPO.

PRODUCCIÓN ELPO				
CAPACIDAD OBJETIVA	30			
Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Días laborables	19	21	23	23
Unidades producidas	276	323	326	359
Producción diaria	15	15	14	16
Producción prom.	15			

POR CARGOBUSES		POR TIEMPO		
CARGOBUS	PRODUCCIÓN	TIEMPO		PRODUCCIÓN N
		Horas	Minutos	
4	15	7,5	450	19
5	19	10	600	25
EFICIENCIA		EFICIENCIA		
62%		84%		
BALANCE POR RETRASO		BALANCE POR RETRASO		
38%		16%		

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

La capacidad objetiva en los últimos 4 meses es de 15 unidades diarias durante la jornada de 460 minutos, considerando que se empleó 4 cargobuses para producir, lo que pretende este simulador es determinar el número de unidades que se puede producir con 5 cargobuses en el lapso de 450 minutos, para calcular la eficiencia de producción se utilizó la siguiente fórmula.

**Ecuación 16.** Eficiencia de producción

$$\% \text{ eficiencia de producción} = \left( \frac{\text{producción real}}{\text{producción esperada}} * 100 \right)$$

Para evaluar la eficiencia del proceso de ELPO se estableció la siguiente ponderación de 0% a 50% se considera una eficiencia baja, de 50% a 70% se considera una eficiencia moderada y por ultimo de 70 a 100% se considera una eficiencia alta.

### 3. Establecer una propuesta de estandarización de tiempos de los diferentes procesos productivos.

#### a. Proponer alternativas para el incremento de producción.

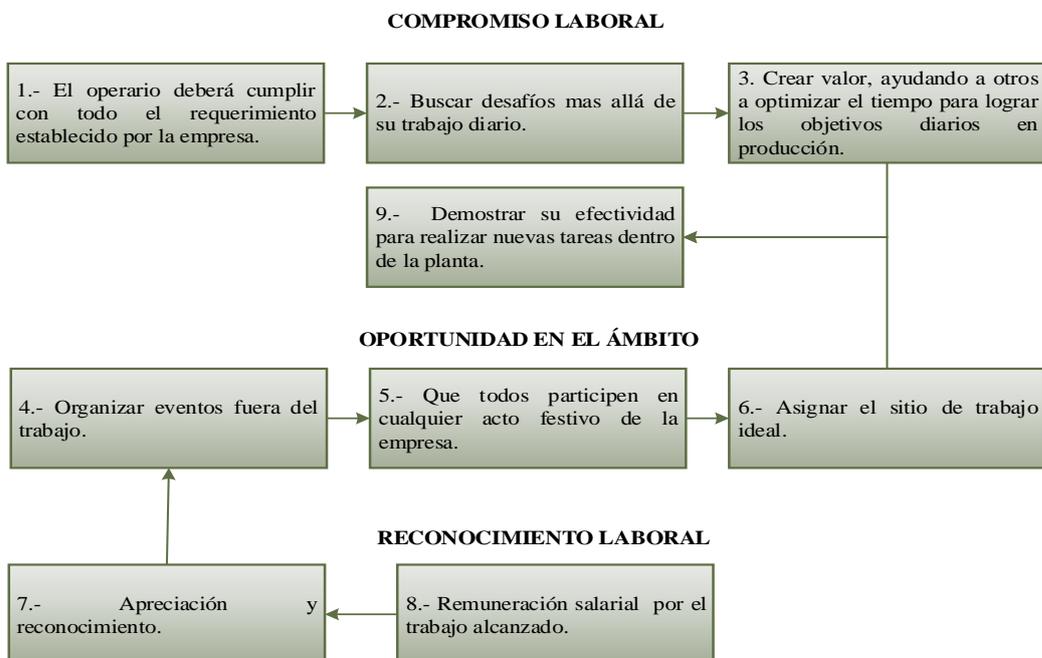
Para llevar mejor los procesos en el área de ELPO que destaca la necesidad de estandarizar los tiempos de cada proceso al iniciar el tiempo de ciclo en la línea productiva, sino además en planificar y coordinar a los operadores a utilizar correctamente el tiempo normal para cada proceso, cuyo fin sea aumentar el volumen de producción diaria, para ello se estableció las siguientes alternativas:

#### Plan de mejora de los procesos

**El trabajador:** El operario deberá ver a su actividad como algo indispensable más no como una obligación diaria.

**La empresa:** Deberá cumplir con acontecimientos emocionales para que los operarios logren a satisfacer los objetivos específicos del desarrollo financiero de la entidad.

**Figura 10.** Plan de mejora en los procesos productivos.



**Elaborado por:** El grupo de investigación.

## Control e inspección de ingreso y salida de unidades

### Propuesta:

- ✓ Establecer el tiempo de ingreso de 2 unidades a la planta de pintura cada 30 min.
- ✓ Implementar un desplazamiento automatizado de carrocerías para optimizar el colchón de unidades, tal como se muestra en la Figura 10.

**Figura 11.** Colchón de carrocería automatizado.



**Fuente:** Universal, 2012.

## Preparación de unidades para el proceso ELPO

### Propuesta:

- ✓ Contratar un operario hábil para ejecutar la labor de limpieza de la carrocería, colocación de correas de seguridad y topes para asegurar las puertas de cada unidad. El mismo operario puede realizar el proceso de sopleteo, de tal forma este ya tenga listo las 5 unidades para ser ingresadas continuamente.
- ✓ El operador deberá realizar esta operación en 25 unidades diarias, con un tiempo de 8 minutos establecido en el trabajo estandarizado.

### Colocación de la cesta

Propuesta:

- ✓ El operador del tecle (cargobus) realizará esta operación sin la necesidad de limpiar o ejecutar cualquier actividad que no sea de colar la cesta para iniciar el proceso de ELPO.
- ✓ Para llevar a cabo esta operación el operador tendrá un tiempo establecido de 5 minutos según el trabajo estandarizado.

### Proceso ELPO

#### Propuesta 1

- ✓ El ingreso de los cargo buses será cada 12 minutos para iniciar el tiempo de ciclo en el proceso de ELPO con el objetivo de no parar la línea en el proceso.
- ✓ El proceso inicia mediante la siguiente distribución de tiempos en la planta.

En la siguiente tabla se puede observar los valores que están establecidos antes de empezar la jornada laboral con una actividad física de 10 minutos, a continuación una breve planificación de 10 minutos con el líder de equipo.

**Tabla 75.** Distribución de tiempos en la planta pintura.

Descripción	Tiempo (min)
Actividad física	10
Planificación de actividades (líder)	10
<b>Total</b>	<b>20</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

**Fuente:** CIAUTO.

En la siguiente tabla, se detalla los tiempos que deberán cumplir los operadores de los cargo buses para producir 25 unidades diarias, cumpliendo la capacidad objetiva del área de ELPO.

**Tabla 76.** Cuadro de datos para cumplir la capacidad objetiva diaria.

Cargobus	Primer ciclo			Segundo ciclo			Tercer ciclo			Cuarta ciclo			Quinto ciclo			Sexto ciclo	
	Hora de inicio	Hora de salida	(min) Prep. Unidad	Hora de inicio	Hora de salida	(min) Prep/Break	Hora de inicio	Hora de salida	(min) Prep. Unidad	Hora de inicio	Hora de salida	min Prep. Unidad	Hora de inicio	Hora de salida	(min) Almuerzo	Hora de inicio	Hora de salida
1	7:25	8:45	0:10	8:55	10:15	0:20	10:35	11:55	0:10	12:05	13:25	0:10	13:35	14:55	0:40	15:35	16:55
2	7:35	8:55	0:10	9:05	10:25	0:20	10:45	12:05	0:10	12:15	13:35	0:10	13:45	15:05	0:40	15:45	17:05
3	7:45	9:05	0:10	9:15	10:35	0:20	10:55	12:15	0:10	12:25	13:45	0:10	13:55	15:15	0:40	15:55	17:15
4	7:55	9:15	0:10	9:25	10:45	0:20	11:05	12:25	0:10	12:35	13:55	0:10	14:05	15:25	0:40	16:05	17:25
5	8:05	9:25	0:10	9:35	10:55	0:20	11:15	12:35	0:10	12:45	14:05	0:10	14:15	15:35	0:40	16:15	17:35
<b>Total (Unidades)</b>	5			5			5			5			5			5	

Elaborado por: El grupo de investigación.

Fuente: CIAUTO.

## Implementación de cargobus y automatización del proceso de ELPO

### Propuesta 2

- ✓ La implementación de un cargobus semiautomatizado en la planta pintura en el área de ELPO incrementará la producción a 30 unidades en las 8 horas laborables, con el propósito de reducir horas extras de personal.
- ✓ El costo de la implementación del cargobus está determinado por medio de la empresa SERMANT Ingeniería Integral de proyectos la cual es una empresa de servicio de mantenimiento y diseño la cual se dedica al mantenimiento preventivo de los cinco cargobuses operativos en el área de ELPO.

En la siguiente tabla se muestran los costos de implementación de un cargobus con maquinaria marca KITO, así como los componentes para la implementación y montaje del mismo como son fines de carrera, tableros eléctricos, de control, cables de botoneras y bastidores y la programación de PLC, sistemas de fuerza y control, con su respectiva botonera de mando.

Tabla 77. Costos de implementación de cargobus

 Proforma de Compra Construcción de cargobus con equipos KITO Dirección: Urb. Uraba Calle G # 115 Telf.: (593-2) 380 7066 				
Descripción	Can	Unidad	Precio unitario (\$)	Valor total (\$)
<b>Final de carrera con encoder incremental</b>	4	Unidad	180.00	720.00
<b>Cambio de final de carrera a encoder, incremental a 1 cargobus y reprogramación de PLC</b>	6	Unidad	950.00	5700.00
<b>Montaje de final de carrera</b>	4	Unidad	80.00	320.00
<b>Tablero eléctrico y de control (PLC/programación in situ/6 sistemas de fuerza y control, botonera de 8 pulsadores.</b>	2	Unidad	4900.00	9800.00
<b>Abrazaderas UB V020</b>	4	Unidad	200.00	800.00
<b>Encoder incremental</b>	4	Unidad	450.00	1800.00
<b>Cable de botonera</b>	12	Unidad	25.00	300.00
<b>Bastidor</b>	2	Unidad	1250.00	2500.00
<b>Montaje de equipos y puesta a punto</b>	2	Unidad	750.00	1500.00
Subtotal				23440.00
IVA 12%				2812.80
Valor total				26252.80

Elaborado por: El grupo de investigación.

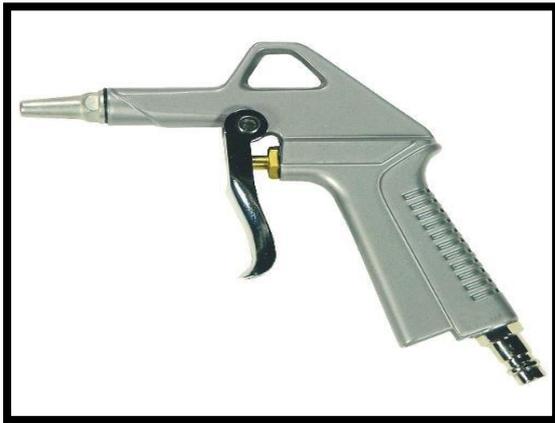
Fuente: CIAUTO.

## Proceso de sopleteo de unidad

### Propuesta 1:

- ✓ El operador que realiza el proceso de preparación de unidades se trasladará a brindar apoyo en la operación de sopleteo, tomando en cuenta que este debe tener preparadas las unidades para el ascenso y colocación de la cesta para iniciar nuevamente con el proceso del ELPO.
- ✓ El operador que esté a cargo de la operación de sopleteo de las unidades tendrá un tiempo de 294 segundos, con el objetivo de acelerar el proceso para que la siguiente unidad no se encuentre suspendida en el final de la operación de la cuba 11 del proceso del ELPO.
- ✓ Adquirir una pistola de aire (ver Figura 11), de tal manera que este agilite en proceso de sopleteo.

**Figura 12.** Pistola de soplado de aire.



**Fuente:** Accesorios de compresores industriales, 2018.

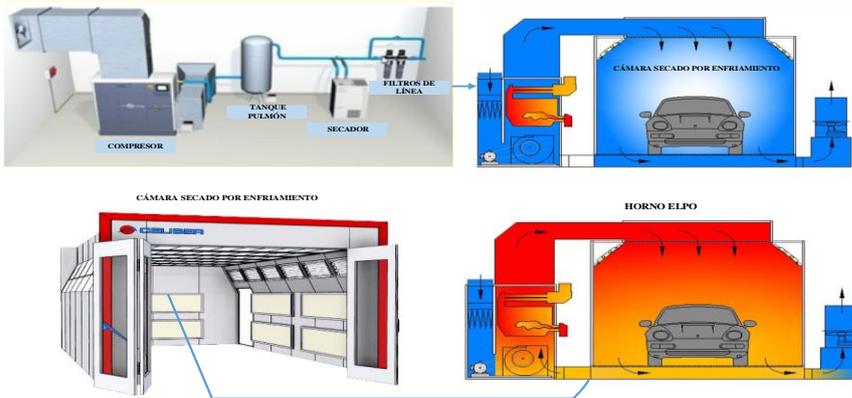
### Propuesta 2

- ✓ Construir una cámara de secado por enfriamiento (ver Figura 13), para agilizar la operación de sopleteo.

La función que cumplirá esta cámara de secado, es separar el agua de la unidad a través de un aire comprimido, donde es secado por el aire frío que emana dentro de la cámara cuya

temperatura este en los 4 °C, la construcción estaría situada al ingreso del horno ELPO en vez de la cubierta metálica.

**Figura 13.** Cámara de secado por enfriamiento.



**Elaborado por:** El grupo de investigación.

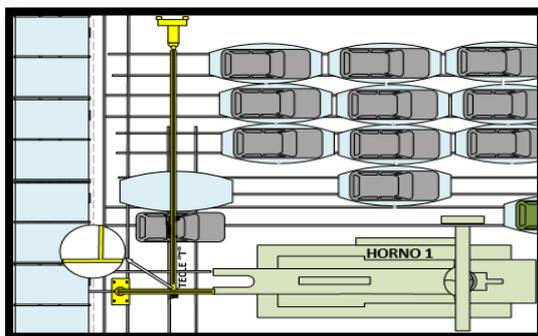
**Fuente:** Cabipress, 2012.

### Descarga de unidades del horno

#### Propuesta:

- ✓ Para mejorar el proceso de descarga es necesario construir un tecle en forma “T” como se muestra en la Figura 12. Esta estructura tendría 6m de longitud y 20 m de ancho, la viga debe ser de alto carbono para mejor soporte de la carrocería y cimiento fundamental debe ser hormigón armado para evitar la vibración al momento de desplazar. Esta propuesta mejorara el proceso de descarga y evitara lesiones ergonómicas a futuro.

**Figura 14.** Tecele para desplazamiento en forma de “T”.



**Elaborado por:** El grupo de investigación.

**Fuente:** CIAUTO, 2018.

**b. Establecimiento del tiempo estándar para los procesos productivos de la línea de ELPO.**

El establecimiento del tiempo estándar está dividida en dos tablas con el propósito de lograr determinar el tiempo estándar del proceso del ELPO y de las diferentes operaciones productivas y lograr el tiempo total de todo el proceso.

En la Tabla 76, se muestran los tiempos estandarizados del proceso de ELPO que consta de catorce operaciones, como el proceso de las once cubas, limpieza de la unidad, descarga y sopleteo, con un total de una hora treinta y cuatro minutos con dos segundos, el cual cumplirá con el número de unidades producidas como se muestra a continuación.

**Tabla 78.** Tiempo estándar del proceso ELPO.

<b>PROCESO DEL ELPO</b>	
<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO DE CICLO</b>
COLOCACION DE CESTA	295,746
OPERACIÓN CUBA 1	489,61
OPERACIÓN CUBA 2	481,646
OPERACIÓN CUBA 3	347,60
OPERACIÓN CUBA 4	344,289
OPERACIÓN CUBA 5	489,467
OPERACIÓN CUBA 6	354,684
OPERACIÓN CUBA 7	354,706
LIMPIEZA	294,701
OPERACIÓN CUBA 8	564,135
OPERACIÓN CUBA 9	346,665
OPERACIÓN CUBA 10	343,244
OPERACIÓN CUBA 11	475,893
SOPLETEO	813,945
<b>TIEMPO ESTANDAR (seg)</b>	<b>5996,331</b>
<b>TOTAL TIEMPO ESTANDAR (min)</b>	<b>1:34:02</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

En la Tabla 77, se muestran los tiempos estandarizados de la línea de producción del ELPO que consta de cinco operaciones con un total dos horas trece minutos (2:13) con diecisiete segundos (17), el cual cumplirá con el número de unidades producidas como se muestra a continuación.

**Tabla 79.** Línea de producción del ELPO.

<b>LÍNEA DE PRODUCCIÓN ELPO</b>		
<b>Nº</b>	<b>PROCESOS</b>	<b>TIEMPO DE CICLO</b>
1	VERIFICACIÓN DE UNIDADES	769,241
2	RECEPCIÓN DE UNIDADES	274,186
3	PREPARACIÓN DE UNIDADES	504,196
4	ELPO	5996,331
5	DESCARGA DE UNIDADES	348,59
<b>TOTAL TIEMPO DE CICLO O ESTANDAR (seg)</b>		7892,544
<b>TOTAL TIEMPO DE CICLO O ESTANDAR (min)</b>		<b>2:13:17</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

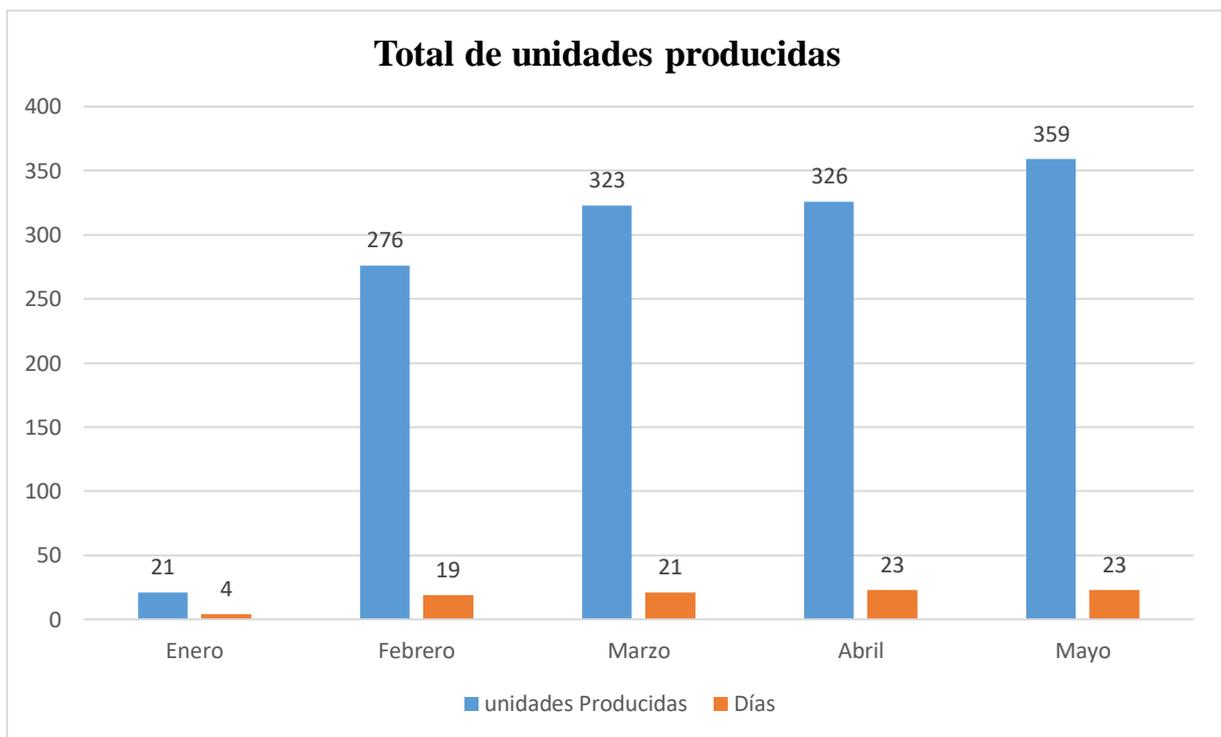
## 11. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Objetivo 1

#### Análisis de la producción actual del proceso productivo del área del ELPO.

En la Figura 15, se puede analizar las unidades producidas en los 4 días del mes de enero, así como del mes de febrero con una demanda de 276 con 19 días laborados, el mes de marzo con 323 unidades producidas en 21 días y el mes de mayo con una demanda de 326 unidades producidas en 23 días.

**Figura 15.** Total de unidades producidas



**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Objetivo 2

#### Análisis de los tiempos que agregan y no agregan valor

En la siguiente Tabla 78, se puede visualizar los valores de las diferentes operaciones productivas del área del ELPO de la planta pintura. Los cuales son los que agregan y no agregan valor pero son parte del proceso productivo, obteniendo como resultados los valores en segundos los cuales se muestran a continuación.

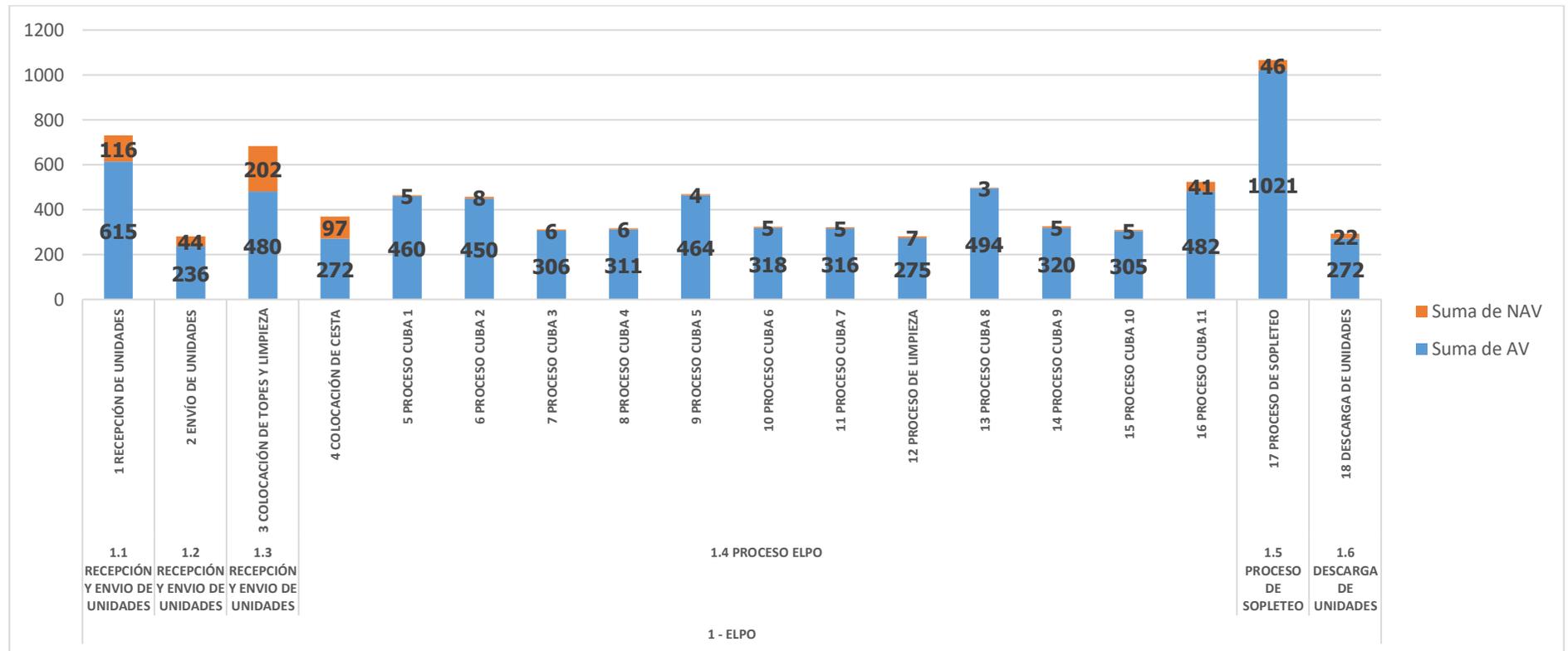
Tabla 80. Tiempo total del ELPO

Etiquetas de fila	Suma de AV	Suma de NAV
<b>1 – ELPO</b>	<b>7397</b>	<b>627</b>
<b>1.1 RECEPCIÓN Y ENVIO DE UNIDADES</b>	<b>615</b>	<b>116</b>
1 RECEPCIÓN DE UNIDADES	615	116
<b>1.2 RECEPCIÓN Y ENVIO DE UNIDADES</b>	<b>236</b>	<b>44</b>
2 ENVÍO DE UNIDADES	236	44
<b>1.3 RECEPCIÓN Y ENVIO DE UNIDADES</b>	<b>480</b>	<b>202</b>
3 COLOCACIÓN DE TOPES Y LIMPIEZA	480	202
<b>1.4 PROCESO ELPO</b>	<b>4773</b>	<b>197</b>
4 COLOCACIÓN DE CESTA	272	97
5 PROCESO CUBA 1	460	5
6 PROCESO CUBA 2	450	8
7 PROCESO CUBA 3	306	6
8 PROCESO CUBA 4	311	6
9 PROCESO CUBA 5	464	4
10 PROCESO CUBA 6	318	5
11 PROCESO CUBA 7	316	5
12 PROCESO DE LIMPIEZA	275	7
13 PROCESO CUBA 8	494	3
14 PROCESO CUBA 9	320	5
15 PROCESO CUBA 10	305	5
16 PROCESO CUBA 11	482	41
<b>1.5 PROCESO DE SOPLETEO</b>	<b>1021</b>	<b>46</b>
17 PROCESO DE SOPLETEO	1021	46
<b>1.6 DESCARGA DE UNIDADES</b>	<b>272</b>	<b>22</b>
18 DESCARGA DE UNIDADES	272	22
<b>Total general</b>	<b>7397</b>	<b>627</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

En la Figura 14, se puede analizar todas las operaciones con sus respectivos datos que agregan valor y no agregan valor observando visualizando que la operación de sopleteo tiene un valor de 1021 segundos lo cual es un valor elevado para las demás operaciones productivas que forman parte del ELPO de la planta pintura.

**Figura 16.** Total de AV y NAV del proceso ELPO



**Elaborado por:** El grupo de investigación.

### Objetivo 3

#### Balance real de la línea de ELPO

En la Tabla 79, se puede visualizar los valores reales de las diferentes operaciones productivas del área del ELPO de la planta pintura. Obteniendo como resultados los valores en segundos los cuales se muestran a continuación.

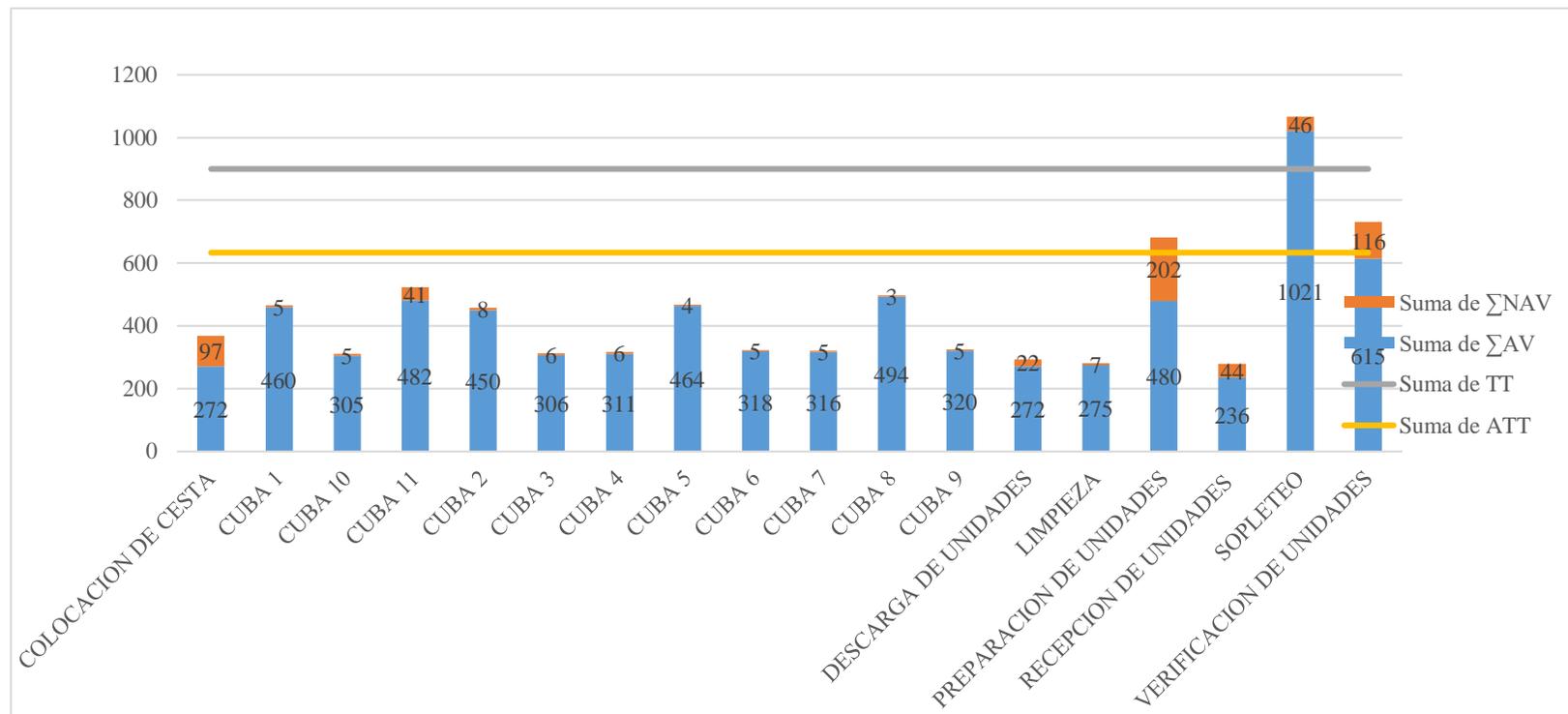
**Tabla 81.** Tiempo real de la línea de ELPO

Etiquetas de fila	Suma de $\Sigma AV$	Suma de $\Sigma NAV$	Suma de TT	Suma de ATT
COLOCACION DE CESTA	272	97	900	633,4005167
CUBA 1	460	5	900	633,4005167
CUBA 10	305	5	900	633,4005167
CUBA 11	482	41	900	633,4005167
CUBA 2	450	8	900	633,4005167
CUBA 3	306	6	900	633,4005167
CUBA 4	311	6	900	633,4005167
CUBA 5	464	4	900	633,4005167
CUBA 6	318	5	900	633,4005167
CUBA 7	316	5	900	633,4005167
CUBA 8	494	3	900	633,4005167
CUBA 9	320	5	900	633,4005167
DESCARGA DE UNIDADES	272	22	900	633,4005167
LIMPIEZA PREPARACION DE UNIDADES	480	202	900	633,4005167
RECEPCIÓN DE UNIDADES	236	44	900	633,4005167
SOPLETEO VERIFICACIÓN DE UNIDADES	1021	46	900	633,4005167
	615	116	900	633,4005167
<b>Total general</b>	<b>7397</b>	<b>627</b>	<b>16200</b>	<b>11401,2093</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación

En la Figura 17, se puede visualizar y analizar todas las operaciones con sus respectivos datos que agregan valor y no agregan valor observando visualizando que la operación de sopleteo tiene un valor de 1061 segundos lo cual es un valor elevado para las demás operaciones productivas que forman parte del ELPO de la planta pintura.

**Figura 17.** Balance real de la línea de ELPO.



**Elaborado por:** El grupo de investigación

### Análisis de la propuesta y gráfico balanceo de línea

En la siguiente tabla se puede visualizar los valores estandarizados de las diferentes operaciones productivas del área del ELPO de la planta pintura. Obteniendo como resultados los valores en segundos los cuales se muestran a continuación.

**Tabla 82.** Estandarización del proceso del ELPO.

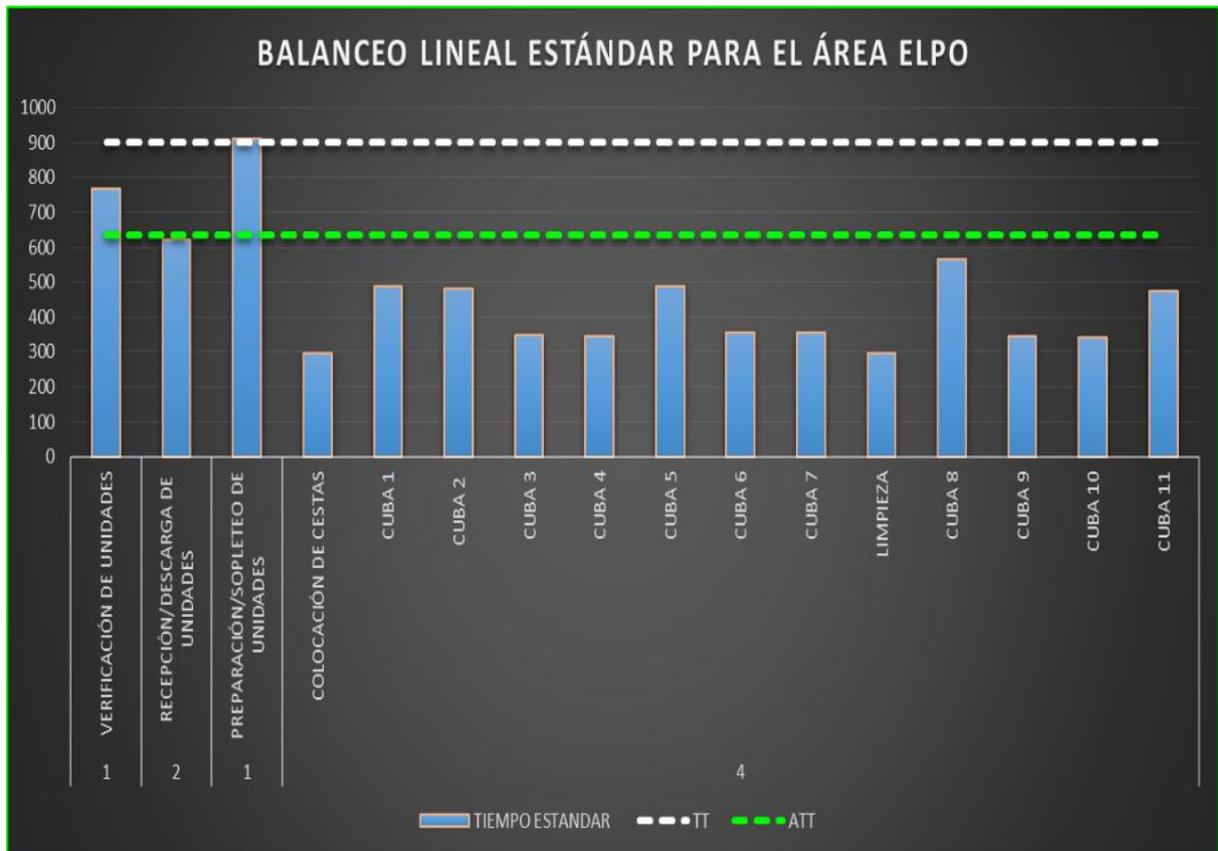
#### PROCESO ESTÁNDAR PARA BALANCEAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE ELPO

Etiquetas de fila	Suma de TIEMPO ESTANDAR	Suma de TT	Suma de ATT
COLOCACIÓN DE CESTAS	295,746	900	636,9152
CUBA 1	489,61	900	636,9152
CUBA 10	343,244	900	636,9152
CUBA 11	475,893	900	636,9152
CUBA 2	481,646	900	636,9152
CUBA 3	347,6	900	636,9152
CUBA 4	344,289	900	636,9152
CUBA 5	489,467	900	636,9152
CUBA 6	354,684	900	636,9152
CUBA 7	354,706	900	636,9152
CUBA 8	564,135	900	636,9152
CUBA 9	346,665	900	636,9152
LIMPIEZA	294,701	900	636,9152
PREPARACIÓN/SOPLETEO DE UNIDADES	911,1685	900	636,9152
RECEPCIÓN/DESCARGA DE UNIDADES	622,776	900	636,9152
VERIFICACIÓN DE UNIDADES	769,241	900	636,9152
<b>Total general</b>	<b>7485,5715</b>	<b>14400</b>	<b>10190,6432</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

En la Figura 18, se puede analizar todas las operaciones con sus respectivos datos que agregan valor y no agregan valor observando visualizando que la operación de sopleteo tiene un valor de 911 segundos lo cual es un valor que se encuentra dentro del rango del ATT y TT las cuales operaciones productivas que forman parte del ELPO de la planta pintura.

**Figura 18.** Balanceo estándar del ELPO



**Elaborado por:** El grupo de investigación.

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

### **12.1. SOCIAL**

En la parte social, la implementación del proyecto tiene un margen de aprobación en la planta de pintura, debido que cambiara los hábitos tradicionales en el puesto de trabajo, de tal manera que el trabajador se desenvuelva de forma eficaz para el incremento de la producción en el área de ELPO.

### **12.2. ECONÓMICO**

La propuesta de estandarización, beneficiara económicamente a la empresa Ciauto, por un lado a los propietarios y por otra parte a los proveedores, visitantes y clientes que son el vínculo primordial para el desarrollo de la empresa, además este proyecto involucra contratar personal eficiente para el desempeño laboral, mediante la capacitación respectiva durante el proceso que ejecute en cada operación.

### **12. 3. AMBIENTAL**

La implementación de la propuesta en la planta de pintura incentivara a los operarios a mantener el orden y limpieza el lugar de trabajo, desechando residuos en lugares específicos para no contaminar el área de trabajo, la planta de pintura cuenta con un sistema de tratamiento de aguas que no perjudica la contaminación del suelo con pintura, grasa y productos tóxicos ubicando correctamente.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

A continuación se presenta un presupuesto estimado para llevar a cabo el proyecto de investigación de todos los gastos directos e indirectos, del proyecto final

**Tabla 83.** Materiales y útiles de oficina

<b>MATERIALES / ÚTILES DE OFICINA</b>			
<b>CANTIDAD</b>	<b>DETALLE</b>	<b>VALOR UNITARIO (\$)</b>	<b>VALOR TOTAL (\$)</b>
1	Papel formato A4	3,25	3,25
1	Esfero	0,3	0,3
1	Cuaderno universitario	1,6	1,6
300	Impresiones	0,5	15
1	Grapadora	1,25	1,25
1	Carpeta	0,2	0,2
3	Anillado	3,75	11,25
<b>Total</b>			<b>\$32,85</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

**Tabla 84.** Transporte y alimentación

<b>TRANSPORTE Y ALIMENTACIÓN</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>VALOR TOTAL (\$)</b>
Transporte	50
Alimentación	20
Otros	20
<b>Total</b>	<b>\$90</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

**Tabla 85.** Costos de los investigadores

<b>COSTO DEL INVESTIGADOR</b>		
<b>DETALLE</b>	<b>VALOR UNITARIO (\$)</b>	<b>VALOR TOTAL (\$)</b>
2 investigadores	150	300
<b>TOTAL</b>		<b>\$300</b>

**Elaborado por:** El grupo de investigación.

**Tabla 86.** Costos de equipos de protección personal

<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)</b>			
<b>DETALLE</b>	<b>cantidad</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Valor total (\$)</b>
Botas punta de acero	2	45	90,00
Orejas	2	1,25	2,50
Gafas de protección	2	2,00	4,00
Mascarilla	2	2	2,00
Overol	2	17,5	35,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$133,50</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

**Tabla 87.** Inversión total del proyecto de investigación

<b>INVERSIÓN DEL PROYECTO</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>Valor total (\$)</b>
<b>Materiales/Útiles de oficina</b>	32,85
<b>Transporte y Alimentación</b>	90,00
<b>Costo del investigador</b>	300,00
<b>Equipos de protección personal</b>	133,50
<b>TOTAL</b>	<b>\$556,35</b>

Elaborado por: El grupo de investigación.

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

El desarrollo del proyecto de investigación presento criterios relevantes en lo concerniente a la propuesta de estandarización del área de ELPO en la planta pintura de la empresa CIAUTO, a partir del análisis de resultados se detalla las siguientes conclusiones:

- Se llegó a determinar que CIAUTO Cia.Ltda, es una empresa que se dedica al ensamble de vehículos de la marca Great Wall, en la planta de pintura la cual cuenta con 5 procesos productivos para el área de ELPO. La producción del presente año empieza desde el 25 de Enero del 2018, con una capacidad de producción diaria de veinte y uno (21) unidades las cuales se fueron aumentado constantemente para el mes de Febrero alcanzando una producción de doscientos setenta y seis (276) unidades, sin embargo el mes de marzo se obtuvo una producción de trescientos veinte y tres (323) unidades, el mes de abril una producción de trescientos veinte y seis 326 y el mes de mayo alcanzó una producción de trescientos cincuenta y nueve (359) unidades lo cual se puede considerar un incremento de producción moderada.
- Las muestras de tiempos realizadas en las 5 estaciones de trabajo estableció un tiempo real para cada estación, para llevar a cabo este estudio se utilizó herramientas de medición como un cronometro y una videocámara lo cual nos permitió agilizar el proceso de estandarización, considerando como tal se empleó cierta valoración de desempeño según el operario, las tolerancias básicas o físicas se evaluó según la carga al que está expuesto el operario durante su jornada laboral.
- La estandarización de tiempos en los procesos determino, el tiempo de ciclo o estándar para ejecutar una unidad en la línea de producción de dos horas con treinta minutos y diecisiete segundos (2:13:17), considerando que la mayor parte de sus actividades es de forma manual, por esta razón se estableció cinco (5) estaciones de trabajo, la línea de ELPO tiene una eficiencia moderada de setenta uno por ciento (71%), es decir la línea trabaja con estabilidad y alcanza la capacidad producción diaria, inicialmente la planta no cuenta con un tiempo estandarizado para el estudio de operación y su consiguiente balance de líneas.
- Para determinar la capacidad de producción del ELPO, se consideró el tiempo disponible de cuatrocientos sesenta (460) minutos, el número de tecles ( 5 cargobuses)

que tiene el proceso de ELPO, como resultado la capacidad instalada es de veinte y cinco (25) unidades durante la jornada laboral mientras que su eficiencia del proceso es efectiva con un ochenta y cuatro por ciento (84%) considerando así una eficiencia alta con un balance de retraso de dieciséis por ciento (16%), es decir que tiene una déficit tolerable para producir.

### **Recomendaciones**

Las principales recomendaciones efectuadas en la propuesta de estandarización del área de ELPO en la planta pintura de la empresa CIAUTO, se detalla a continuación:

- Para llevar el control diario de la producción, es conveniente utilizar métodos para pronosticar la oferta que tendrá en un periodo determinado, de tal forma nos indique si ha subido o bajado la producción permitiendo tomar decisiones anticipadas.
- La implementación de los procesos estandarizados aumentará el volumen de producción y se reducirá las actividades innecesarias que no forman parte de los procesos en el área del ELPO de la planta pintura, de esta manera permita lograr una eficiencia normal en la línea de producción.
- La capacidad instalada del ELPO no permite producir 30 unidades diarias en cuatrocientos sesenta (460) minutos, debido que no abastece el tiempo disponible de la producción, la solución para este caso es implementar un cargobus para lograr satisfacer los objetivos que requiere la planta pintura.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Senplades . (2017 - 2021). *Planificación Nacional de Buen Vivir*. Quito: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. Recuperado el 2018 de Junio de 26, de <http://www.planificacion.gob.ec>
- Bangs, & Alford. (1978). *Manual de la producción*. México: Hispano-Americana.
- Castaño, R. (f de s de 2013). *Estudio de trabajo*. Obtenido de Gestion de trabajo: <http://www.cecma.com>.
- Catherine, A. A. (s,f de Junio de 2012). *Medición de trabajo*. Obtenido de Udistrialhome: <http://udistrial.edu.co:8080/documents/138588/3157413/Proyecto+Final.pdf>
- CESVIMAP. (11 de Agosto de 2015). *mapfre*. Obtenido de : <http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/cesvimap/ficheros/CFPreparacionSuperficiesEXTRACTO.pd>
- Fernandez, M. (1995). *Análisis y descripción de puesto de trabajo*. Madrid.
- Garcia. (2005). *Estudio del Trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-Hill.
- Gutierrez, D. J. (2006). *ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN*. Obtenido de Procesos industriales: <http://repository.lasalle.edu.com>
- Ingeniería de métodos. (1998). *Herramientas de metodos de proceso*. Mexico: Limusa S.A. doi:ISBN 968-18-0585-2
- Instituto de Estadística de la UNESCO. (f de s de 2014). *Campos de Educación y Capacitación 2013 de la CINE (ISCED-F-2013)*. Obtenido de <http://www.uis.unesco.org>
- Lopez, B. S. (f de s de 2006). *Procesos Industriales*. Obtenido de IngenieríaIndustrialhome: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/procesos-industriales/>
- M.C.Lázaro Rico, M. A. (17 de Diciembre de 2005). Técnicas de tiempos. *Técnicas Utilizadas para el Estudio de Tiempos: un Análisis Comparativo*, págs. 9-22.

- Nieto , N. (24 de Marzo de 2011). *Estudio de trabajo para la productividad*. Obtenido de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com>
- OIT. (f de s de 2017). *Estudio de trabajo*. Obtenido de Organizacion Inernacional del Trabajo: <http://www.ilo.org/global/lang--es/index.htm>
- ORG. MIS PROCESOS. (f de s de 2015). *Importancia*. Obtenido de HEFLO: <https://www.heflo.com/es/blog/bpm/estandarizacion-procesos/>
- Ortiz, C. (2006). *Kaizen assembly: designing, constructing, and managing a lean assembly line*. CRC PRESS.
- Pinea, J. A. (2005). ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA PROCESOS. En *Ingeniero Industrial*. Colombia.
- Secretaria de economía. (15 de Diciembre de 2015). *Estandarización*. Obtenido de gov.mx: <https://www.gob.mx/se/articulos/que-es-la-estandarizacion>
- Thomopoulos, N. T. (2014). *Assembly Line Planning and Contro*. Springer Cham Heidelberg.
- Unapucha A. Quinaucho E. (s.f.).
- Valdez, A. (f de s de 2000). *Estudio de Tiempos*. Obtenido de PDF: [http://bdigital.unal.edu.co/41/10/13\\_-\\_9\\_Capi\\_8.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/41/10/13_-_9_Capi_8.pdf)

**14. ANEXOS**

**HOJA DE VIDA DEL AUTOR****DATOS PERSONALES:**

**Apellidos:** Unapucha Quintuña  
**Nombres:** Angel Omar  
**Fecha de nacimiento:** 30 de Julio de 1993  
**Cédula:** 172219481-6  
**Teléfono:** (02)2974-008  
**Celular:** 0992540106  
**E-mail:** angel.unapuch6@utc.edu.ec

**DATOS EDUCATIVOS:**

<b>INSTRUCCIÓN</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>
Primaria	Escuela "Don Bosco" La Tola
Secundaria	Colegio "Ismael Proaño Andrade"
Superior	Universidad Técnica de Cotopaxi Egresado de Ingeniería Industrial

**HOJA DE VIDA DEL AUTOR****DATOS PERSONALES:**

**Apellidos:** Quinaucho Ocapana  
**Nombres:** Edison Andrés  
**Fecha de nacimiento:** 10 de Noviembre de 1992  
**Cédula:** 050398808-1  
**Teléfono:** (02)2230-352  
**Celular:** 0984703479  
**E-mail:** edison.quinaucho1@utc.edu.ec

**DATOS EDUCATIVOS:**

<b>INSTRUCCIÓN</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>
Primaria	Escuela "Simon Rodriguez"
Secundaria	Colegio "Técnico Toacaso"
Superior	Universidad Técnica de Cotopaxi Egresado de Ingeniería Industrial