



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE SOLDADURA

PARA CAMIONETA WINGLE APLICANDO HERRAMIENTAS

LEAN: VSM, 9'S, KAIZEN EN LA EMPRESA CIAUTO

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

JONATHAN ALEJANDRO MURGUEITIO TAMAYO

Riobamba –Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE SOLDADURA
PARA CAMIONETA WINGLE APLICANDO HERRAMIENTAS
LEAN: VSM, 9'S, KAIZEN EN LA EMPRESA CIAUTO

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto

Técnico Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR: JONATHAN ALEJANDRO MURGUEITIO TAMAYO

DIRECTORA: ING. JULIO CESAR MOYANO ALULEMA

Riobamba –Ecuador

2021

© 2021, Jonathan Alejandro Murgueitio Tamayo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jonathan Alejandro Murgueitio Tamayo, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor (a) asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de febrero de 2021

Jonathan Alejandro Murgueitio Tamayo
1804427910

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico, “**MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE SOLDADURA PARA CAMIONETA WINGLE APLICANDO HERRAMIENTAS LEAN: VSM, 9’S, KAIZEN EN LA EMPRESA CIAUTO**”, realizado por el señor: **Jonathan Alejandro Murgueitio Tamayo**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Marco Almendáriz PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: MARCO HOMERO ALMENDARIZ PUENTE	2021-02-19
Ing. Julio Cesar Moyano DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 Firmado electrónicamente por: JULIO CESAR MOYANO ALULEMA	2021-02-19
Ing. Ángel Guamán Lozano MIEMBRO DE TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: ANGEL GEOVANNY GUAMAN LOZANO	2021-02-19

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Titulación, a mis padres quienes, con sus valores, enseñanzas, consejos de vida, académicos y apoyo en todo en cuanto a ellos les fue posible me ayudaron a lograr mis objetivos, a mis hermanos quienes con su ejemplo de superación han logrado impulsarme a siempre cumplir mis metas.

Familia, los amo con todo mi corazón.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme sabiduría y poder sobrellevar aquellos momentos difíciles durante la carrera.

Agradezco a los docentes de la Escuela de Ingeniería Industrial, por la excelente instrucción académica durante mis estudios.

Un agradecimiento especial a todos quienes apoyaron con el desarrollo del trabajo de titulación, con sus aportes intelectuales y profesionales.

Director del proyecto, Ing. Julio Cesar Moyano MSc. Miembro del proyecto, Ing. Ángel Guamán Lozano.

Docente de integración curricular, Ing. Juan Carlos Cayan Martínez. Gerente CIAUTO Ambato, Ing. Juan Carlos Escobar.

Coordinador de soldadura CIAUTO Ambato, Ing. Santiago Gómez.

Finalmente, a mis amigos quienes, con momentos de felicidad y aventuras inolvidables, han sido parte fundamental en mi vida universitaria.

Gracias por todo.

Jonathan

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii	
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv	
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi	
RESUMEN.....	xvii	
SUMMARY/ABSTRACT	xviii	
INTRODUCCIÓN	1	
CAPÍTULO I		
1	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1	Antecedentes	2
1.2	Planteamiento del problema	3
1.3	Justificación.....	4
1.4	Objetivos.....	4
1.4.1	<i>Objetivo General.....</i>	<i>4</i>
1.4.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>4</i>
CAPITULO II		
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.1	Lean Manufacturing	6
2.1.1	<i>Los pilares de Lean Manufacturing</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i>Los principios de Lean Manufacturing</i>	<i>7</i>
2.1.3	<i>Herramientas más comunes del sistema Lean Manufacturing</i>	<i>7</i>
2.2	Metodología Kaizen.....	8
2.2.1	<i>Componentes esenciales de la metodología Kaizen.....</i>	<i>9</i>
2.2.2	<i>Kaizen como principio lógico de metodologías y técnicas de mejora</i>	<i>9</i>
2.3	Value Stream Mapping (VSM).....	10
2.3.1	<i>Simbología para el VSM</i>	<i>11</i>

2.3.2	<i>Pasos para la elaboración del VSM</i>	12
2.3.2.1	<i>Takt time</i>	12
2.3.2.2	<i>Lead time</i>	12
2.4	Metodología de las 9S	12
2.4.1	<i>Beneficios de la aplicación de la metodología 9S</i>	13
2.4.2	<i>Aplicación de las 9's</i>	13
2.4.2.1	<i>Seiri (eliminar)</i>	14
2.4.2.2	<i>Seiton (ordenar)</i>	15
2.4.2.3	<i>Seiso (Limpieza e inspección)</i>	15
2.4.2.4	<i>Seiketsu (estandarizar)</i>	16
2.4.2.5	<i>Shitsuke (disciplina)</i>	16
2.4.2.6	<i>Shicari (constancia)</i>	16
2.4.2.7	<i>Shitsokoku (compromiso)</i>	16
2.4.2.8	<i>Seishoo (coordinación)</i>	16
2.4.2.9	<i>Seido (control visual)</i>	17
2.5	Balance de línea	17
2.5.1	<i>Importancia del balance de línea</i>	17
2.5.2	<i>Cuando realizar una estandarización</i>	18
2.5.3	<i>Medición del trabajo estandarizado</i>	18
2.5.3.1	<i>Técnicas para medición del trabajo</i>	18
2.5.3.2	<i>Estudio de tiempos</i>	18
2.5.3.3	<i>Cronometraje</i>	19
2.5.3.4	<i>Numero de observaciones</i>	19
2.6	Balanceo de Línea de ensamble	19
2.6.1	<i>Tiempos de referencia</i>	19
2.6.1.1	<i>Tiempo ciclo (Tc)</i>	19
2.6.1.2	<i>Tiempo Normal (Tn)</i>	20
2.6.1.3	<i>Tiempo estándar (Ts)</i>	20
2.6.1.4	<i>Tiempo de proceso, tiempo de ensamble</i>	20

2.7	Pasos para el balance de una línea de ensamble	21
2.8	Productividad.....	21
CAPITULO III		
3	MARCO METODOLÓGICO	22
3.1	Información General de la Empresa.....	22
3.1.1	<i>Caracterización Actual del Área de soldadura de la empresa CIAUTO</i>	22
3.1.1.1	<i>Principales modelos.....</i>	23
3.1.1.2	<i>Especificaciones técnicas del vehículo modelo WINGLE.....</i>	23
3.2	Tipo de estudio.....	24
3.3	Enfoque de la investigación	24
3.3.1	<i>Enfoque cualitativo</i>	25
3.3.1.1	<i>Diagrama de Flujo de la línea de soldadura del modelo WINGLE.....</i>	26
3.3.1.2	<i>Estaciones de Trabajo.....</i>	27
3.3.1.3	<i>Estaciones de trabajo para camioneta WINGLE.....</i>	27
3.4	Método de investigación.....	28
3.4.1	<i>Método deductivo – inductivo</i>	28
3.4.1.1	<i>Análisis.....</i>	28
3.4.1.2	<i>Comprensión.....</i>	28
3.4.1.3	<i>Ejecución</i>	28
3.5	Descripción de las actividades en las estaciones de trabajo	28
3.6	Técnicas de recolección de datos	39
3.6.1	<i>Medios digitales</i>	39
3.7	Metodología para realizar el balance de la línea de soldadura	39
3.7.1	<i>Balance de la línea de soldadura</i>	39
3.7.1.1	<i>Número de ciclos a cronometrar en cada puesto de trabajo</i>	40
3.7.1.2	<i>Determinación del tiempo productivo.....</i>	40
3.7.1.3	<i>Determinación de los tiempos en las estaciones de trabajo</i>	42
3.7.1.4	<i>Determinación de tiempos suplementarios u holguras (S)</i>	44
3.7.1.5	<i>Determinación de tiempos Estándar.....</i>	48

CAPITULO IV

4	RESULTADOS.....	49
4.1	Control estadístico del proceso.....	49
4.1.1	<i>Cálculo de los límites de control para la gráfica de la media. (gráficas x).....</i>	49
4.1.1.1	<i>Determinación de los factores.....</i>	49
4.1.1.2	<i>Cálculo de los límites de control para la gráfica de la media. (gráficas R).....</i>	50
4.1.1.3	<i>Rango de las estaciones.....</i>	51
4.1.1.4	<i>Cálculo de límites, rango, takt time y número de unidades.....</i>	51
4.1.1.5	<i>Gráficas de límites superior e inferior.....</i>	53
4.1.1.6	<i>Takt Time de las estaciones.....</i>	53
4.1.1.7	<i>Balance inicial de línea de soldadura.....</i>	54
4.2	Value Stream Mapping (VSM)	55
4.2.1	<i>VSM Inicial.....</i>	55
4.2.1.1	<i>Selección del Producto.....</i>	55
4.2.2	<i>Realización del VSM del estado Actual.....</i>	56
4.2.2.1	<i>VSM Actual estación SWC-1.....</i>	57
4.2.2.2	<i>VSM actual estación SWC-2.....</i>	58
4.2.2.3	<i>VSM actual estación SR-1.....</i>	58
4.2.2.4	<i>VSM actual estación SMIG-1.....</i>	58
4.2.2.5	<i>VSM actual estación ADJ-0.....</i>	58
4.2.2.6	<i>VSM actual estación ADJ-1;2.....</i>	58
4.2.2.7	<i>VSM Actual estación ADJ-4;5.....</i>	58
4.2.2.8	<i>VSM actual estación MF-3.....</i>	58
4.2.2.9	<i>VSM actual estación SEC-1.....</i>	58
4.2.2.10	<i>VSM General, situación actual.....</i>	59
4.2.2.11	<i>Análisis del VSM general.....</i>	60
4.3	Flujograma para aplicación de las mejoras.....	60
4.4	KAIZEN.....	61

4.4.1	<i>Ciclo de Deming</i>	61
4.4.1.1	<i>Planificar</i>	61
4.4.1.2	<i>Hacer: Aplicación de las ideas KAIZEN</i>	63
4.4.1.3	<i>Verificar</i>	69
4.4.1.4	<i>Actuar</i>	69
4.4.2	<i>Implementación de 9'S en la línea de soldadura</i>	69
4.4.2.1	<i>Aplicación Seiri (Arreglar)</i>	69
4.4.2.2	<i>Aplicación Seiton (Ordenar)</i>	71
4.4.2.3	<i>Aplicación Seiso (Limpiar)</i>	71
4.4.2.4	<i>Aplicación Seiketsu (Mantener)</i>	72
4.4.2.5	<i>Aplicación Shicari (Constancia) y Shitsokoku (Compromiso)</i>	73
4.4.2.6	<i>Aplicación Seishoo (Coordinación)</i>	74
4.4.2.7	<i>Aplicación Seido (Estandarización)</i>	74
4.5	<i>Mejora</i>	75
4.5.1	<i>Balance de línea final con las mejoras implementadas</i>	75
4.5.1.1	<i>Nuevos tiempos de producción</i>	75
4.5.1.2	<i>Tiempos promedios</i>	76
4.5.1.3	<i>Tiempos estándar</i>	77
4.5.1.4	<i>Gráficas de control mejoradas</i>	77
4.5.1.5	<i>Cálculo del Takt time mejorado</i>	78
4.5.1.6	<i>Estandarización final mejora</i>	78
4.5.2	<i>VSM General futuro de soldadura</i>	79
	CONCLUSIONES	80
	RECOMENDACIONES	81
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Principales modelos ensamblados en CIAUTO.....	23
Tabla 2-3:	Especificaciones técnicas camioneta WINGLE.....	23
Tabla 3-3:	Estaciones de trabajo del área de soldadura.....	27
Tabla 4-3:	Actividades de la estación SWC-1.....	28
Tabla 5-3:	Actividades estación SWC-2.....	30
Tabla 6-3:	Actividades estación SR-1.....	32
Tabla 7-3:	Actividades estación SMIG-1.....	32
Tabla 8-3:	Actividades estación ADJ-0.....	33
Tabla 9-3:	Actividades estación ADJ-1,2.....	34
Tabla 10-3:	Actividades estación ADJ-4,5.....	35
Tabla 11-3:	Actividades estación MF-3.....	36
Tabla 12-3:	Actividades estación SEC-1.....	38
Tabla 13-3:	Tiempo no productivos en la jornada laboral.....	40
Tabla 14-3:	Tiempos productivos totales en la jornada laboral.....	41
Tabla 15-3:	Tiempos promedio de las estaciones.....	43
Tabla 16-3:	Tiempos normales de las estaciones de trabajo.....	44
Tabla 17-3:	Tiempos suplementarios de las estaciones de trabajo en la línea de soldadura ...	47
Tabla 18-3:	Tiempos estándar en las estaciones de trabajo.....	48
Tabla 1-4:	Factores utilizados para los límites de control.....	51
Tabla 2-4:	Cálculo de rango para las estaciones.....	51
Tabla 3-4:	Resumen de los tiempos tomados en las estaciones de trabajo.....	52
Tabla 4-4:	Valores de los límites de control de las estaciones.....	52
Tabla 5-4:	Balace de línea de la situación actual.....	54
Tabla 6-4:	Selección del producto.....	55
Tabla 7-4:	Simbología VSM actual.....	56
Tabla 8-4:	Simbología VSM futuro.....	57
Tabla 9-4:	Planificación de la forma en la que se efectuó las mejora.....	62
Tabla 10-4:	Mejoras aplicadas en la planta de soldadura.....	63
Tabla 11-4:	Actividades estación SR-2.....	64
Tabla 12-4:	Formas de verificación de las mejoras aplicadas.....	69
Tabla 13-4:	Elementos analizados en Seiri.....	70
Tabla 14-4:	Sistema de control de materiales Seiri.....	70
Tabla 15-4:	Proceso de limpieza de las estaciones en Seiso.....	71
Tabla 16-4:	Tiempos de producción aplicando mejoras.....	75

Tabla 17-4:	Nuevos tiempos promedios aplicando mejoras.....	76
Tabla 18-4:	Nuevos tiempos normales aplicando mejoras.....	76
Tabla 19-4:	Nuevos tiempos estándar aplicando mejoras.....	77
Tabla 20-4:	Estandarización final aplicando mejoras en la línea de soldadura.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Estructura de lean manufacturing	6
Figura 2-2: Componentes esenciales de Kaizen	9
Figura 3-2: Principio lógico de metodologías y técnicas de mejora.	10
Figura 4-2: Símbolos del flujo de materiales	11
Figura 5-2: Símbolos del flujo de información.	11
Figura 6-2: 9'S	14
Figura 7-2: Ejemplo de Seiri	14
Figura 8-2: Ejemplo de Seiton	15
Figura 9-2: Estándares para el control visual	17
Figura 1-3: Mapa de la ubicación empresa CIAUTO.....	22
Figura 2-3: Línea de soldadura de punto de la planta.....	24
Figura 3-3: Línea de ajuste de la planta.	25
Figura 4-3: Estación de trabajo para soldadura de punto.....	29
Figura 5-3: Estación SWC-2	31
Figura 6-3: Estación SR-1.....	31
Figura 7-3: Estación SMIG-1.....	33
Figura 8-3: Estación ADJ-0	34
Figura 9-3: Estación ADJ-1,2	35
Figura 10-3: Estación ADJ-4,5.....	36
Figura 11-3: Estación MF-3.....	38
Figura 12-3: Toma de tiempos mediante cámara de video grabación.....	39
Figura 13-3: Número de ciclos a cronometrar.....	40
Figura 14-3: Valores suplementos OIT	45
Figura 15-3: Suplementos según la humedad y temperatura.....	46
Figura 16-3: Conversión de a porcentaje según el número de puntos.....	46
Figura 1-4: Límites de control para \bar{x} mediante la técnica SPC.....	49
Figura 2-4: Selección de factores para los límites de control de la media.....	50
Figura 3-4: Límites de control para R^- mediante la técnica SPC	50
Figura 4-4: Selección de factores para los límites de control de las amplitudes.....	50
Figura 5-4: VSM actual de la situación actual de la planta de soldadura.....	59
Figura 6-4: Limpieza de puntos situación actual estación SWC-1.....	64
Figura 7-4: Limpieza de puntos situación actual estación SWC-2 y SR-1.....	65
Figura 8-4: Limpieza de puntos situación mejorada estación SR-2.....	65
Figura 9-4: Layout de la situación actual estación ADJ-0.....	66

Figura 10-4: Layout de la situación mejorada estación ADJ-0.....	67
Figura 11-4: Proceso antiguo estación ADL-1,2	68
Figura 12-4: Proceso actual y mejorado estación ADJ-1,2.....	68
Figura 13-4: Implementación Seiri	70
Figura 14-4: Sistema de control de materiales Seiton.....	71
Figura 15-4: aplicación de Seiton	71
Figura 16-4: Estado actual del lugar de trabajo	72
Figura 17-4: Estado mejorado del lugar de trabajo.....	72
Figura 18-4: Factores para el desarrollo de 9'S.....	73
Figura 19-4: Reuniones programadas por parte de coordinación de soldadura	74
Figura 20-4: VSM general aplicando mejoras en la línea de soldadura.....	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Diagrama de flujo de la línea de soldadura de unidades WINGLE.....	26
Gráfico 1-4: Límites de control situación actual.....	53
Gráfico 2-4: Gráficas de control según el TT de la situación actual.....	54
Gráfico 3-4: Diagrama de flujo de la aplicación de ideas de mejora.....	60
Gráfico 4-4: Ciclo de Deming.....	61
Gráfico 5-4: Límites de control aplicando mejoras.....	77
Gráfico 6-4: Sistema de control aplicando mejoras.....	78

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** TOMA DE TIEMPOS ESTACIÓN SWC-1.
- ANEXO B:** TOMA DE TIEMPOS ESTACIÓN SWC-2.
- ANEXO C:** TOMA DE TIEMPOS ESTACIÓN SR-1.
- ANEXO D:** TOMA DE TIEMPOS ESTACIÓN SMIG-1.
- ANEXO E:** TOMA DE TIEMPOS ESTACIÓN ADJ-0.
- ANEXO F:** TOMA DE TIEMPOS ESTACIÓN ADJ-1,2.
- ANEXO G:** TOMA DE TIEMPOS ESTACIÓN ADJ-4,5
- ANEXO H:** TOMA DE TIEMPOS ESTACIÓN MF-3.
- ANEXO I:** TOMA DE TIEMPOS ESTACIÓN SEC-1.
- ANEXO J:** VSM ESTACIÓN SWC-1.
- ANEXO K:** VSM ESTACIÓN SWC-2
- ANEXO L:** VSM ESTACIÓN SR-1.
- ANEXO M:** VSM ESTACIÓN SMIG-1.
- ANEXO N:** VSM ESTACIÓN ADJ-0.
- ANEXO O:** VSM ESTACIÓN ADJ-1,2.
- ANEXO P:** VSM ESTACIÓN ADJ-4,5
- ANEXO Q:** VSM ESTACIÓN MF-3.
- ANEXO R:** VSM ESTACIÓN SEC-1.
- ANEXO S:** VSM ESTACIÓN SR-2.

RESUMEN

El presente trabajo vincula conocimientos teóricos con procesos de fabricación en la industria, con el objetivo de lograr un mejoramiento productivo en la línea de soldadura de la empresa CIAUTO, del cantón Ambato. Para ello, se aplicaron las metodologías Value Stream Mapping (VSM), 9'S y Kaizen, así como las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing. Se analizaron datos de producción en la línea de soldadura, del modelo de camionetas WINGLE, luego, se realizó el balance de línea de producción y estudio de métodos y tiempos, con la toma de datos de las estaciones de trabajo, determinando los tiempos takt, normales, estándar y holguras, para comprender el proceso de soldadura de forma general. Con la herramienta CAD (Dibujo Asistido por Computadora) para la elaboración del VSM actual, se analizaron los procesos y determinaron las fuentes de afectación directa al proceso productivo, mediante la aplicación de planes de acción Kaizen, como: la implementación de una nueva estación de trabajo determinada SR-2, destinada exclusivamente a la limpieza de puntos de suelda; el rediseño de la estación de trabajo ADJ-0 para acortar la distancia entre los racks de componentes y los operarios; se instaló tecler en la estación ADJ-1,2 para la elevación de puertas y su instalación en las cabinas. Estas mejoras se utilizaron para la elaboración del VSM futuro, se implementó 9'S en ciertas estaciones que no estaban cumpliendo con la filosofía. El resultado fue una mejora significativa en el proceso de producción de la línea de soldadura, pues, al evaluar la mejora alcanzada, se obtuvo un aumento de la productividad de 27 unidades producidas con un takt time de 15:40 min con 19 operarios, a 34 unidades con un takt time de 12:30 min con el mismo número de trabajadores. De esta manera, se logró una mayor producción con los mismos operarios.

Palabras clave: <MAPA DE LA CADENA DE FLUJO DE VALOR (VSM)>, <PRODUCCIÓN>, <LEANMANUFACTURING>, <TIEMPO TAKT>, <CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO (SPC)>



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGOPARREÑO UQUILLAS



31-03-2021

0908-DBRAI-UTP-2021

ABSTRACT

The present research links theoretical knowledge with manufacturing processes in the industry, with the objective of achieving a productive improvement in the welding line of the company CIAUTO, in the Ambato canton. For this purpose, Value Stream Mapping (VSM), 9'S and Kaizen methodologies were applied, as well as the tools of the Lean Manufacturing philosophy. Production data were analyzed in the welding line of the WINGLE pickup truck model, then, the production line balance and study of methods and times were carried out, with the collection of data from the workstations, determining the takt, normal, standard, and slack times, to understand the welding process in a general way. With the CAD tool (Computer Aided Drawing) for the elaboration of the current VSM, the processes were analyzed and the sources of direct affectation to the productive process were determined, through the application of Kaizen action plans, such as: the implementation of a new workstation SR-2, exclusively destined to the cleaning of welding points; the redesign of the workstation ADJ-0 to shorten the distance between the component racks and the operators; keyboards were installed in the station ADJ-1,2 for the elevation of doors and their installation in the cabins. These improvements were used for the development of the future VSM, 9'S were implemented in certain stations that were not complying with the philosophy. The result was a significant improvement in the production process of the welding line, since, when evaluating the improvement achieved, an increase in productivity was obtained from 27 units produced with a takt time of 15:40 min with 19 workers, to 34 units with a takt time of 12:30 min with the same number of workers. In this way, a higher production was achieved with the same workers.

Keywords: <VALUE STREAM MODEL (VSM) <PRODUCTION>, <LEAN MANUFACTURING>, <TAKT TIME>, <STATISTIC PROCESS CONTROL.

INTRODUCCIÓN

La Empresa CIAUTO Cia. Ltda., inició sus funciones como una compañía autopartista, la cual realizaba el ensamble de modelos de camionetas Wingle 5 y vehículos Haval H5 en el año 2013, de la firma China Great Wall. Con el paso de los años se convirtió en la compañía que incorpora el 30% de componentes procedentes del mercado ecuatoriano impulsando al Incremento Económico y tecnológico del Ecuador. En los últimos años construye autos a partir de CKD (Complete Know Down) que se entiende como completamente desarmados, con modelos como: Haval M4, Wingle 5, Wingle 7 y al presente con la firma Shineray, con exportación desde febrero de 2019 hacia Colombia y Costa Rica.

Con el surgimiento de otras empresas dedicadas a la fabricación de automóviles se han desarrollado herramientas que ayudan a eliminar problemas detectados en la línea de producción como tiempos muertos, Takt time elevado, lead time excesivo y tiempos muertos de operación. Este tipo de problemas es de vital importancia eliminarlos para llegar a tener una producción esbelta, con el paso de los años se ha convertido en una filosofía adoptada por muchas empresas, entre ellas CIAUTO. Ésta filosofía es conocida como lean manufacturing, JIT (Just in time), VSM (Value Stream Mapping), 9`S, Kaizen entre otras.

En el área de soldadura de la empresa CIAUTO se aplicó de la manera más óptima herramientas lean manufacturing para llegar a cumplir de una manera mucho más eficaz con los estándares de producción necesarios para que el personal de la empresa pueda adoptar la filosofía lean y llegar a una producción esbelta.

El presente trabajo busca el mejoramiento de los procesos de producción de la línea de soldadura bajo el estudio y análisis de la situación actual, determinando las oportunidades de mejora y su desarrollo con la adecuada aplicación de las herramientas lean manufacturing expresadas con anterioridad.

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Para la elaboración del presente trabajo de titulación cuyo fin es el mejoramiento productivo del área de soldadura mediante la aplicación de herramientas lean manufacturing es imperativo realizar un compendio de investigaciones referentes al tema para establecer el fundamento teórico y metodológico del mismo, los trabajos analizados se citan a continuación.

- De un primer trabajo denominado “Balanceo de la Línea de Ensamble de M4 de Great Wall Mediante Manufactura Esbelta en la Empresa CIAUTO” realizado por (Ortega, 2018 pág. 12), nos indica que el objetivo del trabajo de titulación fue aplicar técnicas estudiadas en la academia para encontrar el tiempo estándar en las estaciones de trabajo, tiempo no productivo y tiempos productivos para el proceso de soldadura, para la correcta realización del trabajo se cronometró las actividades en las estaciones, se calculó el tiempo takt=8 unidades por día, al final se calculó la capacidad de producción para optimizar el proceso con una línea más balanceada.
- Un segundo trabajo realizado por (Flores, y otros, 2018) denominado “Mejoramiento del Proceso Productivo en Base al Desarrollo de la Metodología VSM” mediante la investigación se determinó que en los puestos de trabajo existen movimientos innecesarios por parte de los operarios los cuales originan transportes incorrectos los cuales llevan a demoras en el área de producción, además es visible el desorden que existe en los puestos de trabajo debido a que no existe lugares adecuados para las herramientas, por esta razón es de vital importancia la aplicación de mapas VSM para lograr una mejora en el proceso y la aplicación de las 5'S le da a la empresa una mejor organización en las actividades realizadas en cada puesto de trabajo.
- Un tercer trabajo realizado por (Masapanta, 2014) denominado “Análisis de Despilfarros Mediante la Técnica Value Stream Mapping (VSM) en la fábrica de calzado LENICAL, donde el objetivo principal del trabajo fue identificar y disminuir los despilfarros. Para el estudio correspondiente se eligió la familia de zapatos conformada con los modelos más demandados, el autor indica que es de vital importancia realizar el estudio de métodos y tiempos para encontrar los takt time de 35 unidades, este dato ayudara a la aplicación de la herramienta lean VSM. Además, se desarrollaron herramientas para facilitar la recolección de información mediante planes de acción

como 5´S.

- En un cuarto trabajo realizado por (Anton, 2018), denominado, “Mejoramiento de la Productividad Mediante la Aplicación e Implementación de Herramientas Lean Manufacturing en la Línea de Producción de Puertas Enrollables en Industrias Metálicas Vilema en el Cantón Guano en la Línea de Producción de Puertas Enrollables”, la empresa no tiene una distribución adecuada en la línea de producción, además los operarios distribuidos en cada estación no presentan una cultura de orden y limpieza debido a un deficiente estandarización de la línea, para lograr evidentes mejoras se aplicó herramientas lean como: 5´S e ideas Kaizen para lograr procedimientos óptimos que logre el mejoramiento de la línea en tendencia a una mejora continua lo cual le otorga a la empresa una manufactura esbelta en cuanto a producción.

1.2 Planteamiento del problema

La empresa Ciudad del Auto CIAUTO. Cia. Ltda, se dedica al ensamble de partes de CKD (Complete Know Down) para la fabricación de camionetas Great Wall modelo WINGLE. Mediante la investigación realizada en el área de soldadura, en la línea de producción existen problemas que generan demoras como la carencia de información actualizada de las operaciones como diagramas y mapas de trabajo para el soldado de las partes principales de la camioneta WINGLE, además se ha determinado tiempos muertos de operaciones y movimientos innecesarios, debido a que no se realiza una constante revisión de las 5´S por parte de los coordinadores y los operarios en la línea de producción y hasta el momento no se cumple con la mejora continua. Como consecuencia se ha elevado Takt time (tiempo total de producción) y cuellos de botella en los puestos de trabajo debido a que los movimientos no son aplicados de la manera adecuada, lo que dificulta que en el área de soldadura los balances de línea no reflejan la realidad del proceso, la aplicación de herramientas Lean Manufacturing como VSM, 9´S y Kaizen expuestas en el presente trabajo de titulación para la eliminación o mitigación de los problemas encontrados en el área de soldadura de la empresa CIAUTO.

1.2.1 Beneficiarios internos

Los beneficiarios internos son: la empresa CIAUTO; el área de soldadura de la empresa, operarios y coordinación del área de soldadura. Aumentar porqué se benefician.

1.2.2 Beneficiarios externos

Los beneficiarios externos son: la escuela de ingeniería industrial debido a que se incrementa la investigación para futuros trabajos de titulación y se fortalece los conocimientos adquiridos en la carrera por los estudiantes.

1.3 Justificación

El trabajo de titulación propuesto se justifica plenamente con los beneficios que otorga al área de soldadura mediante la aplicación de conocimientos de métodos y tiempos, balance de línea, aplicación de herramientas lean manufacturing y producción estudiados determinar soluciones a los problemas encontrados en la línea de soldadura de la empresa CIAUTO como: demoras en la producción, desfases en los procesos productivos, los cuales al realizar la investigación de balance de línea se han localizado frecuentes a lo largo de la ejecución de operaciones.

Se aplicó herramientas lean manufacturing como VSM, 9'S y Kaizen para eliminar o reducir las demoras y demás problemas detectados en la línea de soldadura de camionetas WINGLE de la empresa CIAUTO, el VSM es utilizado debido a que llega a representar un esquema del proceso productivo de la línea para identificar las operaciones de una manera más fácil, las operaciones que no aportan valor al proceso productivo permitiendo priorizar la acción de mejora. El plan de acción Kaizen permite en el VSM actual determinar los principales problemas en el proceso, para la elaboración del VSM futuro se implementará la idea Kaizen con el propósito de eliminar los problemas en la línea determinados en el VSM actual. La metodología 9'S se emplea para mejorar aún más algunas conductas por parte de los operarios. El aporte que se consigue al realizar el presente trabajo de titulación es el mejor rendimiento en los procesos productivos, evitar tiempos improductivos y una mejor ubicación de los operarios en las estaciones de trabajo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Mejorar la producción en el área de soldadura para camioneta Wingle mediante la aplicación de herramientas lean: VSM, 9's, Kaizen en la empresa "CIAUTO", para incrementar la producción diaria de unidades y que el personal adopte la filosofía lean manufacturing.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar la estandarización de la línea para el proceso productivo de soldadura de unidades WINGLE.
- Analizar la situación actual del proceso de soldadura y elaborar un VSM actual para determinar los problemas en la línea de soldadura y sus mejoras.
- Elaborar un VSM mejorado mediante la aplicación de la idea Kaizen a través de

La identificación de los factores que afectan a los procesos.

- Aplicar las 9'S en estaciones donde exista factores que puedan afectar a la organización de cada puesto de trabajo.
- Evaluar las mejoras aplicadas en el área de soldadura con las herramientas lean Manufacturing por medio de un balance de línea final.

CAPITULO II

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Lean Manufacturing

Las herramientas lean manufacturing forman parte de un modelo innovador de gestión de los procesos de fabricación, maquinaria utilizada en dichos procesos, personas encargadas de los sistemas de producción y maquinaria inmersa en cada línea de producción de las empresas. Los cuales tienen como objetivo mejorar la calidad en el proceso, servicios y el producto final mediante la eliminación constante de defectos, desperdicios y tiempos de producción muertos e inactivos durante los diversos procesos de producción. (Neto, 2013 pág. 9).

Para (Rajadell, y otros, 2016 pág. 2) las herramientas Lean Manufacturing se comprende como la mejora de un sistema completo de fabricación en una línea de producción mediante la eliminación de actividades que no aportan un valor importante al proceso y al producto terminado.

2.1.1 Los pilares de Lean Manufacturing

La implementación de herramientas lean manufacturing en una empresa requiere el completo entendimiento de conceptos fundamentales para la correcta elaboración e implantación de estas.

Los principales conceptos que se debe entender son:

- La filosofía para una mejora continua Kaizen.
- La aplicación de calidad total para todas las estaciones de trabajo.
- Producción de las unidades requeridas en un tiempo adecuado.

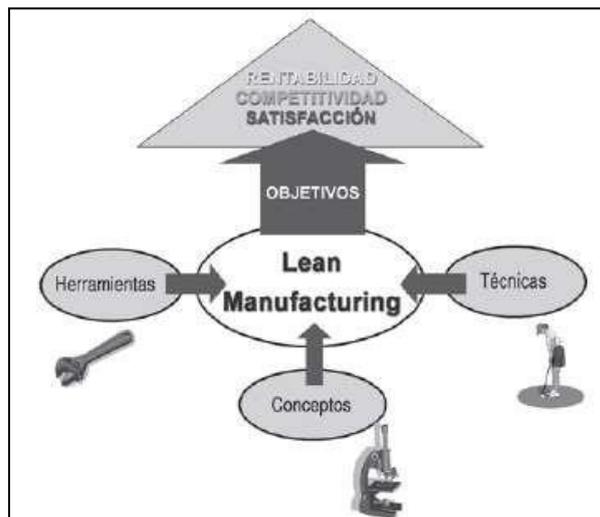


Figura 1-2: Estructura de lean manufacturing

Fuente: (Rajadell, y otros, 2016 pág. 18)

2.1.2 Los principios de Lean Manufacturing

Para que el sistema lean manufacturing dentro de un área industrial funcione de la manera adecuada se trata de gestionar los procesos como un todo y no enfocarse en cada operación, de esta manera se busca la reducción o eliminación de las operaciones que causan demoras en el proceso productivo.

En el libro “las claves del éxito Toyota” según (Liker, 2004 págs. 9-10) los principios de la filosofía lean manufacturing son:

- Crear una filosofía a largo plazo
- Lograr un proceso de flujo continuo para que los problemas en la línea se vean reflejados con mayor facilidad.
- Utilizar sistemas “pull” para evitar una sobreproducción de unidades
- Nivelar el número de actividades para cada estación es lograr optimizar la producción en la línea.
- Estandarizar la línea para lograr la mejora continua.
- Utilizar el control visual cada cierto tiempo para cada estación de trabajo.
- Usar maquinaria confiable.
- Formar operarios que se involucren con la filosofía y transmitan estos conocimientos al resto.
- Descentralizar la toma de decisiones en el área de producción.
- Lograr que la organización aprenda mediante la constante mejora continua (Kaizen).

2.1.3 Herramientas más comunes del sistema Lean Manufacturing

Cada una de estas herramientas pueden ser implementadas de una manera independiente o conjunta, posterior a un análisis de la situación en la que se encuentre la empresa y dependiendo de las mejoras que se desee alcanzar según el tema a ejecutar.

Según (Rajadell, y otros, 2016) para una mejor aplicación de las herramientas se debe estudiar los conceptos para llegar a una visión simplificada de las técnicas destinadas a su aplicación en el área de estudio, centrarse en el compromiso para alcanzar la mejora continua y lograr que todos los operarios se contagien del mismo compromiso y con los mismos objetivos de cambio. Las herramientas más comunes y utilizadas son las siguientes:

- **Kaizen.** - Es una cultura de cambio constante que se aplica con la finalidad de reducir los costos de producción y efectuar planes de acción que lleven a la empresa a la mejora continua.

- **Just in time.** - Permite la reducción de costos mediante la aplicación de metodologías que disminuyan inventarios de materia prima, partes de ensamble y tiempos muertos de producción.
- **TPM (mantenimiento productivo total).** - El objetivo principal de esta herramienta es la disminución de pérdidas por tiempos de parada de la maquinaria y operaciones ineficientes durante el proceso de producción mediante el mantenimiento productivo.
- **Control Visual.** – Es una técnica que tiene como objetivo informar a los operarios de cómo se van desarrollando las situaciones de mejora en función de cada proceso productivo.
- **VSM (mapa de cadena de valor).** – Es un modelo gráfico en el cual se representa el flujo de materiales como el flujo de información del proceso de producción enfocado en una línea de fabricación específica de la empresa.
- **Las 9 S.** – Es una técnica mejorada que se deriva de las 5 s utilizada para mejorar las condiciones de trabajo dentro de una planta industrial o un área específica de la misma mediante una excelente organización, orden y limpieza en cada puesto de trabajo.
- **Kanban.** – Es un sistema de control de la producción mediante el uso de tarjetas normalizadas en donde se explica las operaciones que realiza el operario en cada puesto de trabajo.
- **Jidoka.** – Es una técnica en donde se aplica la incorporación de dispositivos destinados a la detección de errores.

2.2 Metodología Kaizen

Kaizen o mejora continua es una técnica utilizada para llegar a una cultura de cambio constante para lograr mejores prácticas en los procesos productivos mediante el conjunto de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados y coordinadores. Cuando se presenta un problema lo primero que se debe hacer es analizar las causas y tomar las medidas correctivas para esta área y la correcta aplicación de un plan de acción que ayude a mitigar los problemas encontrados y como resultado aumentar la eficiencia del sistema productivo. (Rajadell, y otros, 2016 págs. 12-13).

La metodología Kaizen requiere de un fuerte compromiso por parte de las personas que conforman una empresa industrial para su correcto desarrollo y que la aplicación de los planes de acción destinados a lograr un mejoramiento en calidad de los productos, productividad, satisfacción del cliente y tiempos y ciclos cortos para que se cumplan de una manera acertada.

Una de las empresas que mejor ha aplicado la metodología Kaizen es Toyota, en 1999, en una planta de EE. UU., 7000 empleados de Toyota presentaron más de 75.000 propuestas, de las cuales se llevaron a cabo el 99%. Sin embargo, con el crecimiento de las empresas se ha logrado aplicar esta metodología a otros servicios, tales como hospitales, alimentos e industria del calzado.

Con ello se ha comprobado que Kaizen es una técnica que cuando se aplica de una manera adecuada brinda grandes resultados de mejora para los procesos en los cuales se la aplica. (Oropesa Vento, y otros, 2015)

2.2.1 Componentes esenciales de la metodología Kaizen

Según (Oropesa Vento, y otros, 2015 págs. 20-21) metodología Kaizen está compuesta por cuatro partes esenciales que ayudan a llegar a las mejoras propuestas, Planificar su realización y llevarla a la implementación para lograr los objetivos del estudio.

- **Identificar.** – Descubrir y analizar los problemas.
- **Planificar.** – Hallar soluciones creativas que logren los objetivos de la empresa.
- **Ejecutar.** – Implantar la idea Kaizen en el área que se esté realizando el estudio.
- **Revisar.** – Realizar las revisiones concretas y determinar si se obtiene



Figura 2-2: Componentes esenciales de Kaizen

Fuente: (Fresinga, 2019 pág. 22)

2.2.2 Kaizen como principio lógico de metodologías y técnicas de mejora

La herramienta Kaizen según las metodologías busca que se aplique correctamente las ideas de mejora enfocados en los problemas más relevantes dentro de la línea de producción en donde se esté realizando el estudio técnico.

El alcance y enfoque de punto de vista organizacional es micro, centrado en las operaciones realizadas en cada puesto de trabajo y en la participación de los empleados. (Suárez, y otros, 2018 pág. 18)

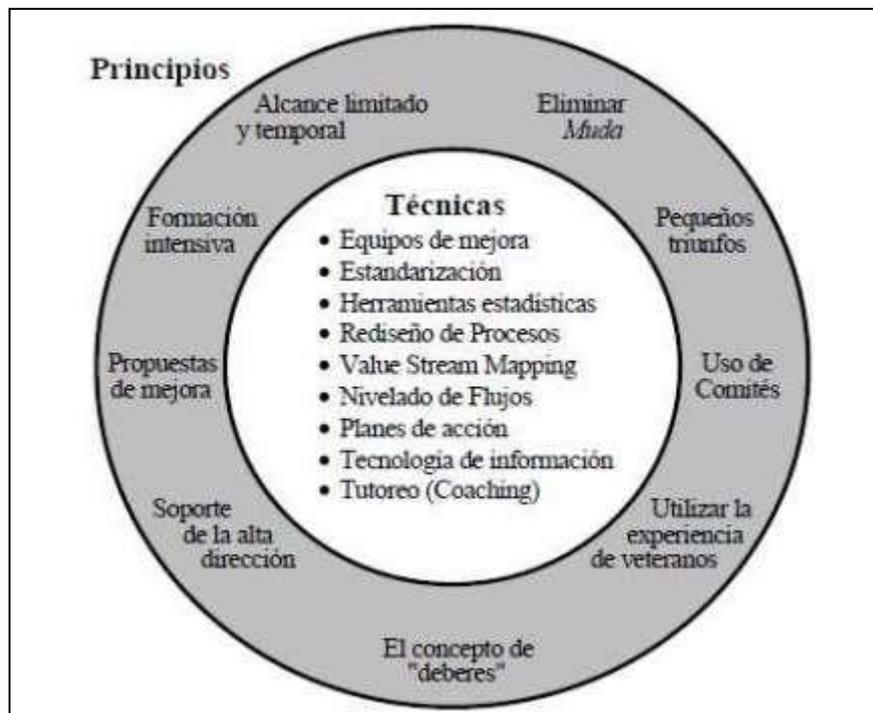


Figura 3-2: Principio lógico de metodologías y técnicas de mejora.

Fuente: (Suárez, y otros, 2018 pág. 23)

2.3 Value Stream Mapping (VSM)

Es una eficaz metodología basada en el mapa del flujo de materiales e información que ayuda a definir las directrices para la correcta implantación de Lean Manufacturing dentro del estudio que se esté realizando.

Un VSM Es la representación del flujo de materiales y el flujo de información en cuando a procesos se refiere, mediante símbolos específicos de una familia de productos dentro de la fábrica teniendo en cuenta que el proceso de fabricación inicia desde el inicio del proceso de fabricación con la materia prima hasta la entrega final del producto.

Se le llama corriente de valor (Value Stream) al conjunto de procesos que contribuyen a lograr un producto terminado en una familia de productos, dentro de estos procesos se encuentran actividades que aportan valor (VA), actividades que no aportan valor, pero son necesarias (NVAN) y actividades que no aportan valor y son innecesarias (NVAI).

Se centra en la disminución del lead time en todo el conjunto de procesos no se centra en aflorar los despilfarros de los procesos individuales. (Mandariaga, 2020 págs. 227-228)

2.3.1 Simbología para el VSM

Cada símbolo en la realización del VSM es una imagen que representa una idea y cada una de estas ideas se encuentran relacionadas entre sí, cada uno de estos símbolos representa todos los sistemas encontrados dentro del proceso productivo, los símbolos para la elaboración del VSM esta divididos en dos tipos como se muestra a continuación.

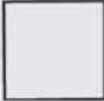
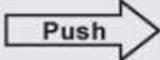
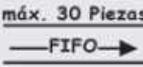
 Operación de Valor Añadido	 Operación de Control	 1000 piezas 1.3 días Material Parado	 Movimiento de Materiales Empujado				
 Movimiento de Material Tirado	<table border="1" data-bbox="608 752 751 904"> <tr><td>T/C: 65 seg.</td></tr> <tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr> <tr><td>2 Turnos</td></tr> <tr><td>OEE: 60%</td></tr> </table> Datos de Proceso	T/C: 65 seg.	C/S: 400 seg.	2 Turnos	OEE: 60%	 Flujo de Materiales en Secuencia	 Localizaciones Externas
T/C: 65 seg.							
C/S: 400 seg.							
2 Turnos							
OEE: 60%							
 Transporte por Camión	 Transporte interno	 Supermercado					

Figura 4-2: Símbolos del flujo de materiales

Fuente: (Rajadell, y otros, 2016 pág. 40)

La simbología estándar utilizada para la identificación del flujo de información es la siguiente

 Flujo de Información Manual	 Flujo de Información Electrónico	 Plan de Producción	 Caja de Nivelado
 Kanban de Lote de Producción	 Kanban de Movimiento	 Kanban de Producción	 Movimiento de Kanban en Lote
 Secuenciador	 Ajustes "Informales" del Plan de Producción		

Figura 5-2: Símbolos del flujo de información.

Fuente: (Rajadell, y otros, 2016 pág. 41)

2.3.2 Pasos para la elaboración del VSM

Según (Mandariaga, 2020 pág. 230) Los pasos adecuados para la realización del VSM en una línea específica de la empresa en donde una familia de productos comparta operaciones similares para su fabricación son:

- Seleccionamos una familia de productos o un producto específico de la empresa.
- Se calcula y representa el lead time
- Se realiza el mapa de la situación actual.
- Se plantea ideas de mejora
- Se realiza el mapa de la situación futura.
- Se determina planes de acción para la mejora continua de la línea de producción.

2.3.2.1 Takt time

Es el tiempo que se requiere para producir un producto y satisfacer la demanda promedio del cliente, la forma de cálculo se la hace mediante la siguiente fórmula

$$TT = \frac{\text{tiempo disponible del trabajo}}{\text{producción requerida}} \quad (1)$$

2.3.2.2 Lead time

El lead time (tiempo de espera) es el tiempo que se tarda una operación desde que inicia hasta que se completa, incluyendo el tiempo hasta que la empresa entregue ese producto al cliente. Además, se toma como consideración los tiempos en stock y plazo de entrega por lo que su reducción es imperativa dentro de las mejoras necesarias una de las vías para reducir este lead time es la reducción de los subprocesos. Se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Lead time} = \text{tiempo de valor añadido} + \text{tiempo de valor no añadido} \quad (2)$$

El tiempo de valor añadido corresponde a las operaciones destinadas a la transformación de la materia prima en el producto terminado y el tiempo de valor no añadido son las actividades que no agregan valor a las actividades realizadas en cada línea al momento de la fabricación del producto. (Mandariaga, 2020 págs. 232-233)

2.4 Metodología de las 9S

La metodología de las 9S se deriva de la aplicación de metodologías establecidas por Toyota denominada 5S las cuales se clasifican en los términos Seiri (separar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y shitsuke (disciplina). Con la evolución de las industrias y el desarrollo de nuevas tecnologías se ha insertado nuevas disciplinas y términos que brinde a los

operadores la oportunidad de ser muy efectivos para poder llegar a la calidad total de las operaciones y el producto final, debido a que abarca el mejoramiento de las condiciones laborales de quien se adapta a estas metodologías y un adecuado ambiente de trabajo en las diferentes líneas de producción. Los términos que se han añadido a la metodología de las 5S son Shicari (constancia), Shitsokoku (compromiso), Seido (control visual) y Seishoo (coordinación). (Hernandez, 2018 pág. 39).

2.4.1 Beneficios de la aplicación de la metodología 9S

Según (Mandariaga, 2020 págs. 35-36), las 9S son una metodología utilizada para mejorar las condiciones del puesto de trabajo en una línea de producción determinada, las cuales propicia:

- Mejorar la seguridad del puesto de trabajo y la calidad de las actividades.
- Reducir los errores.
- Reducir tiempos de cambio (muda) y su variación (mura) al eliminar las búsquedas y minimizar traslados a la hora de manipular los equipos.
- Reducir tiempos ciclos de los operarios y su variación al disponer de forma precisa las herramientas útiles para el tiempo de operaciones.

2.4.2 Aplicación de las 9's

Según (AIN, 2016 págs. 20-30) Existen situaciones específicas que requieran la aplicación inmediata de la metodología dentro de una línea de producción como son: Aspecto sucio del taller, máquinas, personas y servicios, etc. (fugas, goteras, plásticos y poca luz en las instalaciones).

- Desorden (pasillos ocupados, herramientas en el suelo, materia prima amontonada).
- Falta de sitio en los almacenes.
- Estanterías repletas de materia prima cuya identificación es difícil.
- Falta instrucciones y señalética que los operarios entiendan.
- No utilización de equipos de seguridad (epp, extintores).
- Elementos de máquinas deficientes, (pantallas, botoneras, cables sueltos)
- Desinterés del personal por su estación de trabajo.
- Falta de compromiso por parte del personal en la aplicación de correctas normas de trabajo.
- Excesivas averías de máquinas.
- Soluciones provisionales de los problemas.

- Falta de estandarización en los procesos de fabricación.

CON LAS COSAS	SEIRI SEITON SEISO	CLASIFICACION ORGANIZACIÓN LIMPIEZA
CON USTED MISMO	SEIKETSU SHITSUKE SHIKARI SHIRUKOKU	BIENESTAR PERSONAL DISCIPLINA CONSTANCIA COMPROMISO
CON LA EMPRESA	SEISHOO SEIDO	COORDINACION ESTANDARIZACIÓN

Figura 6-2: 9'S

Fuente: (AIN, 2016 pág. 30)

2.4.2.1 Seiri (eliminar)

Significa separa y eliminar de la estación de trabajo todos los elementos innecesarios o que no contribuyan en la tarea que se realice en el puesto de trabajo. Por tanto, consiste en controlar el flujo de operaciones y materiales para evitar despilfarros, (Rajadell, y otros, 2016 pág. 50).

Los despilfarros que se quiere evitar son:

- Incremento de transportes.
- Pérdida de tiempo en búsqueda de herramientas.
- Productos no conformes.
- Falta de espacio.
- Desorden en el puesto de trabajo.

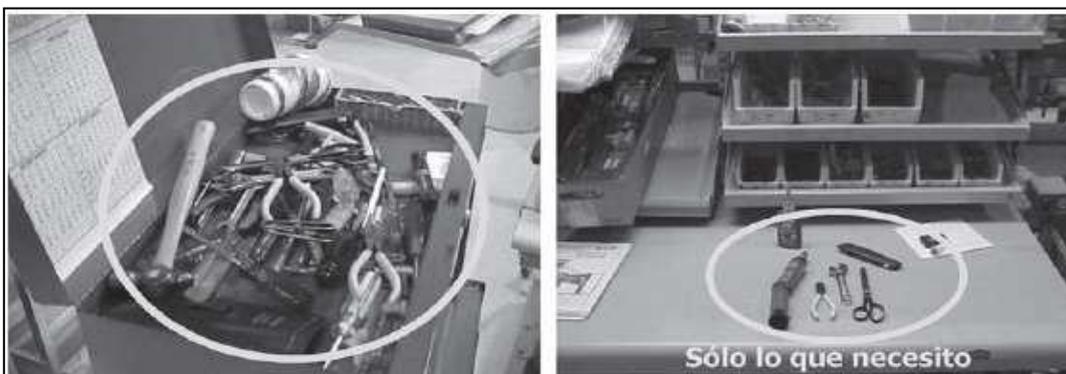


Figura 7-2: Ejemplo de Seiri

Fuente: (Rajadell, y otros, 2016 pág. 51)

2.4.2.2 *Seiton (ordenar)*

Para (Hernández, y otros, 2017) consiste en organizar los elementos determinados como necesarios en cada puesto de trabajo para que puedan ser encontrados con mayor facilidad por el operario. Para esto se tiene que identificar la ubicación de cada elemento para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición, la implantación del Seiton comporta:

- Marcar límites de cada estación de trabajo, almacenaje y áreas de paso.
- Disponer de un lugar específico para cada elemento que forme parte del puesto de trabajo.

Los beneficios del Seiton pueden verse reflejado es aspectos como:

- Mayor facilidad de alcance para los elementos que se necesiten
- Mejora en la productividad global de la línea de producción.
- Reducción de tiempos en búsqueda de herramientas.

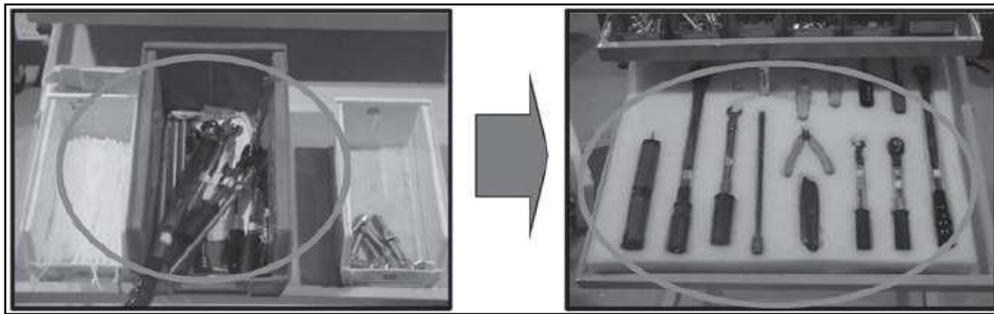


Figura 8-2: Ejemplo de Seiton

Fuente: (Rajadell, y otros, 2016 pág. 60)

2.4.2.3 *Seiso (Limpieza e inspección)*

Esta S trata de limpiar e inspeccionar el entorno para evitar la suciedad de los elementos que integran el puesto de trabajo incorporando acciones que permitan tener un mayor control visual de las instalaciones para eliminar el polvo y la suciedad con mayor facilidad. Se debe integrar la limpieza como una actividad más del trabajo diario por parte del personal de la empresa, enfocándose en la mitigación de las causas de la suciedad que en sus consecuencias. (Mandariaga, 2020 pág. 38)

Para (Rajadell, y otros, 2016 pág. 57) los beneficios de la filosofía Seiso pueden verse reflejados en actividades como:

- Reducción del riesgo de accidentes por acciones secundarias.
- Incremento de la vida útil de los equipos
- Reducción de averías en los equipos.

2.4.2.4 *Seiketsu (estandarizar)*

Busca la verificación de las 3 S anteriores mediante la aplicación adecuada de estas, estandarizar pretende seguir un proceso específico para ser aplicado de la manera más fácil correcta. Mediante evidencias, como: fotos, documentos, tablas y planes de acción que impliquen elaborar estándares de limpieza dentro de la línea los cuales sean realizados por el personal responsable de cada puesto de trabajo y que estos se cumplan de manera continua en la línea que se realice el estudio. (Rajadell, y otros, 2016 pág. 59)

Para (Hernández, y otros, 2017 pág. 40) los beneficios de Seiketsu son evidenciados de la siguiente manera:

- Mantener los niveles logrados con las tres primeras “S”
- Elaborar planes de acción para limpieza.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza.
- Crear hábitos en la organización, orden y limpieza.

2.4.2.5 *Shitsuke (disciplina)*

Esta S tiene como objetivo principal convertir en hábito la aplicación de las metodologías ya establecidas en las “S” anteriores y aceptar la aplicación normalizada de los mismos. Uno de los elementos principales es crear la cultura de autocontrol y que el personal de la empresa cumpla con los lineamientos establecidos para que la aplicación sea perdurable. Con la correcta aplicación de esta “S” se puede lograr una cultura de sensibilidad y cuidado de los recursos y un mejor ambiente de trabajo. (Rajadell, y otros, 2016 pág. 62)

2.4.2.6 *Shicari (constancia)*

En esta “S” se trata de hacer conciencia en el personal de la empresa y en los operarios encargados de cada puesto de trabajo para que el trabajo realizado en esta metodología perdure de una manera correcta y que se la realice de una manera habitual, es decir que se la realice todos los días y que el personal no claudique en su hacer bien (eficiencia) y en su propósito (eficacia).

2.4.2.7 *Shitsokoku (compromiso)*

Esta acción implica ir hasta el final de la realización de las tareas es parte fundamental de la trilogía que lleva a la armonía de un trabajo bien realizado (disciplina, constancia, compromiso). Para que el personal cumpla las actividades con armonía y eficacia.

2.4.2.8 *Seishoo (coordinación)*

Esta fase de las 9S busca que todas las actividades se realicen de una manera conjunta teniendo en cuenta que todas las fases se tienen que realizar al mismo tiempo para no perder el desfase de las actividades realizadas por cada operario dentro de la línea de producción, el objetivo principal

es llegar a la calidad total de las operaciones y que conlleven al producto terminado.

2.4.2.9 Seido (control visual)

Para (Mandariaga, 2020 pág. 39) Una vez implementadas todas las 8S anteriores se debe procurar el establecimiento de estándares en cada puesto de trabajo de forma que las situaciones anómalas en herramientas, instrumentos y maquinaria sean neutralizadas al instante y de una forma periódica o a su vez estas situaciones sean informadas al departamento de mantenimiento por parte de los operarios encargados de un puesto de trabajo y prevenir perdidas mayores, para ello se debe realizar:

- Definir niveles mínimos y máximos en instrumentos de presión, neumáticos, etc.
- Delimitar el estado actual de todos los instrumentos que estén siendo ocupados por el personal.
- Identificar estados de las llaves de paso.
- Instruir a los operarios.

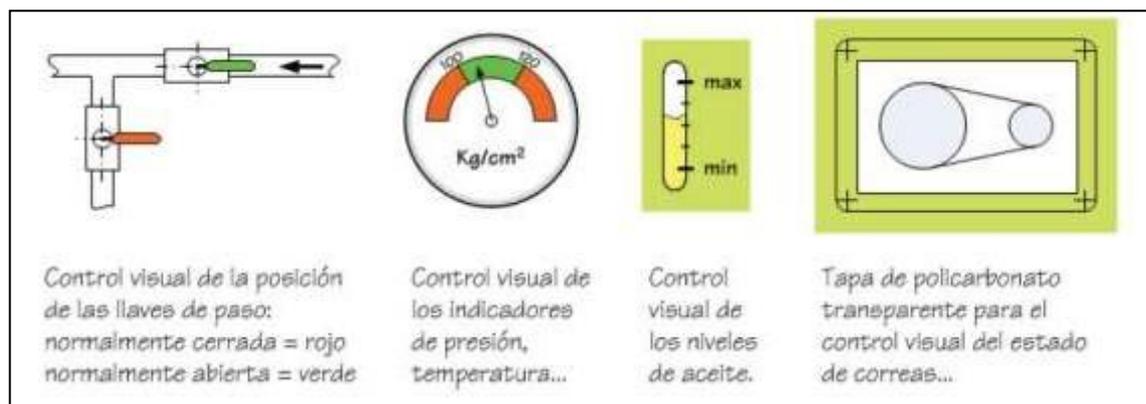


Figura 9-2: Estándares para el control visual

Fuente: (Mandariaga, 2020 pág. 40)

2.5 Balance de línea

La estandarización se basa en un conjunto de reglas que brindan una guía de cómo se debe realizar una tarea o actividad que contribuya con la fabricación de un producto. Un balance de línea implica de una manera clara que se debe hacer, como se efectúa dicha tarea y a qué velocidad para que sea repetido en cada ciclo que sea necesario en la producción. (Torrubiano, y otros, 2016 pág. 83)

2.5.1 Importancia del balance de línea

Al realizar el balance de una línea de producción se establecen lineamientos en ámbitos de evaluación, administración de operaciones y evaluación del desempeño de estas, lo que sirve como fundamento para la mejora de todo el proceso productivo dentro de la línea de producción. (Torrubiano, y otros, 2016 pág. 85)

El balance de línea conlleva la evolución de varios beneficios para la línea de producción, los cuales son:

- Asegura que el operador realice una secuencia de acciones de una manera repetitiva.
- Garantiza que se cumpla con la producción dentro de los tiempos establecidos.
- Ofrece documentación que ayuda a los coordinadores a comparar las acciones de los operadores para que exista una relación de actividades entre lo que se está realizando y lo establecido en la documentación.
- Ayuda a mantener un alto nivel de operaciones repetidas.
- Asegura actividades más seguras y efectivas.
- Incremento de la productividad.

2.5.2 Cuando realizar una estandarización

La realización de la estandarización en una línea de producción se debe comenzar cuando se obtiene información relevante de los procesos como tiempos de operación, secuencia de estas dentro de un ciclo productivo y su tiempo Takt, una vez que se ha mejorado el proceso se debe documentar los nuevos métodos establecidos en cada área de trabajo y capacitar al personal. (Soconini, 2014 pág. 127)

2.5.3 Medición del trabajo estandarizado

Es la aplicación de técnicas y métodos para calcular los diferentes tiempos que invierte cada operario en llevar a cabo una determinada actividad que contribuya a la fabricación de un producto. (Soconini, 2014 pág. 130)

2.5.3.1 Técnicas para medición del trabajo

Para (García, 2016 pág. 23), las técnicas más importantes para la medición del trabajo son:

- Estimación de datos históricos de la empresa.
- Estudio de tiempos mediante cronómetro.
- Tiempos de operaciones predeterminados.
- Datos estándar y fórmulas de tiempo.

2.5.3.2 Estudio de tiempos

Según (García, 2016 págs. 24-26), un estudio de tiempos de operación consta de varias fases a tomar en cuenta, las cuales son:

- Preparación
- Ejecución
- Valoración
- Suplementos

- Tiempo estándar

2.5.3.3 Cronometraje

Es la medición por parte del investigador del tiempo de operación, tarea o actividad realizada por el o los operarios en un puesto determinado de trabajo, mediante un instrumento de medición de tiempo como el cronometro.

Para (Torrubiano, y otros, 2016), el cronometraje puede realizarse mediante dos métodos puntuales, los cuales son:

Cronometraje continuo. – Se deja correr el cronometro mientras dura la actividad; Se pone en marcha cuando inicia el proceso de primer trabajador, al final del proceso de cada operador se registra el tiempo marcado por el cronometro.

Cronometraje con vuelta a cero. – Los tiempos son registrados inmediatamente después que el operador concluya con la actividad, posteriormente el segundero del cronometro se retorna a cero y se activa nuevamente el conteo de forma inmediata para registrar el tiempo del siguiente operador.

2.5.3.4 Numero de observaciones

Para (Garcia, 2016 pág. 27) estudio de tiempos de trabajo depende de la operación que se esté registrando con los instrumentos de medición, existen procedimientos específicos que determinan con claridad cuál es el número de observaciones que se debe realizar en el estudio, los procedimientos a seguir son los siguientes:

- Formula estadística.
- Abaco de Libson.
- Tabla de Westinghouse.
- Criterio de General Electric.

2.6 Balanceo de Línea de ensamble

De acuerdo con (Robert, 2014 pág. 800), la línea de ensamble es el lugar en donde los procesos de trabajo se realizan mediante pasos sucesivos para llegar a la producción de un artículo, la ruta que debe realizar cada artículo para su proceso es en una línea de producción continua. Para la fabricación de una unidad los componentes pasan de una estación a otra mediante un proceso controlado y con una secuencia específica.

2.6.1 Tiempos de referencia

Para el Balance de línea se utiliza los siguientes tiempos

2.6.1.1 Tiempo ciclo (T_c)

Es la cantidad de tiempo que se requiere para culminar un proceso, compuesto por las operaciones de esperas y transportes dentro de la línea. (Garcia, 2016 pág. 28)

2.6.1.2 Tiempo Normal (T_n)

Es el tiempo realizado por un operario al realizar una actividad a un ritmo de trabajo normal (Janania, 2018).

$$T_n = T_o \times V \quad (3)$$

$$T_n = T_o \times [1 + (K + E + C + K)] \quad (4)$$

Donde:

T_n = Tiempo normal

T_o = Tiempo medido promedio

V = Valoración del ritmo de trabajo.

H = habilidad

E = esfuerzo

C = condiciones

K = consistencia

2.6.1.3 Tiempo estándar (T_s)

El tiempo estándar es aquel que se considera globalmente para la realización de la operación. (Janania, 2018)

$$T_s = T_n \times (1 + S) \quad (5)$$

Donde:

T_s = Tiempo estándar

T_n = Tiempo normal

S = Suplementos

2.6.1.4 Tiempo de proceso, tiempo de ensamble

Este tiempo según (Suñe, y otros, 2015 pág. 92), está vinculado al proceso y en espacial a un producto dentro de dicho proceso, se toma en consideración los recursos (maquinaria, humano, espacio)

requerido para la fabricación. Se define como “el tiempo en fabricar una unidad única de principio a fin mediante actividades específicas. Además, es el resultado de sumar los tiempos de cada uno de los subprocesos anteriores que conlleven a la finalización del producto final.

2.7 Pasos para el balance de una línea de ensamble

- Especificar las operaciones que se realizan con secuencia dentro de la línea de producción
- Determinar el tiempo ciclo (C).

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción diaria requerida (unidades)}} \quad (6)$$

- Determinar el número de estaciones de trabajo (N) en la línea de producción.

$$N = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo ciclo (C)}} \quad (7)$$

- Asignar las actividades una por una hasta que la suma de los tiempos de estas sea igual al trabajo de ciclo.
- Evaluar la eficiencia de cada puesto de trabajo o estación (E). (Criollo, 2016 pág. 414)

2.8 Productividad

Es el nivel de rendimiento con los que se ha empleado los recursos disponibles para la producción, la productividad es la relación entre la producción obtenida por un proceso productivo y los recursos utilizados. Se puede definir como la relación entre el producto terminado y el tiempo utilizado para su realización, cuanto menos sea el tiempo utilizado para desarrollar el producto mayor es la productividad, el objetivo principal es la fabricación de productos a un costo mínimo mediante el adecuado empleo de los recursos. (Criollo, 2016 pág. 420)

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Recursos utilizados}} \quad (8)$$

$$\text{Índice de productividad} = \frac{\text{Productividad observada o propuesta}}{\text{Productividad base o anterior}} \times 100\% \quad (9)$$

3.1.1.1 Principales modelos

Tabla 1-3: Principales modelos ensamblados en CIAUTO.

Marca	Great Wall	Great Wall	Great Wall	Great Wall
Modelo	WINGLE 5	WINGLE 7	M4	SHINERAY
Imagen				

Fuente: (Ciauto, 2013)

3.1.1.2 Especificaciones técnicas del vehículo modelo WINGLE

Materiales: La camioneta Wingle cuenta con un material galvanizado para toda la cabina y las chapas para evitar la oxidación de la carrocería y aumentar el tiempo de vida útil de esta de igual manera la calidad de la pintura aumenta con este tipo de material galvanizado.

Estructura: La estructura de la cabina de este modelo es de forma trapezoidal debido a que le da mayor seguridad para todos los caminos a los que están sometidas las versiones 4x4 y 4x2.

Dimensiones: Largo: 5,09m; Ancho:1,8m; Altura: 1,7m.

Capacidad de Carga: La capacidad que soporta la camioneta Wingle es de 1050Kg.

Especificaciones camioneta WINGLE

Tabla 2-3: Especificaciones técnicas camioneta WINGLE.

Motor	2.0 turbo intercooler, 141 caballos de fuerza a 4000 RPM con 315Nm de torque.
Sistema de seguridad	ABS, EBD, ESP.
Dirección	Hidráulica
Suspensión Delantera	Delantera independiente de barra de torción y estabilizadora
Suspensión Posterior	Ballesta
Sistema de frenos	Frenos delanteros de disco ventilados en las 4 ruedas.
Capacidad de pasajeros	5
Sensores de reversa	Si
Control crucero	Si
Computadora a bordo	Si

Fuente: (Ciauto, 2013).

3.2 Tipo de estudio

El presente trabajo es de carácter técnico en donde se realiza la aplicación de conocimientos de

producción como diagramas de flujo, análisis de tiempos en las estaciones de trabajo, layout y se basa en la aplicación de herramientas lean en las estaciones de trabajo en donde se busca la estandarización de la producción mediante el balance de línea, determinar el flujo de materiales, y operaciones mediante el VSM y determinar problemas al momento de fabricación para encontrar las posibles mejoras mediante la aplicación de ideas KAIZEN y ciclo de Deming. Finalmente aplicar la filosofía de 9'S en las estaciones que no las cumple de la manera adecuada logrando así el aumento de la productividad de unidades con la reducción de tiempos de producción.

3.3 Enfoque de la investigación

La investigación al momento de la toma de datos para los respectivos cálculos y análisis de mejoras se la realizó en el área de soldadura de la empresa CIAUTO, la toma de tiempos y datos de producción se realizó en las líneas de soldadura de punto y ajuste de Brackets para las unidades WINGLE, enfocado en las estaciones de trabajo.



Figura 2-3: Línea de soldadura de punto de la planta.

Fuente: Autor

En el área de ajuste se realiza la instalación de puertas delanteras, posteriores, capó y la instalación de Brackets destinados para la incorporación de componentes en el área de ensamble.



Figura 3-3: Línea de ajuste de la planta.

Fuente: Autor.

3.3.1 Enfoque cualitativo

El enfoque cualitativo del presente trabajo de titulación está basado en describir las estaciones de trabajo de la planta de soldadura: las operaciones realizadas en cada una de ellas, el tipo de transporte de las unidades al momento de su proceso de fabricación , el flujo de información manejado por los operarios, la clasificación que se les da a los componentes utilizados para el ensamble de partes y los tiempos que se tarda cada operario en realizar las actividades en cada estación de trabajo .

El área de soldadura de la empresa cuenta con dos líneas de fabricación compuestas por nueve estaciones de trabajo distribuidas a lo largo de la planta mediante un proceso de fabricación continuo como podemos observar en el siguiente flujo grama en donde se expresa las actividades realizadas en cada estación.

Diagrama de Flujo de la línea de soldadura del modelo WINGLE

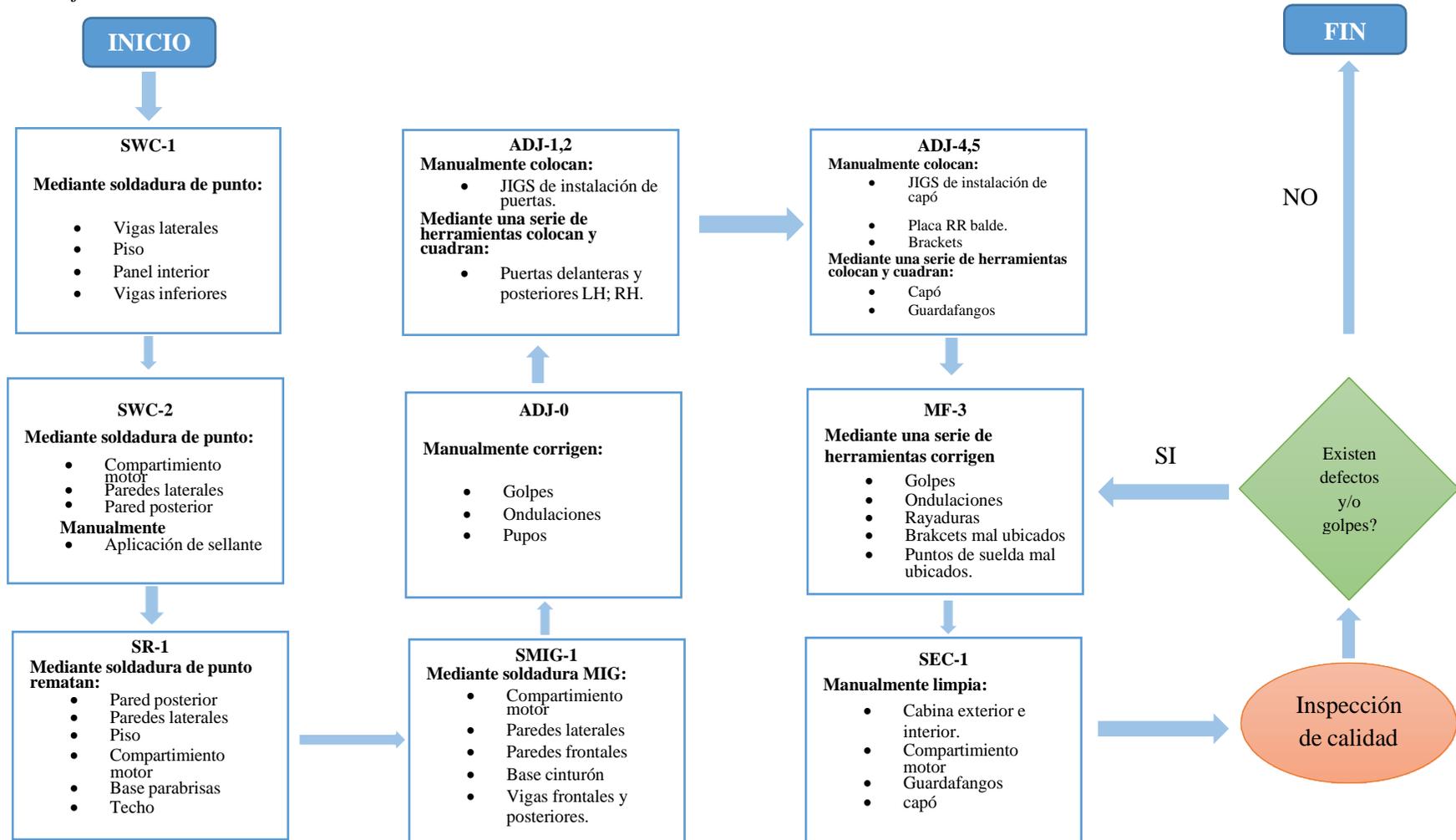


Gráfico 1-3: Diagrama de flujo de la línea de soldadura de unidades WINGLE

Fuente: Autor

3.3.1.1 Estaciones de Trabajo

El proceso de soldadura se clasifica en dos bloques los cuales son soldadura de punto en donde se realiza las operaciones de suelda de las unidades dichas operaciones son realizadas en JIGS de trabajo destinados para actividades específicas.

En el bloque de ajuste se realiza el ensamble de las puertas delanteras, posteriores y el capó para las unidades Wingle, además se realiza la colocación de Brackets interiores y exteriores, este bloque también cuenta con estaciones destinadas a la corrección de errores superficiales, es decir, golpes, ondulados y rayaduras que se presenta en las cabinas como resultado del traslado constante de las unidades por los anteriores puestos de trabajo.

Finalmente cuenta con un puesto de trabajo destinado a la limpieza de polvo y aceite restante en la cabina de las unidades producidas; Este puesto de trabajo también es el encargado del envío de unidades hacia la planta de pintura mediante el montacargas.

3.3.1.2 Estaciones de trabajo para camioneta WINGLE.

Tabla 3-3: Estaciones de trabajo del área de soldadura

Estaciones de trabajo		
Soldadura de punto	SWC-1	Soldadura de punto-1
	SWC-2	Soldadura de punto-2
	SR-1	Soldadura de Remate-1
	SMIG-1	Soldadura con suelda MIG
Ajuste	ADJ-0	Corrección de paneles, puertas y capó
	ADJ-1,2	Colocación de puertas delanteras y posteriores
	ADJ-4,5	Colación de capó en la cabina
	MF-3	Corrección de fallas superficiales en la cabina
	SEC-1	Envió a Pintura

Fuente: Autor

3.4 Método de investigación

3.4.1 Método deductivo – inductivo.

Se realizó un método deductivo inductivo debido a que las conclusiones siguen a las premisas, es decir si el análisis es el adecuado las premisas son verdaderas y las conclusiones son pueden ser consideradas verdaderas y acertadas. En nuestro caso las conclusiones de mejoras a las que se llega son mediante un análisis de datos de producción en donde se determinó problemas en cada estación de trabajo, para ello se sigue los siguientes pasos:

3.4.1.1 Análisis

Se realiza la estandarización de la línea obteniendo los tiempos de producción y llegando a un takt time posterior a esto se determina cual es la estación que más problemas tenga o que no cumpla con el takt time para enfocar posibles mejoras en la misma.

3.4.1.2 Comprensión

Después del análisis de cada línea se detecta el problema y se comprende cuál es su causa para llegar a una mejora significativa de esta estación en donde se esté realizando el estudio esta mejora debe tener un carácter cuantitativo, es decir, que se pueda comprobar mediante un análisis matemático o gráfico el nivel de mejoramiento en la línea de producción.

3.4.1.3 Ejecución

Después del análisis respectivo se procede a la ejecución de la mejora la cual va a ser evaluada mediante diferentes herramientas de cálculo, en nuestro caso se evaluó las mejoras establecidas mediante la estandarización de la línea y la ejecución de un VSM mejorado de la planta para poder determinar si las mejoras son las correctas y si existe un aumento de la productividad.

3.5 Descripción de las actividades en las estaciones de trabajo

Estación SWC-1: Es la primera estación de la línea de soldadura de punto en donde se realiza las siguientes actividades.

Tabla 4-3: Actividades de la estación SWC-1

N°	Actividades SWC-1
1	Inspección visual y verificación del JIG UB-10.
2	Identificación de la estructura del piso CPV (2.0 DIESEL 4X2).
4	Grabado del número de cabina.
5	Anclaje del elevador de compartimiento de motor.
6	Montaje del compartimiento de motor en el JIG UB-10.

7	Montaje de las vigas laterales de piso lado LH en el JIG UB-10.
8	Montaje de la estructura de piso en el JIG UB-10.
9	Cierre de prensas electroneumáticas del JIG UB-10.
10	Soldadura de compartimiento de motor a la estructura de piso.
11	Soldadura de las vigas laterales de piso lado LH al piso.
12	Soldadura de las vigas laterales de piso lado LH al piso y compartimiento
13	Soldadura del Panel Int. Viga inferior LH a la estructura de piso.
14	Apertura de prensas electroneumáticas del JIG-UB-10.
16	Soldadura del Panel Int. Viga inferior LH a la estructura de piso.
17	Verificación y limpieza de los puntos soldados.
18	Traslado de la carrocería a la siguiente estación

Fuente: (Ciauto, 2013)



Figura 4-3: Estación de trabajo para soldadura depunto.

Fuete: Autor.

Estación SWC-2: Esta estación es encargada de soldar las partes del compartimiento motor, techo, y laterales del vehículo y consta de las siguientes actividades.

Tabla 5-3: Actividades estación SWC-2.

N°	Actividades SWC-2
1	Montaje del ensamble: compartimiento motor y piso en el JIG MB-10.
2	Montaje de la pared lateral lado LH/RH. en las carrileras del JIG MB-10.
3	Montaje de la pared lateral lado LH/RH en el JIG MB-10.
4	Cierre del JIG MB-10.
5	Aplicación de sellante en el compartimiento del motor.
6	Aplicación de sellante en las paredes laterales LH/RH.
7	Montaje de la pared posterior de la cabina en el JIG MB-10.
8	Montaje de la base del parabrisas sobre el compartimiento del motor.
9	Montaje del techo sobre las paredes laterales lado LH/RH.
10	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH al compartimiento motor y piso.
11	Soldadura del techo a las paredes laterales lado LH/RH
12	Soldadura del techo a las paredes laterales lado LH/RH y de la base del parabrisas al compartimiento motor.
13	Soldadura de la base de parabrisas al compartimiento motor.
14	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH al piso.
15	Soldadura de la pared posterior al piso, laterales lado LH/RH y techo.
16	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH al compartimiento motor.
17	Soldadura de la pared posterior al piso.
18	Apertura de prensas electroneumáticas del JIG MB-10.
19	Verificación y limpieza de los puntos soldados.
20	Traslado de la cabina al JIG-MB-20

Fuente: (Ciauto, 2013)



Figura 6-3: Estación SR-1

Fuente: Autor.

Estación SR-1: En la estación SR-1 se realiza el remate mediante puntos de suelda en áreas específicas después de haber realizado la suelda de las partes laterales, techo, piso y parte posterior de la cabina, como se muestra en la figura 5-3.



Figura 5-3: Estación SWC-2

Fuente: Autor

Tabla 6-3: Actividades estación SR-1

N°	Actividades SR-1
1	Montaje de la cabina al JIG MB-30.
2	Trasladar el JIG MB-30 hacia el centro de la estación de remate de soldadura de punto.
3	Soldadura de la pared posterior con las paredes laterales lado LH/RH.
4	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH con el piso.
5	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH con el compartimiento de motor.
6	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH al compartimiento de motor y base de parabrisas.
7	Remate de pared lateral LH/RH. con el techo y compartimiento de motor.
8	Limpieza y verificación de los puntos soldados en la cabina.
9	Montaje de la cabina soldada en el dollie.
10	Trasladar la cabina soldada a la estación de trabajo SMIG-1.

Fuente: (Ciauto, 2013)

Estación SMIG-1: La estación SMIG-1 es la última en la línea de soldadura de punto del área de soldadura, se encarga de la soldadura de pintos mediante suelda MIG y consta de las siguientes actividades.

Tabla 7-3: Actividades estación SMIG-1

N°	Actividades SMIG-1
1	Inspección de la soldadora MIG.
2	Transportación de la cabina sobre el dolley hacia la estación de trabajo SMIG-1.
3	Verificación de las superficies de los componentes a soldar.
4	Soldadura MIG de la pared frontal del compartimiento motor al piso y del soporte del asiento frontal de la cabina.
5	Soldadura MIG de la pared lateral lado LH/RH a la pared frontal del compartimiento del motor y piso de la cabina.
6	Soldadura MIG de la pared lateral lado LH/RH a la viga frontal del techo de la cabina.

7	Soldadura MIG de la pared lateral lado LH/RH al piso de la cabina.
8	Soldadura MIG de la base del cinturón de seguridad al piso de la cabina.
9	Soldadura MIG de la pared lateral lado LH/RH a la viga posterior del techo de la cabina.
10	Soldadura MIG de la pared posterior a la pared lateral lado LH/RH de la cabina.
11	Verificación y limpieza de la cabina soldada.
12	Transportación de la cabina sobre el dolley hacia la estación ADJ-1-2.

Fuente: (Ciauto, 2013)



Figura 7-3: Estación SMIG-1

Fuente: Autor.

Estación ADJ-0: Esta estación es encargada de la reparación de paneles, puertas y capo de los vehículos.

Tabla 8-3: Actividades estación ADJ-0

N°	Actividades ADJ-0
1	Verificación de las puertas delanteras LH/RH.
2	Verificación de la superficie exterior interior de las puertas delanteras LH/RH.
3	Verificación de las puertas posteriores LH/RH.
4	Verificación de la superficie exterior e interior de las puertas posteriores LH/RH.

Fuente: (Ciauto, 2013)



Figura 8-3: Estación ADJ-0

Fuente: Autor.

Estación ADJ-1,2: En la estación ADJ-1,2 se realiza la colocación de las puertas delanteras y posteriores y el ajuste de estas en las cabinas WINGLE.

Tabla 9-3: Actividades estación ADJ-1,2

N°	Estación	Actividades ADJ-1-2
1	ADJ-1	Montaje del JIG para instalación de puertas RR lado LH/RH.
2		Montaje de puertas posterior lado LH/RH.
3	ADJ-2	Montaje del JIG para instalación de puertas delanteras lado LH/RH.
4		Montaje de puertas delanteras lado LH/RH
5		Cuadratura y ajuste de las puertas posteriores lado LH/RH.
6		Cuadratura y ajuste de las puertas delanteras lado LH/RH.
7		Lijado de los puntos soldados de las puertas delanteras LH/RH.
8		Transportación de la cabina en el dolley hacia la estación ADJ-4-5.

Fuente: (Ciauto, 2013)



Figura 9-3: Estación ADJ-1,2

Fuente: Autor.

Estación ADJ-3,4: En esta estación se realiza la colocación y ajuste del capó en las cabinas WINGLE.

Tabla 10-3: Actividades estación ADJ-4,5

N°	Estación	Actividades ADJ-4-5
1	ADJ-4	Montaje del JIG de instalación del capó.
2		Montaje del capó en la cabina.
3		Retirar JIG de instalación de capó de la cabina.
4		Identificación y limpieza del guardafangos
5		Cuadratura y ajuste de guardafangos lado LH/RH.
6	ADJ-5	Instalación de la placa RR de la compuerta del balde
7		Instalación de tuerca remache de cabeza plana en la cabina.
8		Verificación y lijado de puntos de soldadura en las puertas FR/RR lado LH/RH.
9		Limpieza del interior de la cabina.
10		Limpieza del exterior de la cabina.
11		Transportación de la cabina sobre el dolley hacia la estación MF-3.

Fuente: (Ciauto, 2013)



Figura 10-3: Estación ADJ-4,5

Fuente: Autor.

Estación MF-3: En este puesto de trabajo los operarios son encargados de eliminar fallas en exteriores en la cabina como: Pupos, golpes, ondulaciones y rayaduras.

Tabla 11-3: Actividades estación MF-3

N°	Estación	Actividades MF-3
1	MF-1	Lijado y limpieza de la superficie exterior e interior del capó de la cabina.
2		Lijado y limpieza de la superficie exterior e interior de los guardafangos lado LH/RH de la cabina.
3		Lijado y limpieza de la superficie exterior e interior de las puertas delanteras lado LH/RH de la cabina
4		Lijado y limpieza de la superficie exterior e interior de los parantes A, B y estribos lado LH/RH de la cabina.

5		Lijado y limpieza de la superficie exterior e interior de las puertas posteriores lado LH/RH de la cabina.
6		Lijado y limpieza de la superficie exterior de los parantes B, C lado LH/RH de la cabina.
7		Lijado y limpieza de la superficie exterior de la pared posterior de la cabina.
8		Lijado y limpieza de la superficie exterior del techo de la cabina.
9		Limpieza de la superficie interior del compartimiento del motor.
10	MF-3	Verificación de la superficie exterior e interior del capó de la cabina.
11		Verificación de la superficie externa del guardafango LH/RH.
12		Verificación de la superficie exterior e interior de la puerta delantera LH/RH.
13		Verificación de la superficie exterior de los parantes A, B y estribos LH/RH de la cabina.
14		Verificación de la superficie exterior e interior de la puerta posterior LH/RH de la cabina.
15		Verificación de la superficie exterior de los parantes B, C y estribos LH/RH de la cabina.
16		Verificación de la superficie exterior de la pared posterior de la cabina.
17		Verificación de la superficie exterior del techo de la cabina.
18		Verificación de la superficie del piso parte interna LH/RH de la cabina.
19		Transportación de la cabina hacia la compuerta de calidad.

Fuente: (Ciauto, 2013).



Figura 11-3: Estación MF-3
Fuente: Autor.

Estación SEC-1

La estación SEC-1 es la estación final de la planta de soldadura en donde después de un estricto control de calidad bajo las normas establecidas por Great Wall y estándares internacionales las unidades pasan a esta estación en donde las cabinas son limpiadas de polvo y residuos de aceite. Las unidades son montadas en la plataforma mediante el elevador y enviadas a la planta de pintura para continuar con los procesos respectivos en la fabricación de camionetas WINGLE.

Tabla 12-3: Actividades estación SEC-1

Nº	Actividades SEC-1
1	Transportación de la cabina hacia la estación de entrega de unidad.
2	Limpieza de la superficie exterior de la cabina LH/RH.
3	Limpieza de la superficie interior de la cabina LH/RH.
4	Limpieza de la superficie exterior de la cabina LH/RH.
5	Limpieza del interior de la cabina LH/RH.
6	Limpieza del interior de la cabina LH/RH.
7	Limpieza del interior de la cabina LH/RH.

8	Ubicación de la cabina en el punto de elevación. 1era CABINA
9	Montaje de la cabina sobre la plataforma del camión.
10	Ubicación de la cabina en el punto de elevación. 2da CABINA
11	Montaje de la cabina sobre la plataforma del camión.

Fuente: (Ciauto, 2013).

3.6 Técnicas de recolección de datos

3.6.1 Medios digitales

Para la toma de tiempos se utilizó cámara de video grabación para que se facilite la acción de regreso a 0 y realizar la correcta verificación de los tiempos por actividad con pausas y retrocesos del video.



Figura 12-3: Toma de tiempos mediante cámara de videograbación.
Fuente: Autor.

3.7 Metodología para realizar el balance de la línea de soldadura.

3.7.1 Balance de la línea de soldadura

El balance de la línea de soldadura de unidades WINGLE es parte fundamental e inicial en el presente estudio técnico, se comprobó que las actividades detalladas en los instructivos de trabajo se estén realizando de forma adecuada y ordenada para llegar a la obtención de los tiempos adecuados de producción de cada unidad en las estaciones de trabajo expuestas anteriormente, se ha identificado actividades indispensables para el proceso productivo, actividades necesarias que aportan al proceso productivo, actividades que no son necesarias pero aportan al proceso y actividades que no son necesarias y que no aportan al proceso.

3.7.1.1 Número de ciclos a cronometrar en cada puesto de trabajo

Para la toma de tiempos con el número de ciclos adecuado para cada estudio consideremos la tabla propuesta en el libro (Niebel, 2009), en donde se determinó inicialmente en la primera estación de trabajo SWC-1 el tiempo promedio de producción es 0:22:26 (hh:mm:ss), acudimos a la tabla y determinamos que con este tiempo el número de ciclos recomendado en base a la experiencia de los investigadores es de cronometrar 5 ciclos.

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

Figura 13-3: Número de ciclos a cronometrar
Autor: (Niebel, 2009)

3.7.1.2 Determinación del tiempo productivo

Tiempos no productivos:

Para la determinar el tiempo productivo se realizó un cronometraje de las actividades de los tiempos no productivos como reuniones y tiempos de alimentación necesarios para los operarios, además se cronometra actividades que no aportan con la producción, pero son necesarias para el correcto funcionamiento de las operaciones como: mantenimiento, limado de puntos de suelda y prueba de cincel.

Tabla 13-3: Tiempo no productivos en la jornada laboral

TIEMPOS NO PRODUCTIVOS WINGLE.		
Soldadura de punto		
N°	Actividad	Tiempo
1	reunión de la mañana	0:15:00
2	Mantenimiento	0:10:00
3	Prueba de cincel	0:10:00
4	Limado de Caps (puntos de suelda)	0:10:00
5	Limpieza	0:10:00
	Total	0:55:00
Ajuste		
N°	Actividad	Tiempo
1	reunión de la mañana	0:15:00
2	Mantenimiento	0:10:00
3	Limpieza	0:10:00
	Total	0:35:00

Fuente: Autor.

Tiempos productivos:

Para el cálculo de los tiempos productivos se realizó una resta entre el tiempo establecido para una jornada laboral siendo de 8h00 y los tiempos no productivos establecidos con anterioridad para la planta de soldadura.

Tabla 14-3: Tiempos productivos totales en la jornada laboral

TIEMPOS DE PRODUCCIÓN TOTALES		
Actividad	Tiempo	Forma Decimal
Tiempo laboral	8:00:00	
Tiempo disponible S.P	7:05:00	7,083
Tiempo disponible Ajuste	7:25:00	7,041

Fuente: Autor

3.7.1.3 *Determinación de los tiempos en las estaciones de trabajo*

Los tiempos en las estaciones de trabajo fueron cronometrados mediante la técnica de regreso a 0 en donde después de grabar el proceso de fabricación de una estación de trabajo se reinicia la grabación desde los 0 segundos para la siguiente estación.

La toma de tiempos ciclo en cada estación se realizó mediante la utilización de cámaras de video grabación de las operaciones desde que los operarios inician el proceso de fabricación de la unidad hasta que terminan las actividades determinadas en cada estación.

La técnica utilizada fue la de regreso a cero en donde después de cada estación de trabajo se paraba la grabación, se registró el tiempo y al iniciar las operaciones de la siguiente estación se iniciaba la grabación desde cero.

Estación SWC-1

El tiempo normal calculado en esta estación es de 0:22:26 (hh:mm:ss). Para observar más detalladamente la tabla de los tiempos normales (Véase anexo A).

Estación SWC-2

El tiempo normal calculado en esta estación es de 0:22:17 (hh:mm:ss). Para observar más detalladamente la tabla de los tiempos normales (Véase anexo B).

Estación SR-1

El tiempo normal calculado en esta estación es de 0:24:10 (hh:mm:ss). Para observar más detalladamente la tabla de los tiempos normales (Véase anexo C).

Estación SMIG-1

El tiempo normal calculado en esta estación es de 0:10:06 (hh:mm:ss), como el tiempo es menor a 20min según las tablas el número adecuado de observaciones para esta estación es de 8. Para observar más detalladamente la tabla de los tiempos normales (Véase anexo D).

Estación ADJ-0

El tiempo normal calculado en esta estación es de 0:11:15 (hh:mm:ss). Para observar más detalladamente la tabla de los tiempos normales (Véase anexo E).

Estación ADJ-1,2

El tiempo normal calculado en esta estación es de 0:30:53 (hh:mm:ss). Para observar más detalladamente la tabla de los tiempos normales (Véase anexo F).

Estación ADJ-4,5

El tiempo normal calculado en esta estación es de 0:28:34 (hh:mm:ss). Para observar más detalladamente la tabla de los tiempos normales (Véase anexo G).

Estación MF-3

El tiempo normal calculado en esta estación es de 0:22:57 (hh:mm:ss). Para observar más detalladamente la tabla de los tiempos normales (Véase anexo H).

Estación SEC-1

El tiempo normal calculado en esta estación es de 0:25:37 (hh:mm:ss). Para observar más detalladamente la tabla de los tiempos normales (Véase anexo I).

Resumen de tiempos promedios en las estaciones de trabajo.

La siguiente tabla evidencia en resumen de los tiempos promedios determinados en cada estación de trabajo que sirvió para el cálculo de los tiempos normales.

Tabla 15-3: Tiempos promedio de las estaciones.

No.	LÍNEA	ESTACIÓN	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	TOMA 4	TOMA 5	T. PROMEDIO
1	Soldadura Punto	SWC-1	0:24:43	0:23:05	0:22:47	0:22:51	0:21:36	0:23:00
2		SWC-2	0:25:44	0:21:02	0:22:41	0:22:44	0:22:10	0:22:52
3		SR-1	0:26:08	0:25:25	0:23:58	0:24:28	0:23:51	0:24:46
4		SMIG-1	0:10:25	0:10:04	0:10:28	0:10:08	0:10:39	0:10:21
5	Ajuste y A. metálico	ADJ-0	0:12:11	0:10:25	0:10:34	0:11:16	0:13:01	0:11:29
6		ADJ 1-2	0:32:34	0:29:51	0:31:48	0:30:57	0:32:28	0:31:32
7		ADJ 4 - 5	0:33:37	0:33:17	0:31:36	0:31:56	0:15:43	0:29:14
8		MF - 3	0:24:53	0:22:29	0:23:27	0:22:44	0:23:40	0:23:27
9		SEC-1	0:27:51	0:26:50	0:24:19	0:25:58	0:25:56	0:26:11

Fuente: Autor

Tiempos normales en las estaciones de trabajo.

El tiempo normal de trabajo es el tiempo requerido por los operarios para la ejecución de las operaciones a un ritmo de trabajo normal o estándar.

$$TN = TP \times v \quad (10)$$

Donde:

TP= tiempo promedio.

V= velocidad de trabajo

Velocidad de trabajo:

Le damos un valor de 100% equivalente a 1 debido a que las operaciones se efectúan a un ritmo normal y tranquilo.

Tabla 16-3: Tiempos normales de las estaciones de trabajo.

No	LÌNEA	ESTACIÓN	ECUACION; $TN=TP \times v$	T. NORMAL
1	Soldadura Punto	SWC-1	$TN=0:23:00 *1$	0:23:00
2		SWC-2	$TN=0:22:52*1$	0:22:52
3		SR-1	$TN=0:24:46*1$	0:24:46
4		SMIG-1	$TN=0:10:21*1$	0:10:21
5	Ajuste y A. metálico	ADJ-0	$TN=0:11:29*1$	0:11:29
6		ADJ 1-2	$TN=0:31:32*1$	0:31:32
7		ADJ 4 - 5	$TN=0:29:14*1$	0:29:14
8		MF - 3	$TN=0:23:27*1$	0:23:27
9		SEC-1	$TN=0:26:11*1$	0:26:11

Fuente: Autor.

3.7.1.4 Determinación de tiempos suplementarios u holguras (S)

El valor de los tiempos suplementarios representa las interrupciones a las cuales son utilizadas por los operarios para la realización de diferentes actividades algunas de ellas pueden ser necesidades personales como viajes al baño, hidratación otro tipo de interrupciones son las fatigas que afecta a todos los operarios en la jornada laboral. Existen otros suplementos variables que pueden verse determinados por la temperatura ambiente, cargas, posturas incómodas, ruidos, trabajos de pie, trabajos que requieran gran precisión en su ejecución. Para la determinación de las holguras nos dirigimos a tablas establecidas mediante a experiencia de los investigadores para ello tenemos que realizar un análisis en cada estación de trabajo teniendo en cuenta que ciertas holguras solo se aplican para una estación específica, por ejemplo, las estaciones que están sometidas a una temperatura elevada a la temperatura ambiente sol las de soldadura de punto por ende se tiene que aplicar un numero de holgura específico. Las estaciones en donde los operarios están sometidos a carga son: ADJ-1,2; ADJ-5,5. Y la estación en donde la persona está sometida a posturas incómodas en SMIG-1. Mientras que los suplementos que se aplica a todas las estaciones de trabajo son los suplementos constantes. En la Figura 12-3 podemos observar que suplementos se tomó para las estaciones.

Figura 14-3: Valores suplementos OIT.

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

Autor: (OIT, 2009)

Utilizamos suplementos por temperatura y humedad en las estaciones de soldadura de punto SWC-1, SWC-2, SR-1 Y SMIG-1, debido a que las sueldas utilizadas para el proceso de fabricación liberan calor al momento de su utilización, además hay que tener en cuenta el número de puntos que tienen que ejecutar en cada cabina y el peso de la suelda lo cual también hace

aumente el calor corporal y la temperatura ambiente en estas estaciones de trabajo lo cual genera sudor y aumento de humedad en cada estación durante la jornada laboral.

Para la determinación de los valores nos basamos en la figura 13-3, en donde nos indica según la humedad y temperatura detectados los valores que se tiene que escoger según la experiencia de los investigadores.

Humedad (%)	Temperatura		
	Hasta 23° C	Desde 23 a 32° C	Más de 32° C
Hasta 75	0	6-9	12-16
De 76 a 85	1-3	8-12	15-26
Más de 85	4-6	12-17	20-36

Figura 15-3: Suplementos según la humedad y temperatura.

Autor: (OIT, 2009)

Metodología de cálculo de tiempos suplementarios

Después de la determinación de los suplementos en las tablas, los valores en puntos son convertidos en porcentajes que son adicionados a los tiempos de cada actividad en las estaciones de trabajo, en la estación SWC-1 se determinó 21 puntos equivale a 13% adicional de tiempo.

Se realizó el cálculo de los tiempos suplementarios en cada estación teniendo en cuenta las actividades que realizan los operarios y los esfuerzos a los que cada uno está sometido a lo largo de la jornada laboral.

Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	19	20	20	21	21	22	22	23
2350	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Figura 16-3: Conversión de a porcentaje según el número de puntos.

Fuente: (Tendencias, 2012).

Determinación de suplementos u holguras para cada estación

Los porcentajes de tiempos suplementarios serán agregados posteriormente a los tiempos calculados en las actividades de cada estación de trabajo cumpliendo así con el bienestar de los operarios destinados a la fabricación de unidades WINGLE durante la jornada laboral.

Cada porcentaje atiende a las necesidades y requerimientos de la planta de soldadura, especialmente a los operarios, de esta manera no afecta con el presente estudio técnico y beneficia al correcto cálculo de tiempos al momento de realizar el balance de la línea de soldadura de punto y línea de ajuste de la planta.

Como podemos ver el mayor número de puntos y por lo tanto el mayor porcentaje pertenece a la estación de SMIG-1 debido a que en esta estación el operario además de un aumento de temperatura también tiene posturas incómodas.

Tabla 17-3: Tiempos suplementarios de las estaciones de trabajo en la línea de soldadura

No.	LÍNEA	ESTACIÓN	Suplementos constantes		Suplementos variables								
			Necesidades personales	Base por fatiga	Trabajo de pie	Trabajo precisos	Trabajo en calor: %Humedad hasta75%; 23-32°C	Trabajo según cargas 5kg	Postura imcomoda	Ruido intermitente y fuerte	Total	Indicador del %	Total en %
1	Soldadura Punto	SWC-1	5	4	2	2	7	1	0	0	21	13	13,00%
2		SWC-2	5	4	2	2	7	1	0	0	21	13	13,00%
3		SR-1	5	4	2	2	7	1	0	0	21	13	13,00%
4		SMIG-1	5	4	2	2	7	0	2	0	22	14	14,00%
5	Ajuste y A. metálico	ADJ-0	5	4	0	2	0	0	0	0	11	11	11,00%
6		ADJ 1-2	5	4	2	2	0	1	0	0	14	11	11,00%
7		ADJ 4 - 5	5	4	2	2	0	1	0	0	14	11	11,00%
8		MF - 3	5	4	2	2	0	0	0	0	13	11	11,00%
9		SEC-1	5	4	2	2	0	0	0	0	13	11	11,00%

Fuente: Autor

3.7.1.5 Determinación de tiempos Estándar

A los tiempos obtenidos en la tabla 15-3, realizadas mediante video grabación le sumamos los tiempos suplementarios mediante la ecuación:

$$TS = TN \times (1 + S) \quad (11)$$

Donde:

TS= tiempo estándar

TN= tiempo normal

S= suplementos.

Tabla 18-3: Tiempos estándar en las estaciones de trabajo

No.	LÍNEA	ESTACIÓN	ECUACION; TS=TN×(1+S)	T. ESTANDAR
1	Soldadura Punto	SWC-1	TS=0:23:00*(1+0.13)	0:23:00
2		SWC-2	TS=0:22:52*(1+0.13)	0:22:52
3		SR-1	TS=0:24:46*(1+0.13)	0:24:46
4		SMIG-1	TS=0:10:21*(1+0.14)	0:10:21
5	Ajuste y A. metálico	ADJ-0	TS=0:11:29*(1+0.14)	0:11:29
6		ADJ 1-2	TS=0:31:32*(1+0.11)	0:31:32
7		ADJ 4 - 5	TS=0:29:14*(1+0.11)	0:29:14
8		MF - 3	TS=0:23:27*(1+0.11)	0:23:27
9		SEC-1	TS=0:26:11*(1+0.11)	0:26:11

Fuente: Autor.

CAPITULO IV

4 RESULTADOS

4.1 Control estadístico del proceso

El *statistical process control* (SPC), control estadístico del proceso es una técnica utilizada para controlar procesos que consten de varios datos como: temperatura, velocidades, tiempo.

El SPC es encargado de un control detallado de los datos y usado especialmente para realizar el balance de la línea de producción, por esta razón fue utilizado para la estandarización de los tiempos de producción en el presente trabajo de titulación.

Se utilizo el SPC para medir el desempeño de los procesos de fabricación en las estaciones de trabajo, los procesos deben estar bajo estudio mediante el control estadístico detectando de una manera eficaz los tiempos de producción, después de esto el desempeño de cada estación es predecible y se evalúa su habilidad para satisfacer los requerimientos de unidades producidas diarias por parte de coordinación de soldadura y de la planta de pintura. (Jeizer, y otros, 2019).

4.1.1 Cálculo de los límites de control para la gráfica de la media. (gráfica)

Para un control estadístico del proceso como primer paso podemos establecer los límites con control superior e inferior con las siguientes formulas.

Donde:

$$\begin{aligned} UCL_x &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \\ \text{Línea Central} &= \bar{\bar{X}} \\ LCL_x &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \end{aligned}$$

Figura 1-4: Límites de control para $\bar{\bar{x}}$ mediante la técnica SPC.

Fuente: (Jeizer, y otros, 2019)

Donde:

$\bar{\bar{x}}$: Media= TT × unidades producidas.

A_2 : Factores para límites de control.

\bar{R} Rango.

LCL_x : Límite de control.

Donde :

4.1.1.1 Determinación de los factores:

Los factores para límites de control A_2 son determinados mediante el número de muestras y estos los podemos encontrar en la tabla recomendada por (Jeizer, y otros, 2019) según la experiencia y la investigación de los autores. Para elegir el valor observamos el número de muestras: 5 y el tipo de factor que se desea determinar en nuestro caso el A_2 . Como se expresa a continuación.

Observaciones en la muestra, n	Diagrama para medias			Diagrama	
	Factores para límites de control			Factores para línea central	
	A_1	A_2	A_3	c_4	$1/c_4$
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.04230
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363

Figura 4-4: Selección de factores para los límites de control de la media
Fuente: (Jeizer, y otros, 2019)

4.1.1.2 Cálculo de los límites de control para la gráfica de la media. (gráficas \bar{R})

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$\text{Línea Central} = \bar{R}$$

Figura 7-4: Límites de control para \bar{R} mediante la técnica SPC.

Fuente: (Jeizer, y otros, 2019)

Donde:

UCL_R : Límite de control.

D_4 : Factor para límite de control.

\bar{R} Rango

Factores:

Los factores para límites de control D_4 son determinados mediante el número de muestras y estos los podemos encontrar en la tabla recomendada por (Jeizer, y otros, 2019) según la experiencia y la investigación de los autores.

Para elegir el valor observamos el número de muestras: 5 y el tipo de factor que se desea determinar en nuestro caso el D_4 . Como se expresa a continuación.

Observaciones en la muestra, n	Factores para límites de control				
	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4
2	0,853	0	3,686	0	3,267
3	0,888	0	4,358	0	2,574
4	0,880	0	4,698	0	2,282
5	0,864	0	4,918	0	2,114

Figura 10-4: Selección de factores para los límites de control de las amplitudes

Fuente: (Jeizer, y otros, 2019).

Tabla 1-4: Factores utilizados para los límites de control

FACTORES PARA LÍMITES DE CONTROL	
FACTORES LC	
Para N=5	
D4	2,114
D3	0
A2	0,577

Fuente: Autor.

4.1.1.3 Rango de las estaciones

El rango para ca estación es calculando mediante la resta del máximo menos el mínimo de las 5 tomas realizadas a cada estación de trabajo.

$$\bar{R} = \text{Valor max} - \text{Valor min} \quad (12)$$

Tabla 2-4: Cálculo de rango para las estaciones.

No.	LÍNEA	ESTACIÓN	R=Valor max-valor min	Rango
1	Soldadura Punto	SWC-1	0:24:43-0:21:36	0:03:07
2		SWC-2	0:25:44-0:21:02	0:04:42
3		SR-1	0:26:08-0:23:58	0:02:17
4		SMIG-1	0:10:39-0:10:04	0:00:35
5	Ajuste y A. metálico	ADJ-0	0:13:01-0:10:25	0:02:36
6		ADJ 1-2	0:32:34-0:29:51	0:02:43
7		ADJ 4 - 5	0:33:37-0:15:43	0:17:53
8		MF - 3	0:24:53-0:22:29	0:02:24
9		SEC-1	0:27:51-0:24:19	0:03:32

Fuente: Autor.

4.1.1.4 Cálculo de límites, rango, takt time y número de unidades.

Primero para la obtención de los cálculos descritos anteriormente se expone una tabla con los tiempos ciclo de cada estación de trabajo, ésta tabla se realizó mediante la toma de tiempos por medio una cámara de video grabación mediante la técnica de regreso a cero en cada estación de producción de unidades WINGLE.

Se efectuó el número de tomas recomendadas por (Niebel, 2009), mediante la experiencia de los estudios realizados en otras empresas. Además, se sumó los tiempos correspondientes a los suplementos u holguras recomendadas por (OIT, 2009) para cada estación de trabajo teniendo en cuenta las características de trabajo de cada estación. A continuación, se puede observar los tiempos totales para el estudio.

Tabla 3-4: Resumen de los tiempos tomados en las estaciones de trabajo.

ESTANDARIZACION DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN EN LAS ESTACIONES DE TRABAJO WINGLE							
No.	LÍNEA	ESTACIÓN	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	TOMA 4	TOMA 5
1	Soldadura Punto	SWC-1	0:24:43	0:23:05	0:22:47	0:22:51	0:21:36
2		SWC-2	0:25:44	0:21:02	0:22:41	0:22:44	0:22:10
3		SR-1	0:26:08	0:25:25	0:23:58	0:24:28	0:23:51
4		SMIG-1	0:10:25	0:10:04	0:10:28	0:10:08	0:10:39
5	Ajuste y A. metálico	ADJ-0	0:12:11	0:10:25	0:10:34	0:11:16	0:13:01
6		ADJ 1-2	0:32:34	0:29:51	0:31:48	0:30:57	0:32:28
7		ADJ 4-5	0:33:37	0:33:17	0:31:36	0:31:56	0:15:43
8		MF - 3	0:24:53	0:22:29	0:23:27	0:22:44	0:23:40
9		SEC-1	0:25:05	0:26:50	0:24:19	0:25:58	0:25:56

Fuente: Autor.

Posteriormente Realizamos los cálculos de los límites de control según (Jeizer, y otros, 2019) para la estandarización de la línea de soldadura mediante la técnica de Control estadístico del proceso.

Tabla 4-4: Valores de los límites de control de las estaciones

PROMEDIO	N° OP.	TT (takt time)	U.P	RANGO	X ANALISIS							
					X	UCL	CI	LCL	UCL	CL	LCL	RANGO
0:23:00	2	0:11:30	1	0:03:07	0:11:30	0:17:21	0:14:51	0:12:22	0:09:07	0:04:19	0:00:00	0:03:07
0:22:52	2	0:11:26	1	0:04:42	0:11:26	0:17:21	0:14:51	0:12:22	0:09:07	0:04:19	0:00:00	0:04:42
0:24:46	4	0:06:12	1	0:02:17	0:06:12	0:17:21	0:14:51	0:12:22	0:09:07	0:04:19	0:00:00	0:02:17
0:10:21	1	0:10:21	1	0:00:35	0:10:21	0:17:21	0:14:51	0:12:22	0:09:07	0:04:19	0:00:00	0:00:35
0:11:29	2	0:05:45	1	0:02:36	0:05:45	0:17:21	0:14:51	0:12:22	0:09:07	0:04:19	0:00:00	0:02:36
0:31:32	2	0:15:46	1	0:02:43	0:15:46	0:17:21	0:14:51	0:12:22	0:09:07	0:04:19	0:00:00	0:02:43
0:29:14	3	0:09:45	1	0:17:53	0:09:45	0:17:21	0:14:51	0:12:22	0:09:07	0:04:19	0:00:00	0:17:53
0:23:27	2	0:11:43	1	0:02:24	0:11:43	0:17:21	0:14:51	0:12:22	0:09:07	0:04:19	0:00:00	0:02:24
0:25:37	1	0:25:37	2	0:02:31	0:51:15	0:17:21	0:14:51	0:12:22	0:09:07	0:04:19	0:00:00	0:02:31
				0:04:19	0:14:51							

Fuente: Autor.

4.1.1.5 Gráficas de límites superior e inferior

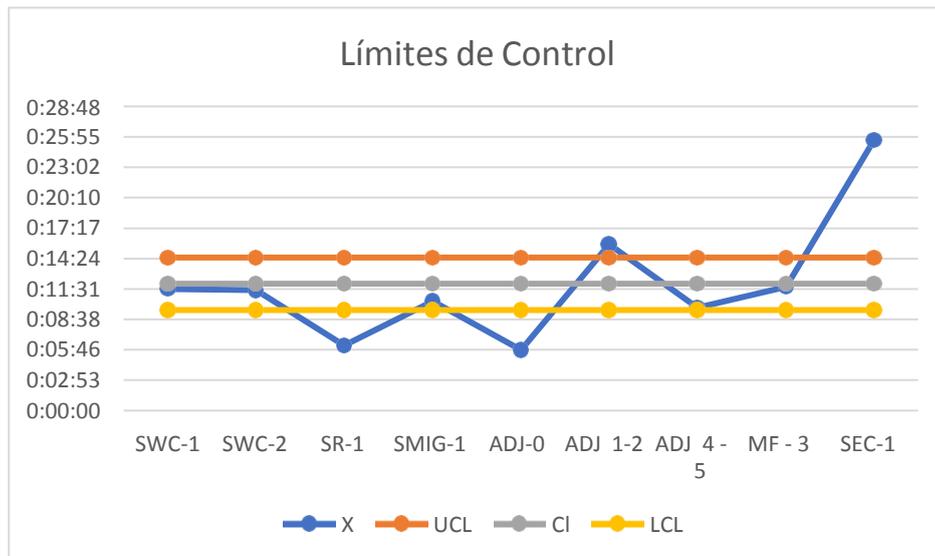


Gráfico 1-4: Límites de control situación actual

Fuente: Autor

La gráfica de los límites de control muestra con color naranja la línea de control superior, con color amarillo la línea de control superior y de color plomo la línea de tendencia central.

Se observa que según las estaciones de trabajo en la parte inferior las estaciones que están por debajo de la producción óptima son las SR-1 y ADJ-0 mientras que la que está por encima de la producción óptima es la estación SEC-1. Es aquí donde se realizó la mejora continua mediante la herramienta lean KAIZEN para buscar una producción óptima en todas las estaciones de trabajo.

4.1.1.6 Takt Time de las estaciones

Es necesario calcular el TT para cada estación al dividir el tiempo de cada estación para el número de unidades producidas por esta estación.

$$TT \text{ Estaciones} = \frac{\text{Tiempo de produccion}}{\text{número de unidades producidas}} \quad (13)$$

$$TT \text{ Estaciones} = \frac{7,083}{27}$$

$$TT \text{ Estaciones} = 15,40$$

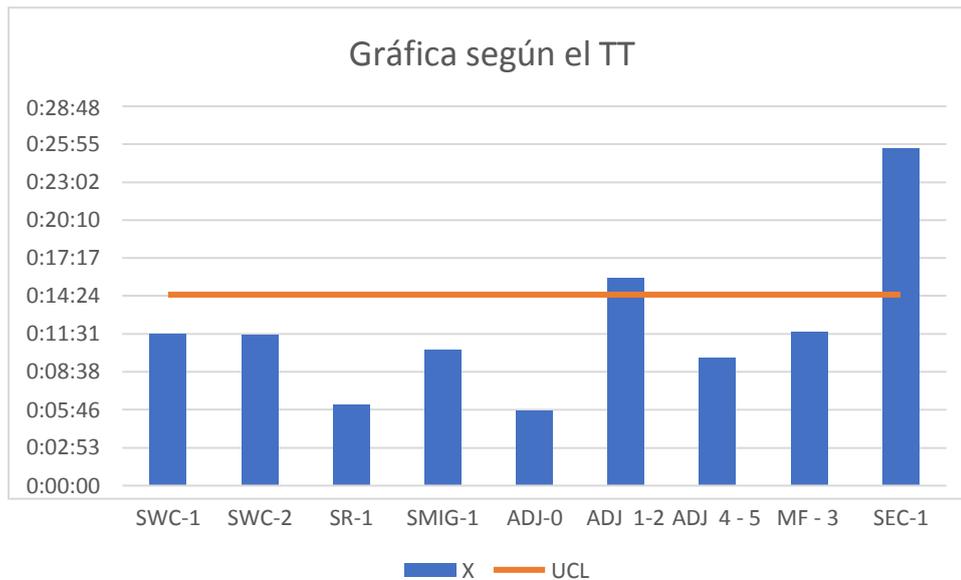


Gráfico 2-4: Gráficas de control según el TT de la situación actual.
Fuente: Autor.

La gráfica muestra que las estaciones que están por encima de la producción son las estaciones ADJ-1;2 y SEC-1, las estaciones SR-1, SMIG-1 y ADJ-0 están muy por debajo del tiempo de producción.

Esto quiere decir que estas estaciones tienen un tiempo superior al Takt time adecuado para la producción de 27 unidades WINGLE, con 19 operarios y es aquí donde se tiene que aplicar la mejora continua mediante la herramienta KAIZEN.

4.1.1.7 Balance inicial de línea de soldadura

Después de la toma de tiempos y un análisis mediante la técnica de control estadístico del proceso para determinar que estaciones pueden llegar a ser las más conflictivas se determinó el número de unidades que la planta de soldadura produce al día siendo un total de 27 con 19 operadores distribuidos en las estaciones de trabajo. Lo que se busca es mejorar este número de unidades con el mismo número de operadores mediante las herramientas lean, A continuación, se realizó los VSM como primera herramienta lean aplicada a la línea de soldadura de la empresa CIAUTO.

Tabla 5-4: Balance de línea de la situación actual

Estandarización de modelo WINGLE.			
OPERADORES	Unidades / Hora	Unidades /día	Takt time.
19	3,83	27,1	0:15:40

Fuente: Autor.

4.2 Value Stream Mapping (VSM)

Para la realización de la cadena de valor VSM utilizamos los tiempos de producción determinados en la estandarización de la línea de producción de unidades WINGLE, al momento de la estandarización se observó el orden en el que las estaciones realizan las operaciones desde la estación inicial hasta la estación final encargada de enviar las unidades a la planta de soldadura, el medio de transporte utilizado por las estaciones para la movilización de las unidades fabricadas, número de operarios, y tiempos de cada estación.

Estos datos fueron plasmados en los VSM realizados por cada estación de trabajo en las líneas de soldadura de punto y ajuste.

4.2.1 VSM Inicial

El primer paso para la realización del VSM es la selección del producto en el que se va a realizar el estudio, esta selección se debe hacer según los requerimientos de la empresa, en el caso de la empresa CIAUTO se determinó que se quiere un mejoramiento de la productividad en el proceso de soldadura de unidades WINGLE.

4.2.1.1 Selección del Producto

La selección del producto para el estudio se realizó con la observación de aquel producto que comparta la mayor cantidad de procesos y operaciones como se detalla a continuación.

Tabla 6-4: Selección del producto

LÍNEA	ESTACIÓN	Modelos Producidos		
		M4	WINGLE	SHINERAY
Soldadura Punto	SWC-1		X	
	SWC-2		X	
	SR-1		X	
	SMIG-1		X	X
Ajuste y A. metálico	ADJ-0	X	X	X
	ADJ 1-2	X	X	X
	ADJ 4 - 5	X	X	X
	MF - 3	X	X	X
	SEC-1	X	X	X

Fuente: Autor

En la tabla anterior se realizó un análisis de las estaciones de trabajo y el número de actividades realizadas en cada una de estas estaciones. Se selecciono el modelo de cabina Wingle para el

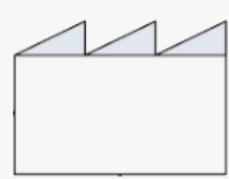
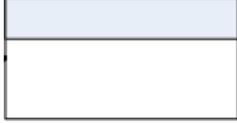
estudio debido a que cumple con todas las actividades de trabajo en las estaciones de las líneas de soldadura y ajuste.

4.2.2 Realización del VSM del estado Actual

Se realizó un VSM por cada estación de trabajo para lograr identificar con mayor facilidad los errores en la línea de soldadura de punto y ajuste con el fin de efectuar las posibles mejoras en la producción, se realizó un VSM general que expresa los tiempos de producción totales, flujo de información y el flujo de materiales de las unidades producidas en soldadura.

A continuación, se hizo un seguimiento a cada estación con el proceso adecuado en cada una de ellas. El mismo que se realizó inicialmente con papel y lápiz para una mejor observación de la estación. Para su elaboración se utilizó la siguiente simbología.

Tabla 7-4: Simbología VSM actual

Símbolo	Nombre	Función
	Proveedor y Cliente	Indica de que área o estación viene el producto y hacia dónde se dirige.
	Información del proceso	Indica: La actividad, tiempo ciclo, % de ocupación de los operarios y el tiempo disponible de trabajo.
	Proceso de Producción	Indica el nombre de la actividad o estación que se está analizando
	Línea del tiempo	Sirve para calcular el valor agregado de la estación y el tiempo ciclo de cada actividad.
	Flujo de Información	Sirve para identificar la información escrita entre cada estación y coordinación de soldadura.

Fuente: Autor.

Tabla 8-4: Simbología VSM futuro

Símbolo	Nombre	Función
	Flujo de materiales	Representa como fluyen los materiales entre procesos
	Flujo de materias primas y producto terminado	Representa hacia que área o estación se envía el producto terminado
	Transporte entre plantas.	Representa el transporte entre áreas de la empresa CIAUTO.
	Transporte entre estaciones	Representa el transporte entre estaciones del área de soldadura.
	Número de operarios	Indica el número de operarios en cada estación
	Demoras	Indica los errores encontrados en las estaciones.
	Idea KAIZEN	Indica las posibles mejoras en la productividad de cada estación.

Fuente: Autor.

4.2.2.1 VSM Actual estación SWC-1

En ésta estación se determinó el tiempo ciclo T/C en cada actividad, Tack Time(TT): 15:40min, el valor agregado(VA): 21:52min, el porcentaje de operación y el tiempo de trabajo: 480min y el número de operarios: 2. (Vease anexo J)

4.2.2.2 *VSM actual estación SWC-2*

En ésta estación se determinó el tiempo ciclo T/C en cada actividad, Tack Time(TT): 15:40min, el valor agregado(VA): 21:52min, el porcentaje de operación (OP) y el tiempo de trabajo(WT/S): 480min y el número de operarios: 2. (Veaseanexo K)

4.2.2.3 *VSM actual estación SR-1*

En ésta estación se determinó el tiempo ciclo T/C en cada actividad, Tack Time(TT): 15:40min, el valor agregado(VA): 24:10min, el porcentaje de operación (OP) y el tiempo de trabajo(WT/S): 480min y el número de operarios: 4 (Vease anexo L)

4.2.2.4 *VSM actual estación SMIG-1*

En ésta estación se determinó el tiempo ciclo T/C en cada actividad, Tack Time(TT): 15:40min, el valor agregado(VA): 10:06min, el porcentaje de operación (OP) y el tiempo de trabajo(WT/S): 480min y el número de operarios: 1. (Veaseanexo M)

4.2.2.5 *VSM actual estación ADJ-0*

En ésta estación se determinó el tiempo ciclo T/C en cada actividad, Tack Time(TT): 15:40min el valor agregado(VA): 11:15min, el porcentaje de operación (OP) y el tiempo de trabajo(WT/S): 480min y el número de operarios: 1. (Vease anexo N)

4.2.2.6 *VSM actual estación ADJ-1;2*

En ésta estación se determinó el tiempo ciclo T/C en cada actividad, Tack Time(TT): 15:40min el valor agregado(VA): 30:53min, el porcentaje de operación (OP) y el tiempo de trabajo(WT/S): 480min y el número de operarios: 2. (Vease anexo O)

4.2.2.7 *VSM Actual estación ADJ-4;5*

En ésta estación se determinó el tiempo ciclo T/C en cada actividad, Tack Time(TT): 15:40min, el valor agregado(VA): 28:34min, el porcentaje de operación (OP) y el tiempo de trabajo(WT/S): 480min y el número de operarios: 3. (Veaseanexo P)

4.2.2.8 *VSM actual estación MF-3*

En ésta estación se determinó el tiempo ciclo T/C en cada actividad, Tack Time(TT): 15:40min, el valor agregado(VA): 22:57min, el porcentaje de operación (OP) y el tiempo de trabajo(WT/S): 480min y el número de operarios: 2. (Veaseanexo Q)

4.2.2.9 *VSM actual estación SEC-1*

En ésta estación se determinó el tiempo ciclo T/C en cada actividad, Tack Time(TT): 15:40min, el valor agregado(VA): 28:58min, el porcentaje de operación (OP) y el tiempo de trabajo(WT/S): 480min y el número de operarios: 1. (Veaseanexo R)

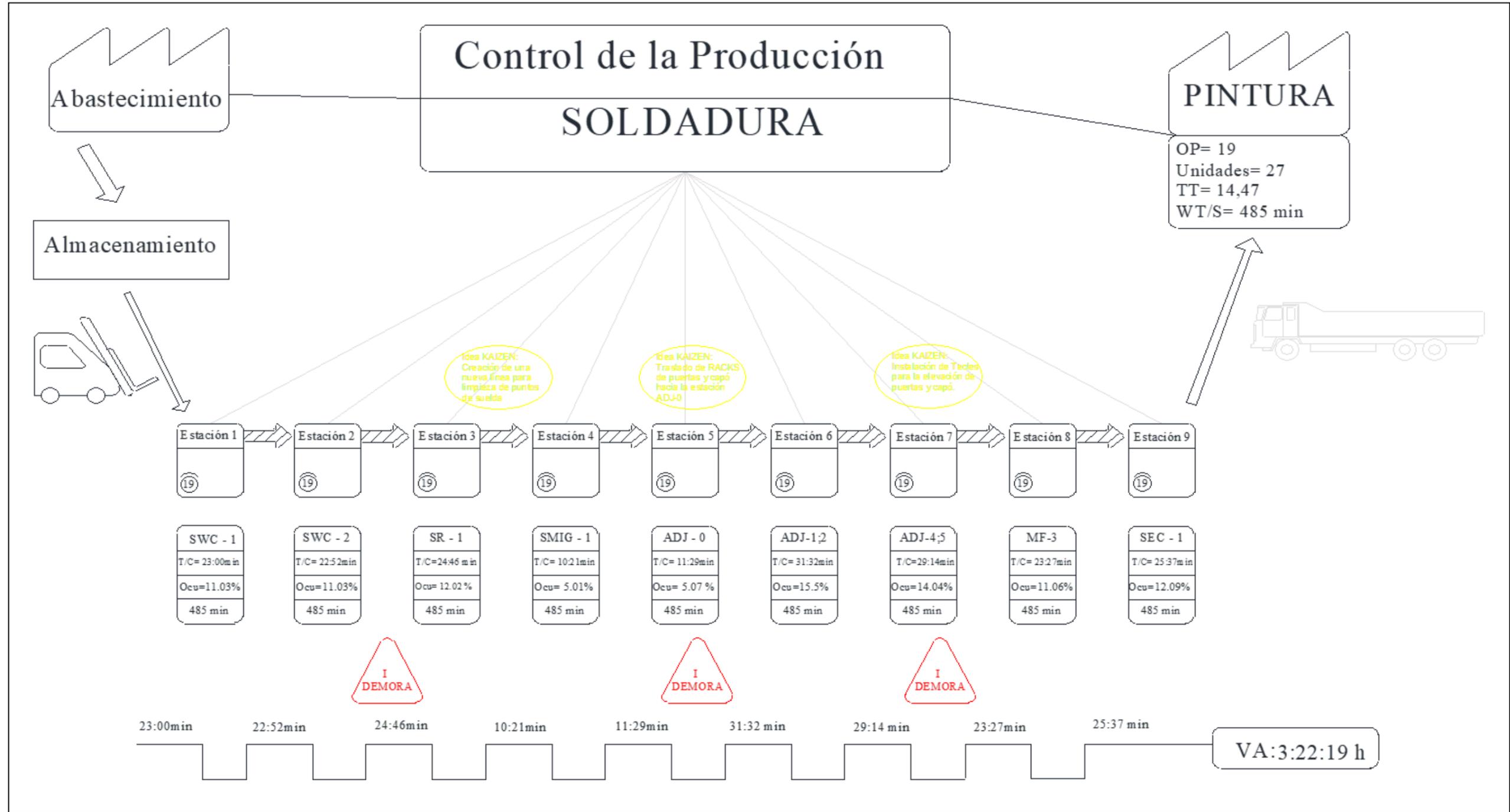


Figura 11-4: VSM actual de la situación actual de la planta de soldadura

Fuente: Autor.

4.2.2.11 Análisis del VSM general

En ésta estación se determinó el tiempo ciclo T/C en cada estación, Tack Time(TT): 15:40min, el valor agregado(VA): 3:22:19 horas, el porcentaje de operación (OP) y el tiempo de trabajo(WT/S): 480min y el número de operarios: 19 y con un total de 27 unidades producidas en el tiempo de trabajo diario.

$$VA = (x + a)^n = \sum_{T/C1}^{nT/c} \frac{T}{C} \text{ de cada estación} \quad (14)$$

4.3 Flujograma para aplicación de las mejoras

Para la aplicación de las herramientas lean destinadas a la aplicación de las mejoras se siguió el orden establecido en el siguiente flujograma debido a que de esa manera se llega de una forma coordinada a los cálculos de las mejoras.

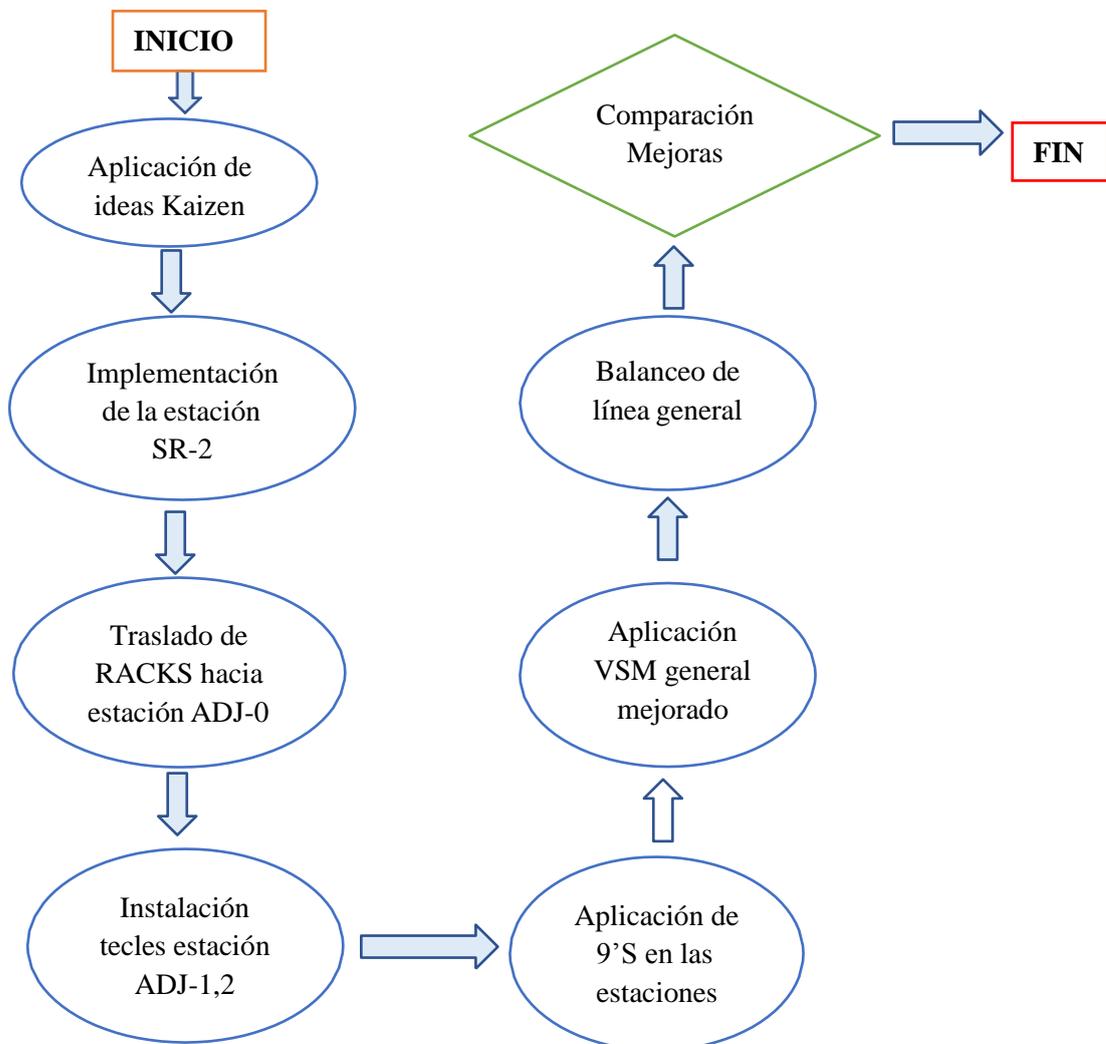


Gráfico 4-4: Diagrama de flujo de la aplicación de ideas de mejora.

Fuente: Autor

4.4 KAIZEN

La herramienta lean manufacturing Kaizen fue utilizada para realizar un enfoque en los problemas detectados después de la estandarización y la realización de los VSM en las estaciones de producción que lo requieran, desarrollar las posibles mejoras en cada estación y establecer las soluciones alcanzadas en la línea de soldadura. El mejoramiento de la productividad alcanza nuevas alturas con cada problema que se da solución y con las mejoras que se dé al proceso.

Las mejoras que se quieren alcanzar llevan un desarrollo ordenado mediante la aplicación del ciclo de Deming el cual está basado en: PHRA (Planificar – Hacer – Revisar o Verificar – Actuar). Como se muestra a continuación en la figura.

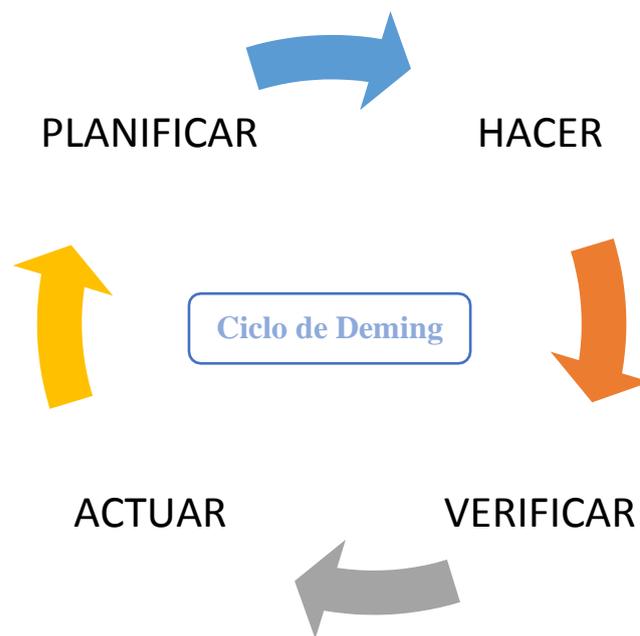


Gráfico 5-4: Ciclo de Deming

Fuente: (Imay, 2001).

4.4.1 Ciclo de Deming.

4.4.1.1 Planificar

Después de la estandarización de la línea de soldadura se determinó, el número de operarios existentes en cada estación de trabajo; los tiempos: ciclo, Takt Time, Valor Agregado y el %OCU (porcentaje de ocupación de cada actividad en las estaciones) para cada estación de trabajo. Además, se realizó los VSM de cada estación y el general, en donde se evidencio que algunas estaciones se encuentran fuera de los límites de producción determinados por la técnica SPC de control estadístico del proceso y es en donde se van a enfocar las mejoras para la línea de soldadura en las estaciones que generan dificultades y serán evidenciadas en un VSM general. La planificación de las actividades esta descrita de mejor manera en la siguiente tabla.

Tabla 9-4: Planificación de la forma en la que se efectuó las mejoras

No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Toma de tiempos.	La toma de tiempos en la línea de soldadura se realizó mediante una Cámara de video grabación y la técnica de regreso a 0 para cada estación.
2	Registro de tiempos.	Se registraron los tiempos de producción en una hoja de cálculo de Excel.
3	cálculo de tiempo normal de producción	El tiempo que se demora una estación en producir una unidad
4	cálculo del takt time	Tiempo adecuado por estación para producir una unidad
5	cálculo de suplementos u holguras	determinación de los tiempos suplementos fijos y variables adicionales por estación
6	cálculo del tiempo estándar	Es el tiempo normal más los suplementos.
7	cálculo del tiempo ciclo	Tiempo por cada estación
8	cálculo del valor agregado	Tiempo total por estación
9	estandarización de la línea	Se determinó según el número de operarios las unidades producidas al día y el TT
10	medición del porcentaje de ocupación de los operarios según la actividad	Es el porcentaje que se demora cada operario en completar una actividad en las estaciones.
11	VSM actual por estación	Mapa de la cadena de valor con todos los tiempos de producción en cada estación.
12	VSM actual General	Es el mapa de la cadena de valor de toda la línea de soldadura de WINGLE
13	implementación de KAIZEN	Se inicia con la herramienta lean manufacturing KAIZEN
14	Ciclo de Deming	Establecer el ciclo de Deming para las mejoras que se quiere alcanzar.
15	Oportunidades de mejora	Se identificó las oportunidades de mejora y las actividades a realizar en cada estación.
16	implementación de las mejoras	Implementación de la mejora en las estaciones que fueron necesarias.
17	VSM Futuro por estación	Mapa de la cadena de valor en las estaciones que se implementó las mejoras.
18	VSM Futuro General	Mapa de la cadena de valor de la línea de soldadura con las mejoras propuestas
19	Aplicación de las 9'S	Verificación y aplicación de las 9'S en la planta de soldadura.
20	Verificación de la Mejora	Verificar que las mejoras propuestas incidan en el aumento de la productividad.

Fuente: Autor.

4.4.1.2 Hacer: Aplicación de las ideas KAIZEN

Posterior a la planificación y al análisis de los VSM Actuales mediante la estandarización en la línea de soldadura se estableció las mejoras que se quiere realizar en las estaciones de producción que presenten mayor cantidad de problemas en el proceso. Las estaciones de trabajo en las que se realizó las mejoras en soldadura de punto son: SWC-1, SWC-2, SR-1, y las estaciones de ajuste son: ADJ-0, ADJ-1,2. En la siguiente tabla se puede evidenciar el tipo de mejora que se implementó en cada estación y los beneficios que trajo a la planta de soldadura de la empresa CIAUTO.

Tabla 10-4: Mejoras aplicadas en la planta de soldadura.

No.		ESTACIÓN	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS
1	Soldadura de punto	SWC-1; SWC-2; SR-1.	Creación de una estación en donde se realice la limpieza de puntos soldados.	Los operarios de las estaciones de soldadura de punto tardan demasiado tiempo en la limpieza de los residuos de soldadura de punto, por lo que se estableció una estación después de la SR-1 específicamente para la limpieza de puntos de suelda	Los operarios después de las actividades de suelda de las partes de la cabina no tendrán que realizar las actividades de limpieza de los puntos de suelda debido a que ya al final de estas estaciones hay otros operarios que realizan esta actividad por lo que se reduce el tiempo de operación y se aumentó la productividad en la línea de soldadura de punto.
2	Ajuste	ADJ-0	Cambio de ubicación de los RACKS de puertas y capó	Se realizo un cambio de lugar en donde estaban ubicados los RACKS de puertas y capó para que los operarios en esta estación no tenga que trasladarse mayores distancias a recoger las puertas y los capo para la respectiva reparación,	Los operarios de esta estación al disminuirse la distancia entre los RACKS en donde vienen las puertas y los capós realizan las actividades con mayor eficacia y velocidad para disminuir sus tiempos de producción.
3		ADJ-1;2	Instalación de tecles.	Se realizo la instalación de tecles que ayuden a la elevación de las puertas delanteras y posteriores a los operarios de esta estación.	Los operarios de la estación ADJ-1,2 realizan menos esfuerzo al levantar las puertas de llanteras y posteriores, además, el tiempo en que realizan esta actividad se reduce notablemente por lo que las actividades en esta estación son realizadas con mayor velocidad y se aumenta la producción de la línea de ajuste.

Fuente: Autor.

Creación de una estación SR-2 en donde se realice la limpieza de puntos:

Las estaciones SWC-1, SWC-2 y SR-1 ya no realizan las actividades de limpieza de puntos de solda debido a que ahora con esta nueva estación las actividades de limpieza de puntos son realizadas en la nueva estación, La nueva estación se denomina SR-2 y se realizan las actividades descritas en la tabla 11-4 y se realizó un VSM de la estación SR-2 (véase Anexo S).

Tabla 11-4: Actividades estación SR-2

N°	Actividades SR-2.
1	Verificación y limpieza de los puntos soldados estación SWC-1
2	Verificación y limpieza de los puntos soldados estación SWC-2
3	Limpieza y verificación de los puntos soldados estación SR-1
4	Montaje de la cabina soldada en el dollie.
5	Trasladar la cabina soldada a la estación de trabajo SMIG-1.

Fuente: Autor.

Proceso anterior:

En las siguientes figuras podemos observar el proceso anterior de limpieza de puntos cuando se realizaba en las estaciones anteriores.



Figura 13-4: Limpieza de puntos situación actual estación SWC-1

Fuente: Autor.

El estudio se enfocó en eliminar la limpieza de puntos en las estaciones para disminuir las actividades t el tiempo de producción.



Figura 14-4: Limpieza de puntos situación actual estación SWC-2 y SR-1

Fuente: Autor.

Proceso mejorado

En la siguiente figura podemos observar la ubicación de la cabina y la limpieza de puntos en la estación SR-2.



Figura 15-4: Limpieza de puntos situación mejorada estación SR-2.

Fuente: Autor.

Cambio de ubicación de los RACKS de puertas y capó en la estación ADJ-0:

Ubicación Actual de los RACKS:

Los operarios de la estación ADJ-0 tienen que trasladarse una distancia de 6m para la toma de puertas y trasladar hacia su estación de trabajo en donde se realiza la reparación de golpes, ondulaciones, pupos (puntos sobresalidos en los componentes) por lo que esta hace que exista una demora en las actividades realizadas en esta estación.

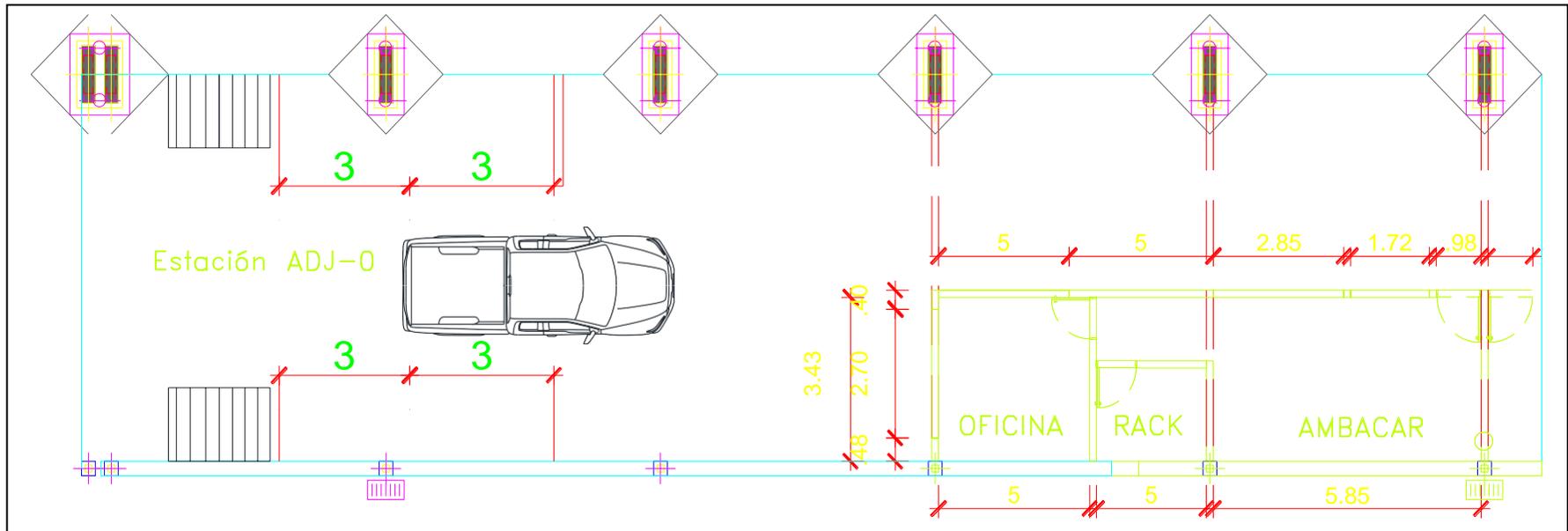


Figura 16-4: Layout de la situación actual estación ADJ-0

Fuente: Autor.

Ubicación Nueva de los JIGS:

Se ha realizado el traslado de los RACKS de puertas y capó hacia el frente de las unidades para que los operarios en la estación ADJ-0 tengan que dirigirse una distancia mínima para la toma de componentes y la realización de las actividades de reparación, con esto en la estación se realiza las actividades con mayor eficacia y velocidad para disminuir sus tiempos de producción y cumplimos la filosofía de distancias mínimas en la estación de trabajo ADJ-0.

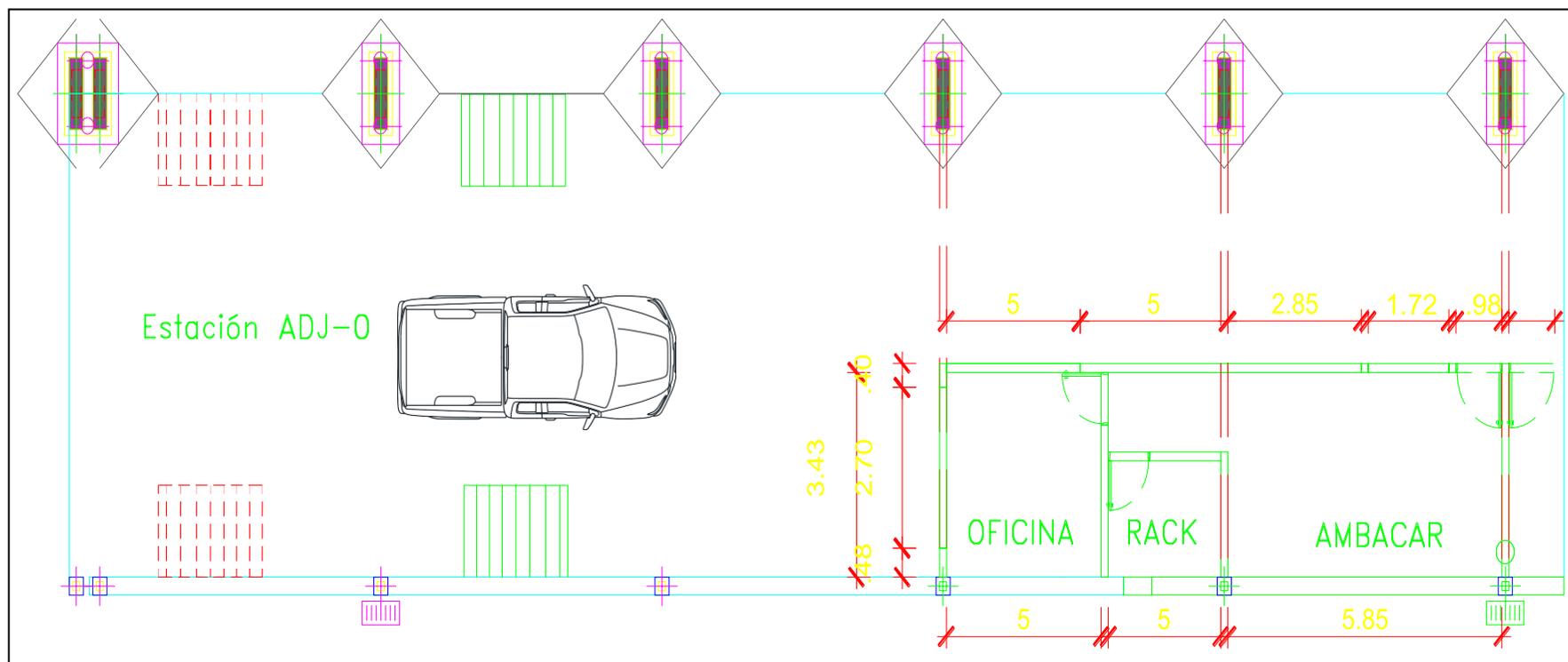


Figura 17-4: Layout de la situación mejorada estación ADJ-0

Fuente: Autor

Instalación de tecles en la estación ADJ-1,2:

Antes:

Los operarios al momento de realizar la elevación de las puertas lo realizaban con las manos por medio de fuerza física para posteriormente trasladar hacia la cabina, esta actividad ocasionaba molestia en las personas de esta estación por el peso de las puertas que es de 5kg cada una, a lo largo de la jornada laboral los operarios terminaba con un cansancio notable y a la larga estaba generando problemas de salud a nivel ergonómico.



Figura 19-4: Proceso antiguo estación ADL-1,2.

Fuente: Autor

Después:

Se realizó la instalación de los tecles en la estación para que los operarios puedan utilizarlos al momento de elevar las puertas para su posterior colocación en las cabinas WINGLE, con esto los operarios de la estación ADJ-1,2 realizan menos esfuerzo al levantar las puertas y se reduce el tiempo en que realizan esta actividad debido a que la operación es realizada con mayor velocidad.



Figura 20-4: Proceso actual y mejorado estación ADJ-1,2

Fuente: Autor.

4.4.1.3 Verificar

La forma en la que se va a verificar las mejoras que se desea alcanzar se realizó mediante diferentes mecanismos de comprobación debido a que cada mejora comparte diferentes características de aplicación. La tabla 28-3 expresa la forma de revisión y verificación de cada una de las mejoras en las estaciones de trabajo.

Tabla 12-4: Formas de verificación de las mejoras aplicadas.

No.		ESTACIÓN	ACTIVIDAD	MODO DE VERIFICACIÓN
1	Soldadura de punto	SWC-1; SWC-2; SR-1.	Creación de una estación en donde se realice la limpieza de puntos soldados.	Se verificó mediante una nueva estandarización para estas estaciones, evidenciando la reducción de los tiempos de producción y el aumento del número de unidades en la producción diaria.
2	Ajuste	ADJ-0	Cambio de ubicación de los JIGS de puertas y capó	Se verificó mediante un layout de antes y después para evidenciar el cambio realizado en la estación y mediante la estandarización de la línea para verificar la reducción de los tiempos de producción y el aumento de unidades producidas en la jornada laboral.
3		ADJ-1;2	Instalación de tecles.	Se verificó mediante evidencia fotografiada de la estación con los tecles instalados para la elevación de puertas y capó, además mediante la estandarización de la línea para verificar la reducción de los tiempos de producción y el aumento de unidades producidas en la jornada laboral.

Fuente: Autor.

4.4.1.4 Actuar

La última fase de la metodología KAIZEN es la implementación del estudio en donde después de verificar con las herramientas y métodos correctos las ideas que se pretende aplicar en las estaciones de trabajo que lo requieran, cada una de estas ideas KAIZEN fueron estudiadas y revisadas por parte de coordinación del área de soldadura de la empresa CIAUTO para determinar que su aplicación en realidad le va a traer veneficios favorables a la institución. Las actividades que se llegó a implementar de manera inmediata son descritas en la siguiente tabla.

4.4.2 Implementación de 9'S en la línea de soldadura:

4.4.2.1 Aplicación Seiri (Arreglar):

La primera filosofía de esta herramienta lean se trata de separar los elementos que no sirven del lugar de trabajo en cada estación

En la línea de soldadura para que los artículos no estorben al momento de la realización de las actividades existen estanterías en donde se coloca los artículos netamente necesarios, pero en la parte exterior de la línea se ha localizado materiales destinados para proyectos como se puede

observar en la siguiente tabla.

Tabla 13-4: Elementos analizados en Seiri.

N.	ELEMENTO INNECESARIO	UBICACIÓN	CAUSA DE ALMACENAMIENTO	ACCIÓN SUGERIDA.
1	Vigas de hierro	Junto a estaciones desoldadura de modelo Shineray	Futuros proyectos	Retirar del área de soldadura
2	RACKS innecesarios	Estación SMIG-1 yADJ-0.	Servirían para ubicar puertas y capó provenientes desde SKD.	Retirarlas de las estaciones, no se están utilizando actualmente.

Fuente: Autor.

Se implemento tarjetas de color para identificar si el material no interfiere en el espacio ocupado por los operarios de color verde y de color rojo si el material está interfiriendo o estorbando a los operarios dispuestos en cada estación de trabajo.

Tabla 14-4: Sistema de control de materiales Seiri

CARTA	INDICACIÓN
	No existe problema de obstrucción para los operarios
	Si el material no pertenece al área de trabajo se debe retirar inmediatamente.

Fuente: Autor.



Figura 22-4: Implementación Seiri.

Fuente: Autor.

4.4.2.2 Aplicación Seiton (Ordenar):

En las líneas de Ajuste se ha determinado que las estanterías no se encuentran correctamente ordenadas por lo que se requiere que los materiales utilizados para la instalación de componentes como Brackets y pernos deben tener una clasificación más detallada y con el número de componentes necesarios para el lote de unidades WINGLE. Para ello se ha establecido un sistema de control como la que se muestra en la siguiente figura.

ESTACIÓN:	ADJ-4,5		
TIPO DE MATERIAL	Brackets para wingle		
CANTIDAD MÁXIMA	100	CANTIDAD MÍNIMA:	1

Figura 23-4: Sistema de control de materiales Seiton.

Fuente: Autor.



Figura 24-4: aplicación de Seiton.

Fuente: Autor.

4.4.2.3 Aplicación Seiso (Limpiar):

En el área de soldadura de la empresa CIAUTO los operarios al final de la jornada laborar realizan la limpieza de cada estación de trabajo cumpliendo así la aplicación de Seiso en cada estación.

Tabla 15-4: Proceso de limpieza de las estaciones en Seiso.

ELEMENTO DE LIMPIEZA	PROCESO
Toalla húmeda para polvo y suciedad, toalla seca para aceites, escobas, palas recicladoras y tachos	<ol style="list-style-type: none"> 1.-Retirar polvo de las herramientas 2.- Retirar aceites 3.- Retirar residuos de suelda 4.- limpieza de mesas de trabajo 5.- Limpieza de polvo del piso 6.- Pasar toalla húmeda 7.-Pasar toalla seca 8.- Depositar en el bote de basura.

Fuente: Autor.

4.4.2.4 Aplicación Seiketsu (Mantener):

Esta etapa sirve para mantener las primeras tres filosofías en el área de soldadura fortaleciendo los logros alcanzados para llegar a la correcta aplicación de las 9'S, se ha logrado comprometer a los operarios de manera permanente la aplicación de Seiri con el orden adecuado de los materiales, arreglar los lugares en donde se subdivide los elementos necesarios para la producción, limpieza del área de trabajo después de la jornada laboral para mantener un ambiente de trabajo adecuado cada día y mantener esta filosofía en la producción de unidades WINGLE.

ANTES:



Figura 25-4: Estado actual del lugar de trabajo.

Fuente: Autor.

DESPUÉS: Aplicación Shitsuke (Disciplina):



Figura 26-4: Estado mejorado del lugar de trabajo.

Fuente: Autor.

Para el éxito del programa se tiene que fomentar un orden adecuado de operaciones y costumbres en la realización de las actividades como muestra la siguiente figura en donde, se expone un ciclo adecuado de actividades destinadas a la correcta práctica de esta filosofía llegando así al auto control y al funcionamiento sistemático de cada estación de trabajo del área de soldadura de la empresa.

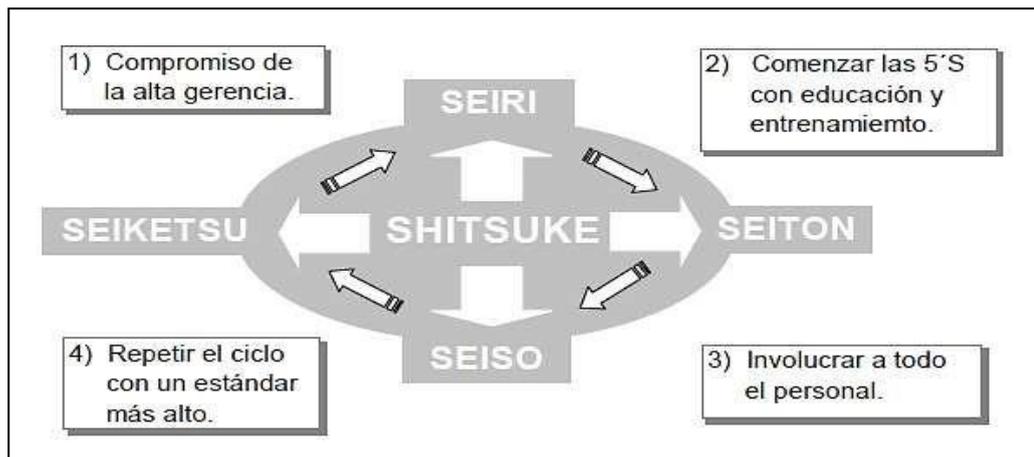


Figura 27-4: Factores para el desarrollo de 9'S

Fuente: (Kazuo, 2007).

4.4.2.5 Aplicación Shicari (Constancia) y Shitsokoku (Compromiso):

Los aspectos importantes para la continuidad de la filosofía de las 9'S y fomentar la constancia y la aplicación de todas las etapas de organización y compromiso son:

- Brindar la confianza a los operarios para que puedan transmitir sus ideas, inquietudes y críticas a la coordinación y que de esta manera puedan ser resueltas de la mejor manera.
- Mantener reuniones frecuentes cuando se realicen cambios en la organización de proyectos, o modificación de procesos para informar sobre avances y datos estadísticos de mejoras logradas en las operaciones.
- Incentivar e impulsar la creatividad en los operarios en aspectos como mejoras de procesos, operaciones, ambiente laboral y métodos de trabajo.

Para lograr de una forma más efectiva que los operarios se comprometan de una manera eficiente con la organización es mediante incentivos no necesariamente económicos, algunos de los incentivos recomendados son:

- Reconocimiento en la planta frente a otros operarios.
- Felicitaciones por parte de la coordinación cuando se han realizado actividades de forma correcta.
- Realizar eventos de integración por parte de la gerencia para generar un ambiente laboral adecuado.
- Establecer días para que los trabajadores puedan salir más temprano por el cumplimiento de metas y proyectos.

4.4.2.6 Aplicación Seishoo (Coordinación)

La coordinación en el área de soldadura es la adecuada debido a que se riges en estándares de trabajo y procesos previa, durante y posterior a la implementación de métodos o mejoras en las operaciones realizadas en cada estación de trabajo, Algunas de las tareas recomendadas para el continuo fortalecimiento de la coordinación son:

- Coordinación de reuniones periódicas con grupos de investigación o líderes de la planta donde se puedan considerar avances, resultados y mejoras a corto y largo plazo implementadas en las líneas de producción por parte de tesistas o grupos de personas destinadas a la investigación en la planta.
- Coordinación de planes de aplicación de proyectos o mejoras.
- Coordinación planificada para: mantenimiento de JIGS, soldas, maquinaria distribuida en la planta de soldadura, cumplimiento de normas, abastecimientos por lote y procedimientos de fabricación.
- Coordinar proyectos de mejora.



Figura 28-4: Reuniones programadas por parte de coordinación de soldadura.

Fuente: Autor.

4.4.2.7 Aplicación Seido (Estandarización):

En la planta de soldadura de la empresa CIAUTO se realiza periódicas estandarizaciones de los procesos teniendo en cuenta las actividades realizadas en cada estación de trabajo de las dos líneas de soldadura compuesta por: soldadura de punto y ajuste destinadas a la fabricación de unidades WINGLE, esta actividad se realiza con el fin de mantener un seguimiento continuo a los operarios por parte de coordinación para que no exista un desfase de tiempos y quede evidenciado las actividades detalladas en los instructivos de trabajo.

Además, si después de una estandarización se determina una falla o tiempos muertos se realizan las observaciones de posibles mejoras para la producción logrando así la homogeneidad en la

calidad requerida por estándares internacionales para automotores. Se requiere realizar el balance de línea en lo siguiente:

- El proceso productivo
- Materiales, equipos, mano de obra y herramientas.
- Conocimientos y habilidades en la ejecución de actividades por parte de los trabajadores.
- Actividades en cada estación de trabajo.

4.5 Mejora

4.5.1 Balance de línea final con las mejoras implementadas

4.5.1.1 Nuevos tiempos de producción

Los resultados obtenidos después de la aplicación de las 9'S y Kaizen se ven evidenciados mediante un nuevo balance de línea al determinar que los tiempos en los que se realizan las actividades se han reducido en cada estación de trabajo incluida la nueva estación SR-2 como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16-4: Tiempos de producción aplicando mejoras.

No.	LÍNEA	ESTACIÓN	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	TOMA 4	TOMA 5
1	Soldadura Punto	SWC-1	0:17:39	0:19:02	0:18:26	0:18:45	0:17:33
2		SWC-2	0:21:40	0:19:42	0:22:48	0:22:09	0:21:00
3		SR-1	0:16:54	0:19:28	0:21:03	0:21:08	0:20:29
4		SR-2	0:18:57	0:20:09	0:19:23	0:19:06	0:18:18
5		SMIG-1	0:10:25	0:11:29	0:11:56	0:11:33	0:12:09
6	Ajuste y A. metálico	ADJ-0	0:19:46	0:20:25	0:18:33	0:18:16	0:18:31
7		ADJ 1-2	0:26:58	0:23:29	0:23:04	0:23:01	0:23:39
8		ADJ 4 – 5	0:33:37	0:36:56	0:35:05	0:35:26	0:17:27
9		MF – 3	0:22:57	0:24:57	0:25:29	0:24:08	0:26:17
10		SEC-1	0:11:21	0:11:30	0:11:50	0:11:48	0:11:50

Fuente: Autor.

4.5.1.2 Tiempos promedios

Tabla 17-4: Nuevos tiempos promedios aplicando mejoras.

No.	LÌNEA	ESTACIÒN	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	TOMA 4	TOMA 5	PROMEDIO
1	Soldadura Punto	SWC-1	0:17:39	0:19:02	0:18:26	0:18:45	0:17:33	0:18:17
2		SWC-2	0:21:40	0:19:42	0:22:48	0:22:09	0:21:00	0:21:28
3		SR-1	0:16:54	0:19:28	0:21:03	0:21:08	0:20:29	0:19:48
4		SR-2	0:18:57	0:20:09	0:19:23	0:19:06	0:18:18	0:19:10
5		SMIG-1	0:10:25	0:11:29	0:11:56	0:11:33	0:12:09	0:11:30
6	Ajuste y A. metálico	ADJ-0	0:19:46	0:20:25	0:18:33	0:18:16	0:18:31	0:19:06
7		ADJ 1-2	0:26:58	0:23:29	0:23:04	0:23:01	0:23:39	0:24:02
8		ADJ 4 - 5	0:33:37	0:36:56	0:35:05	0:35:26	0:17:27	0:31:42
9		MF - 3	0:22:57	0:24:57	0:25:29	0:24:08	0:26:17	0:24:46
10		SEC-1	0:11:21	0:11:30	0:11:50	0:11:48	0:11:50	0:11:40

Fuente: Autor.

Tabla 18-4: Nuevos tiempos normales aplicando mejoras.

No.	LÌNEA	ESTACIÒN	ECUACION; TN=TP × v	T. NORMAL
1	Soldadura Punto	SWC-1	TN=0:16:11 *1	0:16:11
2		SWC-2	TN=0:19:00*1	0:19:00
3		SR-1	TN=0:17:32*1	0:17:32
4		SR-2	TN=0:17:16*1	0:17:16
5		SMIG-1	TN=0:10:06*1	0:10:06
6	Ajuste y A. metálico	ADJ-0	TN=0:18:43*1	0:18:43
7		ADJ 1-2	TN=0:23:30*1	0:23:30
8		ADJ 4 - 5	TN=0:28:34*1	0:28:34
9		MF - 3	TN=0:22:18*1	0:22:18
10		SEC-1	TN=0:10:30*1	0:10:30

Fuente: Autor.

4.5.1.3 Tiempos estándar

Tabla 19-4: Nuevos tiempos estándar aplicando mejoras.

No.	LÍNEA	ESTACIÓN	ECUACIÓN; TS=TN×(1+S)	T. ESTÁNDAR
1	Soldadura Punto	SWC-1	TS=0:16:11*(1+0.13)	0:18:17
2		SWC-2	TS=0:19:00*(1+0.13)	0:21:28
3		SR-1	TS=0:17:32*(1+0.13)	0:19:48
4		SR-2	TS=0:17:16*(1+0.13)	0:19:10
5		SMIG-1	TS=0:10:06*(1+0.14)	0:11:30
6	Ajuste y A. metálico	ADJ-0	TS=0:18:43*(1+0.14)	0:19:06
7		ADJ 1-2	TS=0:23:30*(1+0.11)	0:24:02
8		ADJ 4 - 5	TS=0:28:34*(1+0.11)	0:31:42
9		MF - 3	TS=0:22:18*(1+0.11)	0:24:46
10		SEC-1	TS=0:10:30*(1+0.11)	0:11:40

Fuente: Autor.

4.5.1.4 Gráficas de control mejoradas

Antes de la implementación las estaciones SR-1 y ADJ-0 estaban por debajo del límite inferior mientras que las estaciones ADJ-1,2 y SEC-1 se encontraban fuera del límite superior lo que ocasiona cuellos de botella en la línea y una producción no controlada y fuera del takt time, después de la aplicación de las herramientas lean se ha logrado controlar estos tiempos de producción para todas las estaciones.

El siguiente gráfico nos muestra que las estaciones se encuentran ya dentro de los límites de control superior e inferior incluido la nueva estación SR-2.

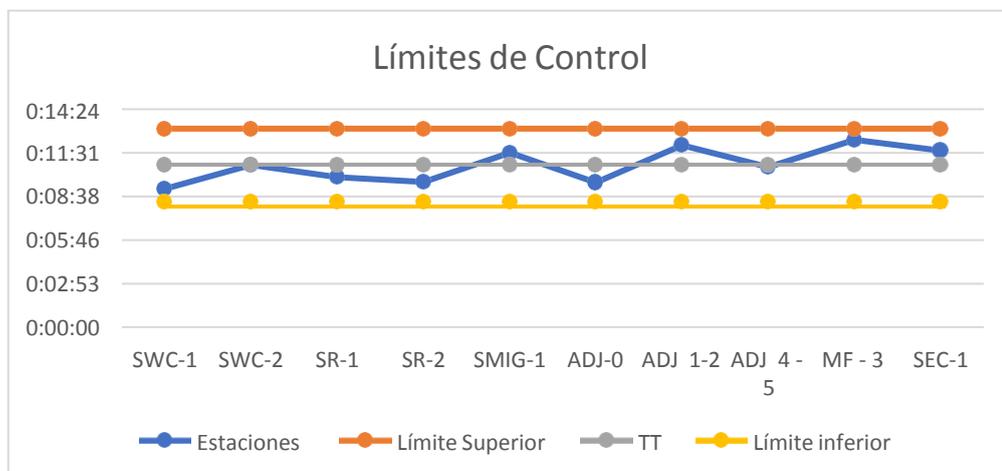


Gráfico 6-4: Límites de control aplicando mejoras.

Fuente: Autor.

El siguiente gráfico nos muestra que todas las estaciones de la línea de soldadura se encuentran por debajo de TT recomendado.

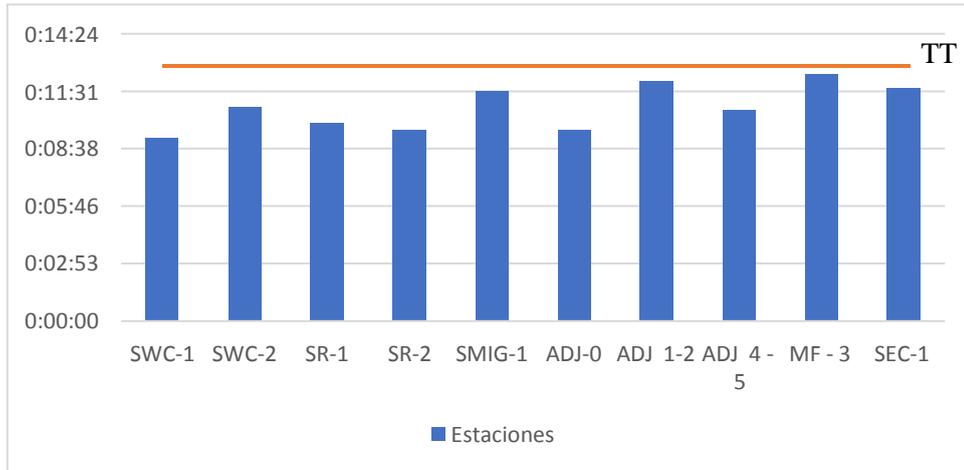


Gráfico 7-4: Gráficas de control aplicando mejoras.

Fuente: Autor.

4.5.1.5 *Cálculo del Takt time mejorado*

$$TT \text{ Estaciones} = \frac{7,083}{34}$$

$$TT \text{ Estaciones} = 12,30$$

4.5.1.6 *Estandarización final mejora.*

Tabla 20-4: Estandarización final aplicando mejoras en la línea de soldadura.

Estandarización de modelo WINGLE.			
OPERADORES	Unidades / Hora	Unidades /día	Takt time.
19	4,80	34,0	0:12:30

Fuente: Autor

4.5.2 VSM General futuro de soldadura.

Después del análisis con la estandarización de la línea de soldadura y de verificar el correcto funcionamiento de la mejora procedemos a la realización del VSM futuro del área de soldadura de la empresa CIAUTO.

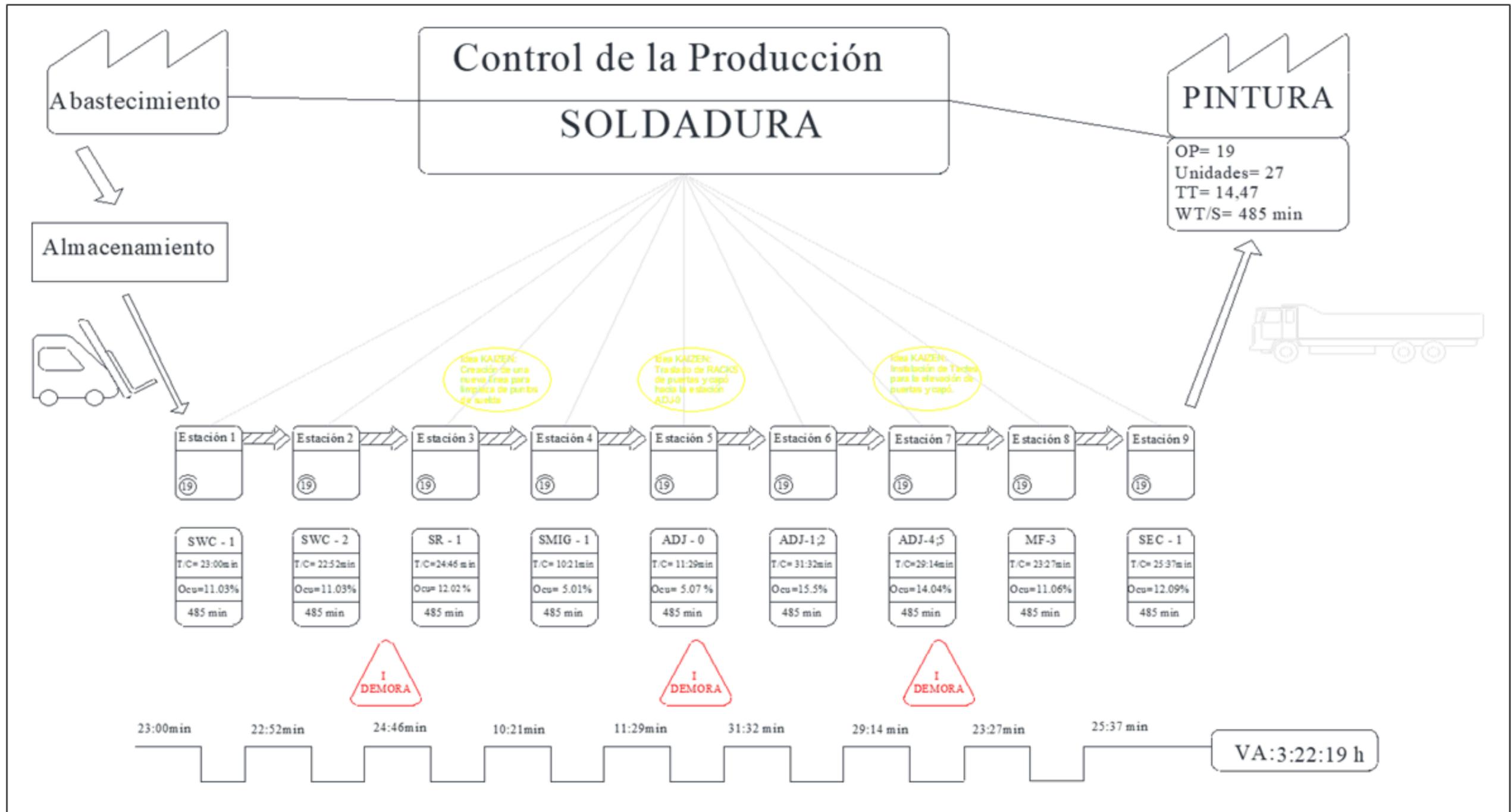


Figura 30-4: VSM general aplicando mejoras en la línea de soldadura.

Fuente: Autor.

CONCLUSIONES

Se realizó la estandarización de la línea del proceso productivo de soldadura de unidades WINGLE mediante la toma de tiempos de producción aplicando la técnica de regreso a 0 y la técnica de control estadístico del proceso, en donde se determinó que con 19 operarios distribuidos por las líneas de soldadura de punto y ajuste compuestas por 9 estaciones el takt time es de 00:15:40(hh:mm:ss), el número de unidades producidas por hora es de 3 y el total de unidades producidas en las 07:05:00(hh:mm:ss), laborables es de 27 unidades enviadas al área de pintura de la empresa CIAUTO.

Se analizó la situación actual del proceso de soldadura y se elaboró los VSM de la situación actual correspondientes a cada estación para poder encontrar los problemas en el proceso productivo; al final de las estaciones de soldadura de punto se determinó que existen demoras debido a las actividades de limpieza de puntos de suelda, en la estación ADJ-0 los racks se encontraban demasiado alejados de la estación lo que ocasionaba demoras al momento de transportar las puertas y capó para su reparación, en la estación ADJ-1,2 los operarios realizaban la elevación de puertas que pesan alrededor de 5Kg mediante fuerza física para su posterior traslado a la cabina WINGLE lo que ocasionada cansancio y con el tiempo problemas de carácter ergonómico en uno de los operarios de la estación; todos estos problemas quedaron representados en el VSM actual de la línea de soldadura.

Se elaboró un VSM mejorado mediante la aplicación de ideas KAIZEN en las estaciones en donde se determinó los factores que afectan al proceso; en las estaciones de soldadura de punto se implementó una nueva estación denominada SR-2 destinada a la limpieza de puntos de suelda; en la estación ADJ-0 se redujo la distancia entre la estación y los RACKS de puertas y capó para que los operarios reduzcan el tiempo de producción al trasladar las puertas al lugar de trabajo; para la estación ADJ-1,2 se instaló tecles para ayudar a los operarios en la elevación de puertas y su traslado hacia la cabina WINGLE.

Se aplicó la herramienta lean 9'S que no se aplicaba de manera efectiva como: Seiri (Arreglar), Seiton (Ordenar), Seiketsu (Mantener), Seishoo (Coordinación) en los puestos de trabajo en donde se determinó que se requiere mejoras en base a las filosofías recomendadas por esta herramienta en las estaciones en donde más se aplicó fueron: SMIG-1, ADJ-0, ADJ-4,5, MF-3 y en el área de coordinación de soldadura con miras al mejoramiento de los procesos productivos.

Se evaluó la aplicación de herramientas lean VSM, 9'S, Kaizen mejorando el proceso productivo del área de soldadura logrando que con 19 operarios disminuir el takt time de 00:15:40(hh:mm:ss), a 00:12:30(hh:mm:ss), produciendo de 3 a 5 unidades en la jornada laboral y un total de 34

unidades producidas en las 07:05:00(hh:mm:ss), laborables; con el VSM mejorado podemos observar la correcta aplicación de las ideas KAIZEN y 9'S en las estaciones de trabajo y aumentar el compromiso de coordinación de soldadura con los operarios y de los operarios con la empresa.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la toma de tiempos en las estaciones de trabajo con una adecuada metodología de grabación o cronometraje y un método adecuado al momento de la estandarización para que los datos sean más precisos.

Realizar los VSM por cada estación de trabajo cuando las actividades en el puesto productivo son más de cinco para poder visualizar con mayor facilidad las estaciones más conflictivas o con más variación de tiempos y poder aplicar la correcta idea KAIZEN y su futuras mejora.

Aplicar de manera correcta la idea KAIZEN para lograr una mejora notable en los puestos de trabajo y el proceso general de la línea de soldadura.

Analizar correctamente las 9'S para su posterior aplicación en el puesto de trabajo adecuado y con la metodología exacta para cada S.

Evaluar todas las mejoras realizadas y su veneficio de aplicación en cada estación y el proceso de soldadura de punto y de ajuste para la planta y la empres

GLOSARIO

Estación de trabajo: Es el área designada para la realización de las diferentes actividades destinadas a la soldadura de partes del chasis e instalación de componentes dentro de la cabina de las unidades. (Criollo, 2016 págs. 22-30)

Herramientas: Son artefactos utilizados por operarios para actividades específicas en cada puesto de trabajo. (Hernandez, 2018)

Lead Time: Es el tiempo en el cual se realizan las actividades en cada estación de trabajo. (Torrubiano, y otros, 2016)

Mejora Continua: Es la constante mejora en los procesos productivos que se basa en la revisión diaria de los diferentes métodos y actividades necesarias para obtener un aumento de la productividad. (Hernández, y otros, 2017)

Métodos: Es una secuencia adecuada de actividades previamente fijadas cuyo cumplimiento deriva en un resultado específico. (Janania, 2018)

Operación: Es una actividad específica en cada estación de trabajo, el conjunto de actividades tiene como objetivo la fabricación de unidades. (Jeizer, y otros, 2019)

Optimización: Mejorar el proceso y las operaciones de fabricación de unidades disminuyendo el número de operaciones, actividades, dinero y tiempo necesario para la fabricación de cabinas. (Suñe, y otros, 2015)

Proceso: Es el conjunto de operaciones realizadas en cada puesto de trabajo con un orden específico las cuales tienen como fin un producto terminado. (Janania, 2018)

Takt Time: Es la relación entre la producción y el tiempo de producción diario. (Ortega, 2018)

Tecele: Es una herramienta utilizada para la elevación de componentes dentro y fuera de la fábrica, la utilización de esta herramienta ayuda a los operarios a facilitar el trabajo. (Hernandez, 2018)

BIBLIOGRAFÍA

AIN. *5'S Orden y Limpieza.* [En línea] 2016. [Citado el: 22 de 11 de 2020]. Disponible en: http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1038/1/Implementacion_Metodologia_Carpinteria_Giraldo_2012.pdf.

ANTON, LUIS MIGUEL. *Mejoramiento de la productividad mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.* [En línea] 2018. [Citado el: 20 de 11 de 2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11392>.

CRIOLLO, ROBERTO. *Estudio del Trabajo, Ingeniería de Metodos y Medición del Trabajo.* [En línea] 2016. [Citado el: 2 de diciembre de 2020]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5541/1/48077_1.pdf.

FLORES, S., & YANES, R. *Mejoramiento del Proceso Productivo en la Empresa El Placer.* [En línea] 2018. [Citado el: 20 de 11 de 2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10497/1/85T00525.pdf>.

GARCIA, M. *Aplicación de herramientas lean y ejecución de una línea pulso en la industria aeronáutica.* [En línea] 2016. [Citado el: 05 de 12 de 2020]. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5718/fichero/PFC+Vdef.pdf>.

HERNÁNDEZ, J., & VIZÁN, A. *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación.* [En línea] 2017. [Citado el: 22 de 11 de 2020]. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/file/19633/download?token=VL6T1iHz>.

HERNANDEZ, JUAN. *Lean Manufacturing y sus Herramientas.* [En línea] 2018. [Citado el: 22 de 11 de 2020]. Disponible en: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_14.pdf.

JANANIA, C. *Manual de Tiempos y Movimientos.* [En línea] 2018. [Citado el: 15 de 12 de 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/37501252/Manual_de_Tiempos_y_Movimientos_Ingenier%C3%A9Da_de_M%C3%A9todos_Camilo_Janania_Abraham.

JEIZER, J., & RENDER, B. *Principios de administración de operaciones.* [En línea] 2019. [Citado el: 11 de 01 de 2021]. Disponible en: <http://139.62.234.29/rid=1TSVV2PLH-XL3D42-1Q0/Principios-De-Administracion-De-Operacio.pdf>.

LIKER, J. *Las Claves del Éxito Toyota*. [En línea] 2004. [Citado el: 22 de 11 de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2743/274320565006.pdf>.

MANDARIAGA, FRANCISCO. *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. [En línea] 2020. [Citado el: 22 de 11 de 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/35951795/Lean_Manufacturing_Francisco_Madariaga_Resumen.

MASAPANTA, MARCO. *Análisis de despilfarros mediante la técnica Value Stream VSM*. [En línea] 2014. [Citado el: 20 de 11 de 2020]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20654/1/TESIS.pdf>.

NETO, FRANCISCO MANDARIAGA. *Lean manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva*. [En línea] 2013. [Citado el: 21 de 11 de 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/35951795/Lean_Manufacturing_Francisco_Madariaga_Resumen.

NIEBEL, BENJAMÍN W. *Metodos, estandares y diseño del trabajo*. [En línea] 2009. [Citado el: 20 de 12 de 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/36652836/Ingenier%C3%ADa_Industrial_M%C3%A9todos_Est%C3%A1ndares_y_Dise%C3%B1o_del_Trabajo_Benjamin_W_Niebel_12_Edici%C3%B3n.

OIT. *Introducción al estudio del trabajo*. [En línea] 2009. [Citado el: 12 de 01 de 2021]. Disponible en: <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>.

OROPESA VENTO, M., & GARCIA ALCATRAZ, J. *Beneficios del Kaizen en la Industria*. [En línea] 2015. [Citado el: 22 de 11 de 2020]. Disponible en: https://www.inapдите.ac.cr/pluginfile.php/14235/mod_resource/content/3/BPM%20R1/assets/beneficios_del-kaizen_en_la-industria.pdf.

ORTEGA, F.G. *Balanceo de la línea de Ensamble de M4 de Great Wall mediante manufactura esbelta*. [En línea] 2018. [Citado el: 20 de 11 de 2020]. Disponible en: <https://cienciadigital.org>.

RAJADELL, M., & SÁNCHEZ, J. *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. [En línea] 2016. [Citado el: 22 de 11 de 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/15778406/Lean_Manufacturing_la_evidencia_de_una_necesidad.

ROBERT, CHASE RICHARD., & JACOBS. *Administración de operaciones producción y cadena de suministros*. [En línea] 2014. [Citado el: 10 de 12 de 2020]. Disponible en: https://www.u-cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion_de_Operacio

nes_-_Completo.pdf.

SOCONINI, LUÍS. *Lean Manufacturing paso a paso: El sistema de gestión empresarial japones que revolucionó la manufactura y los servicios.* [En línea] 2014. [Citado el: 05 de 12 de 2020]. https://www.academia.edu/40610819/Lean_Manufacturing_Paso_A_Paso_Luis_Socconini_pdf.

SUÁREZ, M., & DAVILA, M. *Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la mejora continua.* [En línea] 2018. [Citado el: 22 de 11 de 2020]. Disponible en: http://gide.unileon.es/admin/UploadFolder/07_285_311.pdf.

SUÑE, A, GIL, F., & ARCUSA, I. *Manual práctico de diseño de sistemas productivos.* [En línea] 2015. [Citado el: 15 de 12 de 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/12353298/Manual_practico_de_dise%C3%B1o_de_sistemas_productivos.

TORRUBIANO, J., & MARTÍ, J. *Lean Process: Mejorar los procesos para ser más competitivos.* [En línea] 2016. [Citado el: 02 de 12 de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n83/0120-8160-ean-83-00051.pdf>.



Firmado electrónicamente por:
**JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS**

ANEXOS.

Anexo A: Toma de tiempos estación SWC-1.

N°	Actividades SWC-1	TOMA-1			TOMA-2			TOMA-3			TOMA-4			TOMA-5		
		LH	RH	Total												
1	Inspección visual y verificación del JIG UB-10.	0:00:28	0:00:00	0:00:28	0:00:27	0:00:00	0:00:27	0:00:30	0:00:00	0:00:30	0:00:31	0:00:00	0:00:31	0:00:30	0:00:00	0:00:30
2	Identificación de la estructura del piso CPV (2.0 DIESEL 4X2).	0:00:49	0:00:00	0:00:49	0:00:26	0:00:00	0:00:26	0:00:32	0:00:00	0:00:32	0:00:38	0:00:00	0:00:38	0:00:29	0:00:00	0:00:29
4	Grabado del número de cabina.	0:02:10	0:00:00	0:02:10	0:02:30	0:00:00	0:02:30	0:02:12	0:00:00	0:02:12	0:02:26	0:00:00	0:02:26	0:02:08	0:00:00	0:02:08
5	Anclaje del elevador de compartimiento de motor.	0:00:31	0:00:00	0:00:31	0:00:42	0:00:00	0:00:42	0:00:32	0:00:00	0:00:32	0:00:37	0:00:00	0:00:37	0:00:29	0:00:00	0:00:29
6	Montaje del compartimiento de motor en el JIG UB-10.	0:00:34	0:00:00	0:00:34	0:00:31	0:00:00	0:00:31	0:00:37	0:00:00	0:00:37	0:00:32	0:00:00	0:00:32	0:00:39	0:00:00	0:00:39
7	Montaje de las vigas laterales de piso lado LH en el JIG UB-10.	0:00:12	0:00:12	0:00:24	0:00:12	0:00:16	0:00:28	0:00:15	0:00:18	0:00:33	0:00:15	0:00:18	0:00:33	0:00:11	0:00:12	0:00:23
8	Montaje de la estructura de piso en el JIG UB-10.	0:00:40	0:00:00	0:00:40	0:00:50	0:00:00	0:00:50	0:00:50	0:00:00	0:00:50	0:00:58	0:00:00	0:00:58	0:00:56	0:00:00	0:00:56
9	Cierre de prensas electroneumáticas del JIG UB-10.	0:00:06	0:00:00	0:00:06	0:00:09	0:00:00	0:00:09	0:00:07	0:00:00	0:00:07	0:00:10	0:00:00	0:00:10	0:00:08	0:00:00	0:00:08
10	Soldadura de compartimiento de motor a la estructura de piso.	0:01:10	0:01:12	0:02:22	0:01:17	0:01:18	0:02:35	0:01:12	0:01:06	0:02:18	0:01:19	0:01:24	0:02:43	0:01:03	0:01:05	0:02:08
11	Soldadura de las vigas laterales de piso lado LH al piso.	0:01:01	0:01:16	0:02:17	0:01:13	0:01:12	0:02:25	0:01:09	0:01:05	0:02:14	0:01:07	0:01:06	0:02:13	0:01:01	0:01:11	0:02:12
12	Soldadura de las vigas laterales de piso lado LH al piso y compartimiento motor.	0:01:44	0:01:45	0:03:29	0:01:25	0:01:49	0:03:14	0:01:50	0:01:56	0:03:46	0:01:39	0:01:43	0:03:23	0:01:45	0:01:42	0:03:27
13	Soldadura del Panel Int. Viga inferior LH a la estructura de piso.	0:00:10	0:00:11	0:00:21	0:00:30	0:00:33	0:01:03	0:00:16	0:00:14	0:00:30	0:00:15	0:00:10	0:00:25	0:00:18	0:00:16	0:00:34
14	Apertura de prensas electroneumáticas del JIG-UB-10.	0:00:09	0:00:00	0:00:09	0:00:09	0:00:00	0:00:09	0:00:09	0:00:00	0:00:09	0:00:09	0:00:00	0:00:09	0:00:09	0:00:00	0:00:09
16	Soldadura del Panel Int. Viga inferior LH a la estructura de piso.	0:00:35	0:00:39	0:01:14	0:00:40	0:00:39	0:01:19	0:00:38	0:00:48	0:01:26	0:00:37	0:00:39	0:01:16	0:00:39	0:00:38	0:01:17
17	Verificación y limpieza de los puntos soldados.	0:03:05	0:03:10	0:06:15	0:03:09	0:03:05	0:06:14	0:03:10	0:03:18	0:06:28	0:03:07	0:03:08	0:06:15	0:03:03	0:03:01	0:06:04
18	Traslado de la carrocería a la siguiente estación	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03
	TOTALES			0:21:52			0:23:05			0:22:47			0:22:51			0:21:36

Anexo B: Toma de tiempos estación SWC-2.

N°	Actividades SWC-2	Toma-1			Toma-2			Toma-3			Toma-4			Toma-5		
		RH	LH	Total												
1	Montaje del ensamble: compartimiento motor y piso en el JIG MB-10.	0:00:10	0:00:00	0:00:10	0:00:12	0:00:00	0:00:12	0:00:14	0:00:00	0:00:14	0:00:12	0:00:00	0:00:12	0:00:14	0:00:00	0:00:14
2	Montaje de la pared lateral lado LH/RH. en las carrileras del JIG MB-10.	0:00:57	0:00:58	0:01:55	0:00:59	0:00:59	0:01:58	0:01:08	0:01:10	0:02:18	0:01:06	0:00:58	0:02:04	0:01:07	0:00:58	0:02:06
3	Montaje de la pared lateral lado LH/RH en el JIG MB-10.	0:00:12	0:00:11	0:00:23	0:00:14	0:00:18	0:00:32	0:00:16	0:00:22	0:00:38	0:00:14	0:00:15	0:00:29	0:00:14	0:00:20	0:00:34
4	Cierre del JIG MB-10.	0:00:18	0:00:19	0:00:37	0:00:15	0:00:14	0:00:29	0:00:12	0:00:14	0:00:26	0:00:18	0:00:16	0:00:34	0:00:14	0:00:16	0:00:30
5	Aplicación de sellante en el compartimiento del motor.	0:00:16	0:00:00	0:00:16	0:00:19	0:00:00	0:00:19	0:00:15	0:00:00	0:00:15	0:00:18	0:00:00	0:00:18	0:00:18	0:00:00	0:00:18
6	Aplicación de sellante en las paredes laterales LH/RH.	0:00:18	0:00:17	0:00:35	0:00:16	0:00:20	0:00:36	0:00:17	0:00:14	0:00:31	0:00:20	0:00:24	0:00:44	0:00:22	0:00:24	0:00:46
7	Montaje de la pared posterior de la cabina en el JIG MB-10.	0:00:22	0:00:00	0:00:22	0:00:18	0:00:00	0:00:18	0:00:19	0:00:00	0:00:19	0:00:21	0:00:00	0:00:21	0:00:19	0:00:00	0:00:19
8	Montaje de la base del parabrisas sobre el compartimiento del motor.	0:00:20	0:00:00	0:00:20	0:00:14	0:00:00	0:00:14	0:00:20	0:00:00	0:00:20	0:00:20	0:00:00	0:00:20	0:00:17	0:00:00	0:00:17
9	Montaje del techo sobre las paredes laterales lado LH/RH.	0:00:23	0:00:00	0:00:23	0:00:22	0:00:00	0:00:22	0:00:18	0:00:00	0:00:18	0:00:21	0:00:00	0:00:21	0:00:20	0:00:00	0:00:20
10	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH al compartimiento motor y piso.	0:01:28	0:01:22	0:02:50	0:01:14	0:01:15	0:02:29	0:01:40	0:01:50	0:03:30	0:01:40	0:01:29	0:03:09	0:01:29	0:01:29	0:02:58
11	Soldadura del techo a las paredes laterales lado LH/RH	0:01:02	0:01:04	0:02:06	0:00:40	0:00:30	0:01:10	0:00:31	0:00:30	0:01:01	0:00:52	0:00:47	0:01:38	0:00:36	0:00:37	0:01:12
12	Soldadura del techo a las paredes laterales lado LH/RH y de la base del parabrisas al compartimiento motor.	0:01:09	0:00:00	0:01:09	0:00:45	0:00:00	0:00:45	0:01:38	0:00:00	0:01:38	0:01:23	0:00:00	0:01:23	0:01:05	0:00:00	0:01:05
13	Soldadura de la base de parabrisas al compartimiento motor.	0:01:05	0:00:00	0:01:05	0:01:09	0:00:00	0:01:09	0:01:12	0:00:00	0:01:12	0:01:07	0:00:00	0:01:07	0:01:05	0:00:00	0:01:05
14	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH al piso.	0:00:22	0:00:20	0:00:42	0:00:28	0:00:30	0:00:58	0:00:22	0:00:19	0:00:41	0:00:22	0:00:25	0:00:47	0:00:21	0:00:25	0:00:46
15	Soldadura de la pared posterior al piso, laterales lado LH/RH y techo.	0:02:50	0:00:00	0:02:50	0:02:05	0:00:00	0:02:05	0:03:10	0:00:00	0:03:10	0:02:25	0:00:00	0:02:25	0:02:40	0:00:00	0:02:40
16	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH al compartimiento motor.	0:01:02	0:01:04	0:02:06	0:01:05	0:01:04	0:02:09	0:00:56	0:01:17	0:02:13	0:00:59	0:01:08	0:02:07	0:01:00	0:01:08	0:02:08
17	Soldadura de la pared posterior al piso.	0:00:26	0:00:24	0:00:50	0:00:21	0:00:49	0:01:10	0:00:26	0:00:32	0:00:58	0:00:21	0:00:47	0:01:07	0:00:22	0:00:27	0:00:49
18	Apertura de prensas electroneumáticas del JIG MB-10.	0:00:16	0:00:00	0:00:16	0:00:17	0:00:00	0:00:17	0:00:15	0:00:00	0:00:15	0:00:16	0:00:00	0:00:16	0:00:16	0:00:00	0:00:16
19	Verificación y limpieza de los puntos soldados.	0:01:51	0:01:45	0:03:36	0:01:30	0:02:06	0:03:36	0:01:20	0:01:10	0:02:30	0:01:30	0:01:38	0:03:08	0:01:40	0:01:55	0:03:35
20	Traslado de la cabina al JIG-MB-20	0:00:15	0:00:00	0:00:15	0:00:14	0:00:00	0:00:14	0:00:14	0:00:00	0:00:14	0:00:15	0:00:00	0:00:15	0:00:14	0:00:00	0:00:14
	TOTALES			0:22:46			0:21:02			0:22:41			0:22:44			0:22:10

Anexo C: Toma de tiempos estación SR-1.

N°	Actividades SR-1	Toma-1			Toma-2			Toma-3			Toma-4			Toma-5		
		RH	LH	Total												
1	Montaje de la cabina al JIG MB-30.	0:00:16	0:00:00	0:00:16	0:00:19	0:00:00	0:00:19	0:00:19	0:00:00	0:00:19	0:00:20	0:00:00	0:00:20	0:00:14	0:00:00	0:00:14
2	Transladar el JIG MB-30 hacia el centro de la estación de remate de soldadura de punto.	0:00:08	0:00:00	0:00:08	0:00:08	0:00:00	0:00:08	0:00:11	0:00:00	0:00:11	0:00:12	0:00:00	0:00:12	0:00:08	0:00:00	0:00:08
3	Soldadura de la pared posterior con las paredes laterales lado LH/RH.	0:00:34	0:00:33	0:01:07	0:00:42	0:00:58	0:01:40	0:00:39	0:00:42	0:01:21	0:00:36	0:00:41	0:01:17	0:00:44	0:00:50	0:01:34
4	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH con el piso.	0:01:22	0:01:32	0:02:54	0:01:30	0:01:51	0:03:21	0:01:28	0:01:28	0:02:56	0:01:24	0:01:32	0:02:56	0:01:28	0:01:20	0:02:48
5	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH con el compartimiento de motor.	0:00:31	0:00:31	0:01:02	0:00:32	0:00:30	0:01:02	0:00:40	0:00:50	0:01:30	0:00:37	0:00:40	0:01:16	0:00:35	0:00:32	0:01:06
6	Soldadura de las paredes laterales lado LH/RH al compartimiento de motor y base de parabrisas.	0:00:39	0:00:37	0:01:16	0:00:50	0:01:12	0:02:02	0:00:42	0:00:38	0:01:20	0:00:44	0:00:55	0:01:39	0:00:58	0:00:55	0:01:53
7	Remate de pared lateral LH/RH. con el techo y compartimiento de motor.	0:01:30	0:01:42	0:03:12	0:01:44	0:01:50	0:03:34	0:01:43	0:02:08	0:03:51	0:01:49	0:02:09	0:03:59	0:01:38	0:01:40	0:03:18
8	Limpieza y verificación de los puntos soldados en la cabina.	0:05:29	0:05:30	0:10:59	0:05:40	0:05:01	0:10:41	0:04:50	0:05:25	0:10:15	0:05:29	0:05:10	0:10:39	0:05:01	0:05:23	0:10:24
9	Montaje de la cabina soldada en el dollie.	0:01:12	0:00:00	0:01:12	0:01:30	0:00:00	0:01:30	0:01:05	0:00:00	0:01:05	0:01:08	0:00:00	0:01:08	0:01:20	0:00:00	0:01:20
10	Trasladar la cabina soldada a la estación de trabajo SMIG-1.	0:01:02	0:00:00	0:01:02	0:01:08	0:00:00	0:01:08	0:01:10	0:00:00	0:01:10	0:01:02	0:00:00	0:01:02	0:01:06	0:00:00	0:01:06
	TOTALES			0:23:08			0:25:25			0:23:58			0:24:28			0:23:51

Anexo D: Toma de tiempos estación SMIG-1.

N°	Actividades SMIG-1	Toma-1			Toma-2			Toma-3			Toma-4			Toma-5		
		RH	LH	Total												
1	Inspección de la soldadora MIG.	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
2	Transportación de la cabina sobre el dolley hacia la estación de trabajo SMIG-1.	0:00:30	0:00:00	0:00:30	0:00:31	0:00:00	0:00:31	0:00:40	0:00:00	0:00:40	0:00:40	0:00:00	0:00:40	0:00:43	0:00:00	0:00:43
3	Verificación de las superficies de los componentes a soldar.	0:00:32	0:00:00	0:00:32	0:00:35	0:00:00	0:00:35	0:00:39	0:00:00	0:00:39	0:00:35	0:00:00	0:00:35	0:00:38	0:00:00	0:00:38
4	Soldadura MIG de la pared frontal del compartimiento motor al piso y del soporte del asiento frontal de la cabina.	0:00:34	0:00:33	0:01:07	0:00:33	0:00:35	0:01:08	0:00:39	0:00:31	0:01:10	0:00:39	0:00:34	0:01:13	0:00:41	0:00:34	0:01:15
5	Soldadura MIG de la pared lateral lado LH/RH a la pared frontal del compartimiento del motor y piso de la cabina.	0:00:24	0:00:19	0:00:43	0:00:30	0:00:21	0:00:51	0:00:19	0:00:20	0:00:39	0:00:19	0:00:20	0:00:39	0:00:22	0:00:20	0:00:42
6	Soldadura MIG de la pared lateral lado LH/RH a la viga frontal del techo de la cabina.	0:00:07	0:00:09	0:00:16	0:00:08	0:00:09	0:00:17	0:00:09	0:00:06	0:00:15	0:00:09	0:00:09	0:00:18	0:00:09	0:00:09	0:00:18
7	Soldadura MIG de la pared lateral lado LH/RH al piso de la cabina.	0:00:10	0:00:13	0:00:23	0:00:10	0:00:16	0:00:26	0:00:11	0:00:20	0:00:31	0:00:11	0:00:15	0:00:26	0:00:11	0:00:10	0:00:21
8	Soldadura MIG de la base del cinturón de seguridad al piso de la cabina.	0:01:02	0:00:00	0:01:02	0:01:07	0:00:00	0:01:07	0:01:28	0:00:00	0:01:28	0:01:14	0:00:00	0:01:14	0:01:18	0:00:00	0:01:18
9	Soldadura MIG de la pared lateral lado LH/RH a la viga posterior del techo de la cabina.	0:00:18	0:00:12	0:00:30	0:00:05	0:00:09	0:00:14	0:00:08	0:00:13	0:00:21	0:00:12	0:00:11	0:00:23	0:00:10	0:00:11	0:00:21
10	Soldadura MIG de la pared posterior a la pared lateral lado LH/RH de la cabina.	0:00:28	0:00:30	0:00:58	0:00:25	0:00:34	0:00:59	0:00:37	0:01:00	0:01:37	0:00:35	0:00:55	0:01:30	0:00:45	0:00:46	0:01:31
11	Verificación y limpieza de la cabina soldada.	0:02:39	0:00:00	0:02:39	0:03:24	0:00:00	0:03:24	0:02:37	0:00:00	0:02:37	0:02:37	0:00:00	0:02:37	0:03:01	0:00:00	0:03:01
12	Transportación de la cabina sobre el dolley hacia la estación ADJ-1-2.	0:00:28	0:00:00	0:00:28	0:00:32	0:00:00	0:00:32	0:00:31	0:00:00	0:00:31	0:00:34	0:00:00	0:00:34	0:00:33	0:00:00	0:00:33
TOTALES				0:09:08			0:10:04			0:10:28			0:10:08			0:10:39

Anexo E: Toma de tiempos estación ADJ-0.

N°	Actividades ADJ-0	Toma-1			Toma-2			Toma-3			Toma-4			Toma-5		
		RH	LH	Total												
1	Verificación de las puertas delanteras LH/RH.	0:00:50	0:01:07	0:01:57	0:00:41	0:00:46	0:01:27	0:00:37	0:00:47	0:01:25	0:00:56	0:00:57	0:01:53	0:00:39	0:00:57	0:01:36
2	Verificación de la superficie exterior interior de las puertas delanteras LH/RH.	0:02:41	0:02:00	0:04:41	0:01:53	0:02:13	0:04:06	0:01:57	0:02:46	0:04:44	0:02:47	0:02:36	0:05:23	0:01:55	0:02:53	0:05:48
3	Verificación de las puertas posteriores LH/RH.	0:00:39	0:00:45	0:01:24	0:00:41	0:00:38	0:01:18	0:00:39	0:00:44	0:01:23	0:00:38	0:00:41	0:01:19	0:00:40	0:00:45	0:01:25
4	Verificación de la superficie exterior e interior de las puertas posteriores LH/RH.	0:01:06	0:01:50	0:02:56	0:02:23	0:01:10	0:03:33	0:01:20	0:01:43	0:03:03	0:01:14	0:01:27	0:02:41	0:01:22	0:01:20	0:04:11
	TOTALES			0:10:59			0:10:25			0:10:34			0:11:16			0:13:01

Anexo F: Toma de tiempos estación ADJ-1,2.

N°	Estación	Actividades ADJ-1-2	Toma-1			Toma-2			Toma-3			Toma-4			Toma-5		
			RH	LH	Total												
1	ADJ-1	Montaje del JIG para instalación de puertas RR lado LH/RH.	0:00:31	0:00:26	0:00:57	0:00:47	0:00:27	0:01:15	0:00:33	0:00:44	0:01:17	0:00:39	0:00:48	0:01:27	0:00:45	0:00:49	0:01:34
2		Montaje de puertas posterior lado LH/RH.	0:02:42	0:03:17	0:05:59	0:02:25	0:02:15	0:04:40	0:02:16	0:02:33	0:04:49	0:02:22	0:02:12	0:04:34	0:02:16	0:02:27	0:04:43
3	ADJ-2	Montaje del JIG para instalación de puertas delanteras lado LH/RH.	0:00:24	0:00:25	0:00:49	0:00:35	0:00:28	0:01:03	0:00:38	0:00:40	0:01:18	0:00:29	0:00:33	0:01:02	0:00:36	0:00:34	0:01:11
4		Montaje de puertas delanteras lado LH/RH	0:01:03	0:01:04	0:02:07	0:01:17	0:01:42	0:02:59	0:01:58	0:02:00	0:03:58	0:01:40	0:01:55	0:03:35	0:01:55	0:01:40	0:03:35
5		Cuadratura y ajuste de las puertas posteriores lado LH/RH.	0:02:36	0:02:53	0:05:29	0:04:35	0:04:37	0:09:12	0:03:59	0:04:48	0:08:47	0:04:34	0:04:21	0:08:55	0:04:56	0:04:20	0:09:16
6		Cuadratura y ajuste de las puertas delanteras lado LH/RH.	0:05:18	0:05:09	0:10:27	0:04:16	0:04:57	0:09:13	0:05:10	0:05:12	0:10:22	0:04:17	0:04:32	0:08:49	0:05:10	0:05:26	0:10:36
7		Lijado de los puntos soldados de las puertas delanteras LH/RH.	0:00:49	0:01:59	0:02:48	0:00:34	0:00:32	0:01:06	0:00:29	0:00:22	0:00:51	0:00:52	0:01:11	0:02:02	0:00:41	0:00:27	0:01:09
8		Transportación de la cabina sobre el dolly hacia la estación ADJ-4-5.	0:00:44	0:00:00	0:00:44	0:00:23	0:00:00	0:00:23	0:00:26	0:00:00	0:00:26	0:00:33	0:00:00	0:00:33	0:00:24	0:00:00	0:00:24
		TOTALES			0:29:21			0:29:51			0:31:48			0:30:57			0:32:28

Anexo G: Toma de tiempos estación ADJ-4,5

N°	Estación	Actividades ADJ-4-5	Toma-1			Toma-2			Toma-3			Toma-4			Toma-5		
			RH	LH	Total												
1	ADJ-4	Montaje del JIG de instalación del capot.	0:00:00	0:00:12	0:00:12	0:00:00	0:00:15	0:00:15	0:00:00	0:00:16	0:00:16	0:00:00	0:00:16	0:00:16	0:00:00	0:00:16	0:00:16
2		Montaje del capot en la cabina.	0:01:55	0:01:31	0:03:26	0:01:27	0:01:33	0:03:00	0:01:35	0:01:25	0:03:00	0:01:41	0:01:29	0:03:10	0:01:31	0:00:00	0:01:31
3		Retirar JIG de instalación de capot de la cabina.	0:00:00	0:00:12	0:00:12	0:00:00	0:00:11	0:00:11	0:00:00	0:00:11	0:00:11	0:00:00	0:00:11	0:00:11	0:00:00	0:00:00	0:00:00
4		Identificación y limpieza del guardafangos	0:03:20	0:01:58	0:05:19	0:03:19	0:02:07	0:05:26	0:03:19	0:02:10	0:05:29	0:03:20	0:02:08	0:05:28	0:03:19	0:00:00	0:03:19
5		Cuadratura y ajuste de guardafangos lado LH/RH.	0:04:11	0:05:03	0:09:14	0:04:51	0:05:53	0:10:44	0:04:33	0:05:01	0:09:33	0:04:31	0:05:27	0:09:58	0:04:42	0:00:00	0:04:42
6	ADJ-5	Instalación de la placa RR de la compuerta del balde	0:00:35	0:00:50	0:01:25	0:00:30	0:00:29	0:00:59	0:00:33	0:00:43	0:01:16	0:00:32	0:00:36	0:01:09	0:00:31	0:00:00	0:00:31
7		Instalación de tuerca remache de cabeza plana en la cabina.	0:00:43	0:00:12	0:00:54	0:00:21	0:00:27	0:00:48	0:00:34	0:00:17	0:00:51	0:00:32	0:00:22	0:00:54	0:00:28	0:00:00	0:00:28
8		Verificación y lijado de puntos de soldadura en las puertas FR/RR lado LH/RH.	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
9		Limpieza del interior de la cabina.	0:01:46	0:01:52	0:03:38	0:02:28	0:02:18	0:04:45	0:02:18	0:02:28	0:04:46	0:02:07	0:02:23	0:04:30	0:02:23	0:00:00	0:02:23
10		Limpieza del exterior de la cabina.	0:01:11	0:04:18	0:05:29	0:02:19	0:04:17	0:06:36	0:01:49	0:03:57	0:05:46	0:01:45	0:04:07	0:05:52	0:02:04	0:00:00	0:02:04
11		Transportación de la cabina sobre el dolly hacia la estación MF-3.	0:00:27	0:00:00	0:00:27	0:00:32	0:00:00	0:00:32	0:00:28	0:00:00	0:00:28	0:00:29	0:00:00	0:00:29	0:00:30	0:00:00	0:00:30
		TOTALES			0:30:17			0:33:17			0:31:36			0:31:56			0:15:43

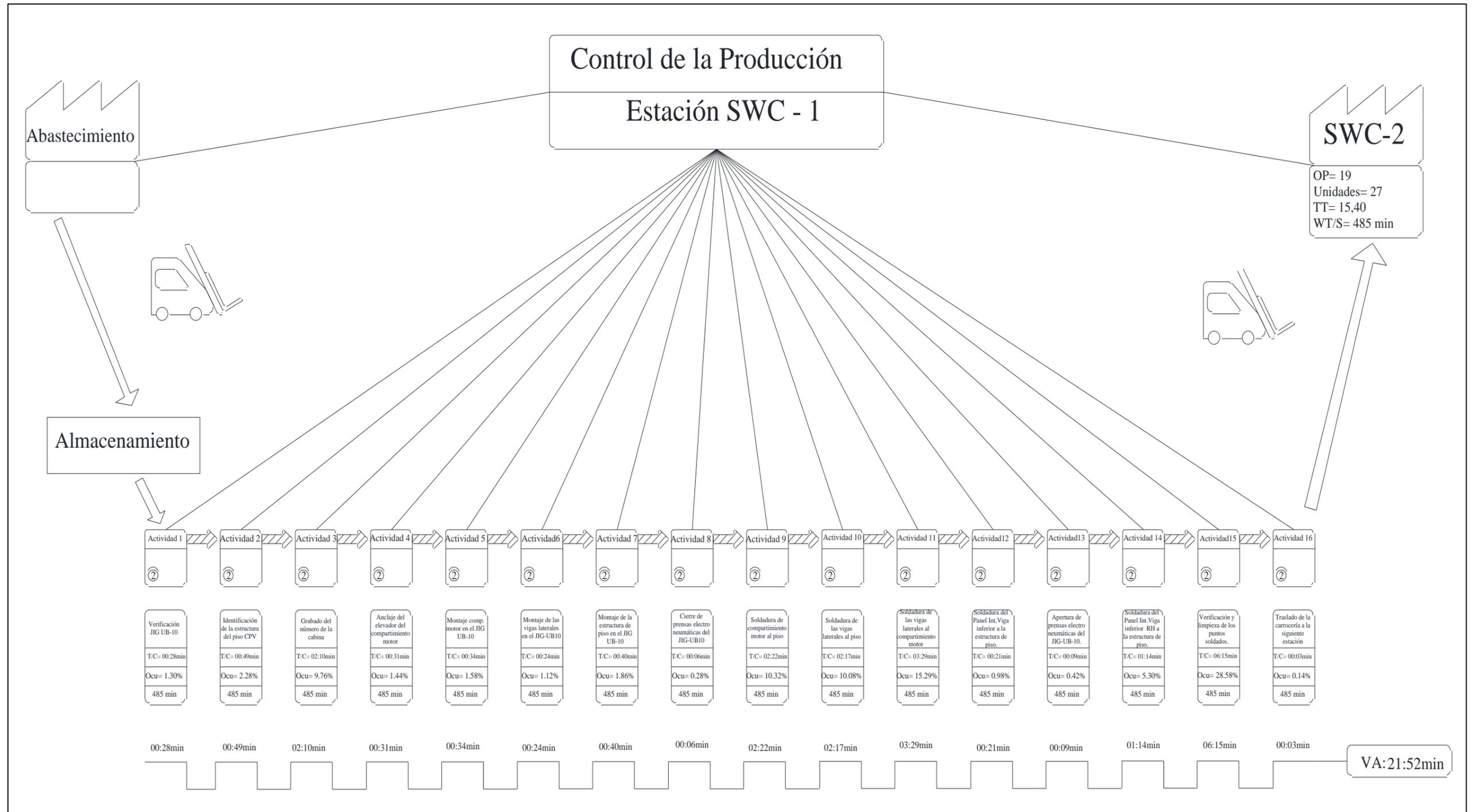
Anexo H: Toma de tiempos estación MF-3.

N°	Estación	Actividades MF-3	Toma-1			Toma-2			Toma-3			Toma-4			Toma-5		
			RH	LH	Total												
1	MF-1	Lijado y limpieza de la superficie exterior e interior del capot de la cabina.	0:00:00	0:00:39	0:00:39	0:00:00	0:00:55	0:00:55	0:00:00	0:01:02	0:01:02	0:00:00	0:00:58	0:00:58	0:00:00	0:00:50	0:00:50
2		Lijado y limpieza de la superficie exterior e interior de los guardafangos lado LH/RH de la cabina.	0:00:18	0:00:10	0:00:28	0:00:58	0:01:44	0:02:43	0:00:19	0:00:20	0:00:39	0:00:19	0:01:02	0:01:21	0:00:38	0:00:15	0:00:54
3		Lijado y limpieza de la superficie exterior e interior de las puertas delanteras lado LH/RH de la cabina	0:00:48	0:00:51	0:01:39	0:00:36	0:00:54	0:01:30	0:00:40	0:00:54	0:01:34	0:00:44	0:00:54	0:01:38	0:00:42	0:00:53	0:01:35
4		Lijado y limpieza de la superficie exterior e interior de los parantes A, B y estribos lado LH/RH de la cabina.	0:01:30	0:00:31	0:02:01	0:00:40	0:00:28	0:01:08	0:01:25	0:00:38	0:02:03	0:01:27	0:00:33	0:02:00	0:01:05	0:00:34	0:01:39
5		Lijado y limpieza de la superficie exterior e interior de las puertas posteriores lado LH/RH de la cabina.	0:00:46	0:00:41	0:01:27	0:00:35	0:00:38	0:01:13	0:01:11	0:00:32	0:01:43	0:00:59	0:00:35	0:01:34	0:00:40	0:00:36	0:01:17
6		Lijado y limpieza de la superficie exterior de los parantes B, C lado LH/RH de la cabina.	0:00:22	0:00:57	0:01:19	0:01:37	0:00:27	0:02:05	0:00:42	0:00:53	0:01:35	0:00:32	0:00:40	0:01:12	0:01:00	0:00:55	0:01:55
7		Lijado y limpieza de la superficie exterior de la pared posterior de la cabina.	0:00:37	0:00:46	0:01:23	0:00:21	0:00:17	0:00:38	0:00:16	0:00:21	0:00:36	0:00:26	0:00:19	0:00:45	0:00:29	0:00:34	0:01:03
8		Lijado y limpieza de la superficie exterior del techo de la cabina.	0:02:28	0:00:37	0:03:05	0:00:52	0:00:00	0:00:52	0:00:41	0:00:45	0:01:25	0:01:34	0:00:22	0:01:57	0:01:40	0:00:41	0:02:21
9		Limpeza de la superficie interior del compartimiento del motor.	0:00:00	0:01:32	0:01:32	0:00:00	0:02:17	0:02:17	0:00:00	0:01:57	0:01:57	0:00:00	0:02:07	0:02:07	0:00:00	0:01:45	0:01:45
10	MF-3	Verificación de la superficie exterior e interior del capot de la cabina.	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
11		Verificación de la superficie externa del guardafango LH/RH.	0:00:55	0:00:22	0:01:17	0:00:34	0:00:19	0:00:53	0:00:39	0:00:40	0:01:19	0:00:47	0:00:29	0:01:16	0:00:45	0:00:31	0:01:16
12		Verificación de la superficie exterior e interior de la puerta delantera LH/RH.	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
13		Verificación de la superficie exterior de los parantes A, B y estribos LH/RH de la cabina.	0:00:26	0:00:53	0:01:19	0:00:35	0:00:17	0:00:52	0:00:22	0:01:31	0:01:53	0:00:24	0:00:54	0:01:18	0:00:30	0:01:12	0:01:42
14		Verificación de la superficie exterior e interior de la puerta posterior LH/RH de la cabina.	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
15		Verificación de la superficie exterior de los parantes B, C y estribos LH/RH de la cabina.	0:00:00	0:00:40	0:00:40	0:00:00	0:00:30	0:00:30	0:00:00	0:01:03	0:01:03	0:00:00	0:00:47	0:00:47	0:00:00	0:00:52	0:00:52
16		Verificación de la superficie exterior de la pared posterior de la cabina.	0:00:26	0:00:00	0:00:26	0:00:19	0:00:00	0:00:19	0:00:13	0:00:00	0:00:13	0:00:19	0:00:00	0:00:19	0:00:23	0:00:00	0:00:23
17		Verificación de la superficie exterior del techo de la cabina.	0:00:00	0:01:35	0:01:35	0:00:00	0:00:57	0:00:57	0:00:00	0:01:45	0:01:45	0:00:00	0:01:21	0:01:21	0:00:00	0:01:40	0:01:40
18		Verificación de la superficie del piso parte interna LH/RH de la cabina.	0:01:38	0:01:09	0:02:47	0:03:33	0:01:16	0:04:49	0:02:21	0:01:05	0:03:27	0:02:00	0:01:11	0:03:10	0:02:35	0:01:07	0:03:43
19	Transportación de la cabina hacia la compuerta de calidad.	0:00:47	0:00:00	0:00:47	0:00:48	0:00:00	0:00:48	0:01:13	0:00:00	0:01:13	0:01:00	0:00:00	0:01:00	0:00:48	0:00:00	0:00:48	
TOTALES					0:22:25			0:22:29			0:23:27			0:22:44			0:23:40

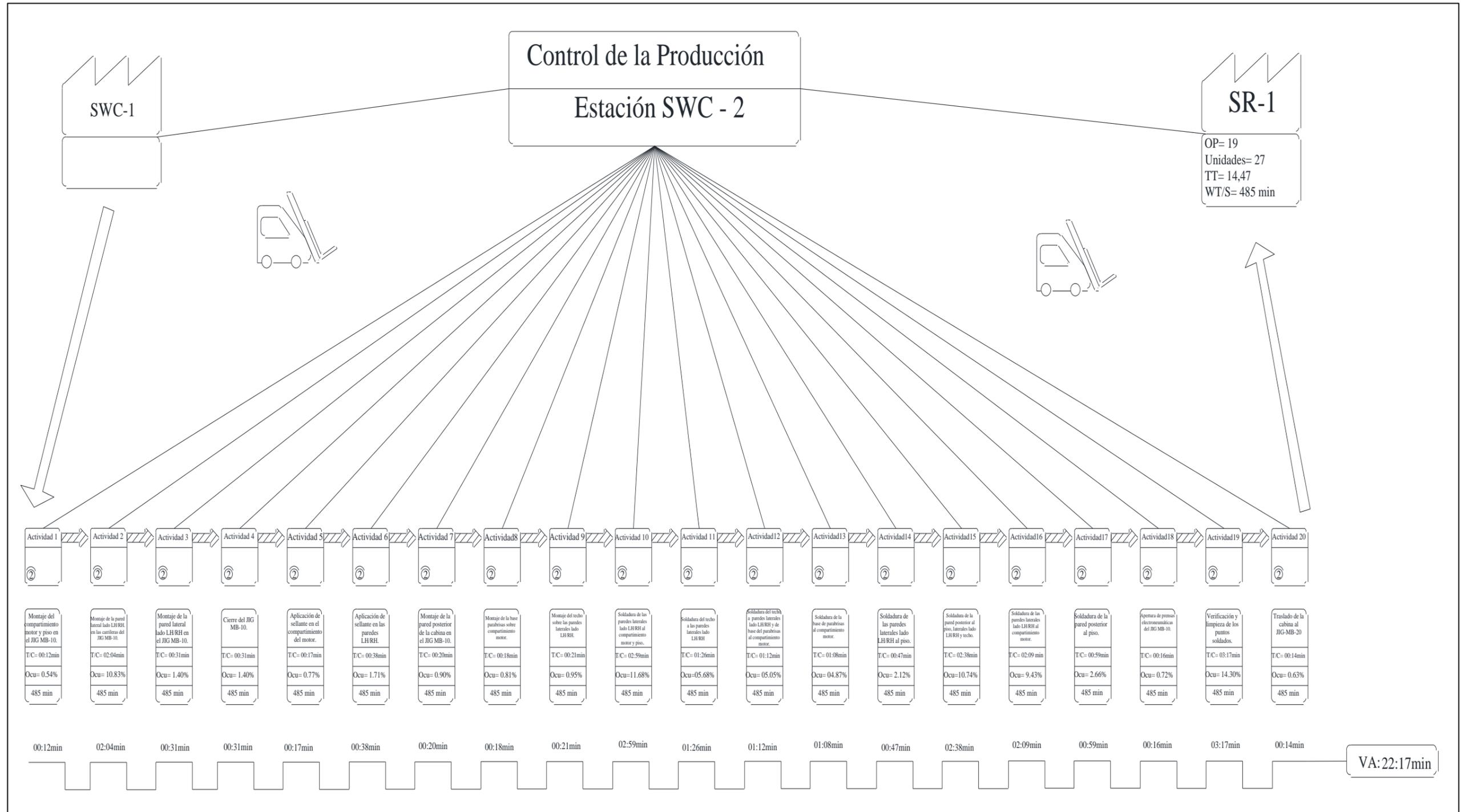
Anexo I: Toma de tiempos estación SEC-1.

N°	Actividades SEC-1	Toma-1			Toma-2			Toma-3			Toma-4			Toma-5		
		RH	LH	Total												
1	Transportación de la cabina hacia la estación de entrega de unidad.	0:03:05	0:00:00	0:03:05	0:03:15	0:00:00	0:03:15	0:03:02	0:00:00	0:03:02	0:03:10	0:00:00	0:03:10	0:03:09	0:00:00	0:03:09
2	Limpieza de la superficie exterior de la cabina LH/RH.	0:01:06	0:00:00	0:01:06	0:00:58	0:00:00	0:00:58	0:01:15	0:00:00	0:01:15	0:01:02	0:00:00	0:01:02	0:01:07	0:00:00	0:01:07
3	Limpieza de la superficie interior de la cabina LH/RH.	0:05:19	0:00:00	0:05:19	0:06:12	0:00:00	0:06:12	0:04:40	0:00:00	0:04:40	0:05:45	0:00:00	0:05:45	0:05:26	0:00:00	0:05:26
4	Limieza de la superficie exterior de la cabina LH/RH.	0:02:03	0:00:31	0:02:34	0:02:45	0:00:51	0:03:35	0:02:00	0:00:51	0:02:51	0:02:24	0:00:41	0:03:05	0:02:22	0:00:41	0:03:03
5	Lipieza del interior de la cabina LH/RH.	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
6	Limpieza del interior de la cabina LH/RH.	0:00:49	0:01:04	0:01:53	0:00:47	0:00:41	0:01:29	0:00:36	0:00:41	0:01:17	0:00:48	0:00:53	0:01:41	0:00:42	0:00:52	0:01:34
7	Limpieza del interior de la cabina LH/RH.	0:01:10	0:02:26	0:03:36	0:01:46	0:01:46	0:03:32	0:01:10	0:02:19	0:03:28	0:01:28	0:02:06	0:03:34	0:01:28	0:02:23	0:03:51
8	Ubicación de la cabina en el punto de elevación. 1era CABINA	0:00:53	0:00:00	0:00:53	0:01:08	0:00:00	0:01:08	0:00:57	0:00:00	0:00:57	0:01:00	0:00:00	0:01:00	0:01:03	0:00:00	0:01:03
9	Montaje de la cabina sobre la plataforma del camión.	0:02:27	0:00:00	0:02:27	0:01:57	0:00:00	0:01:57	0:01:57	0:00:00	0:01:57	0:02:12	0:00:00	0:02:12	0:01:57	0:00:00	0:01:57
10	Ubicación de la cabina en el punto de elevación. 2da CABINA	0:00:56	0:00:00	0:00:56	0:01:05	0:00:00	0:01:05	0:01:07	0:00:00	0:01:07	0:01:01	0:00:00	0:01:01	0:01:06	0:00:00	0:01:06
11	Montaje de la cabina sobre la plataforma del camión.	0:03:17	0:00:00	0:03:17	0:03:37	0:00:00	0:03:37	0:03:44	0:00:00	0:03:44	0:03:27	0:00:00	0:03:27	0:03:41	0:00:00	0:03:41
	TOTALES			0:25:05			0:26:50			0:24:19			0:25:58			0:25:56

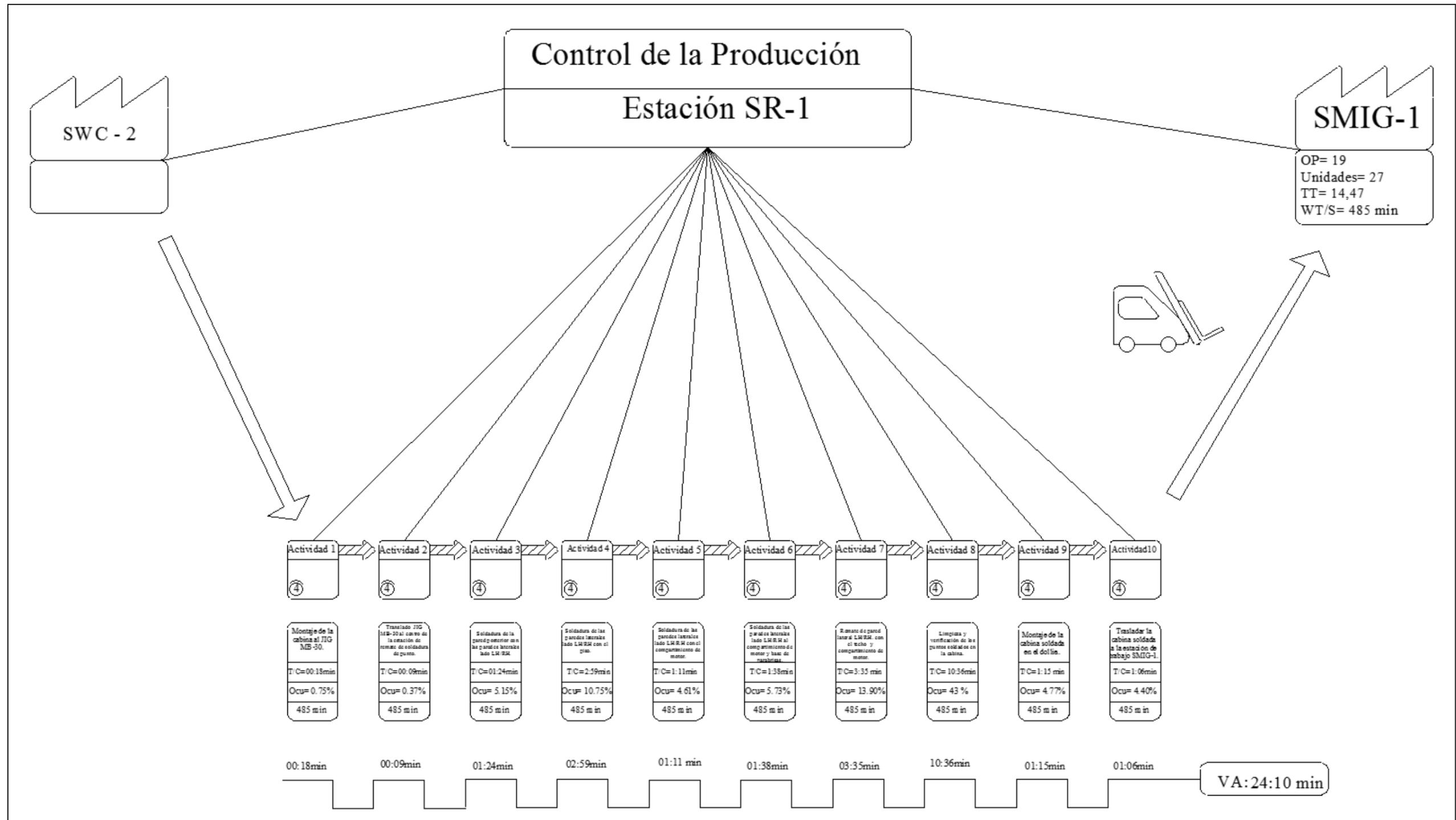
Anexo J: VSM estación SWC-1.



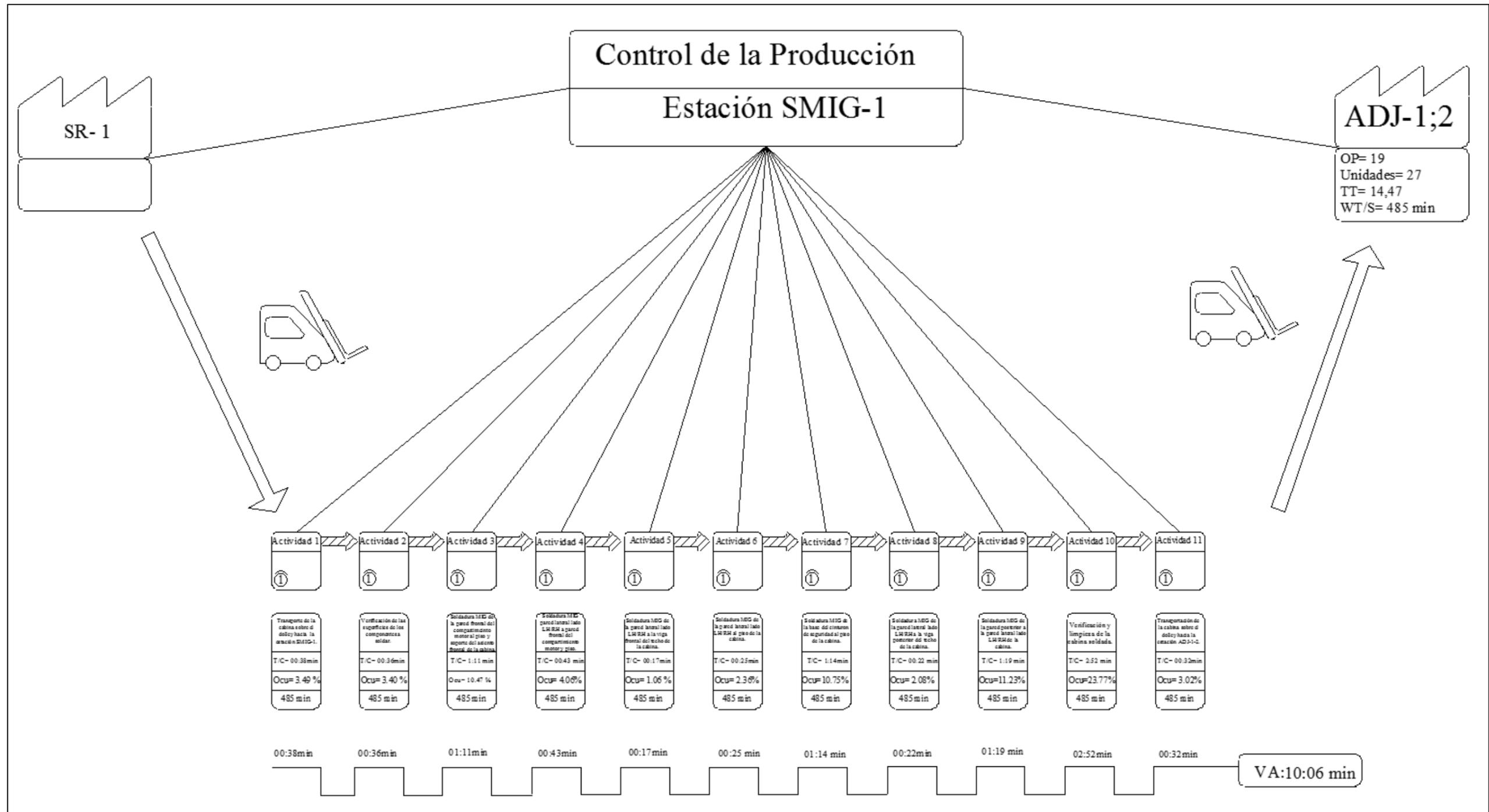
Anexo S: VSM estación SWC-2

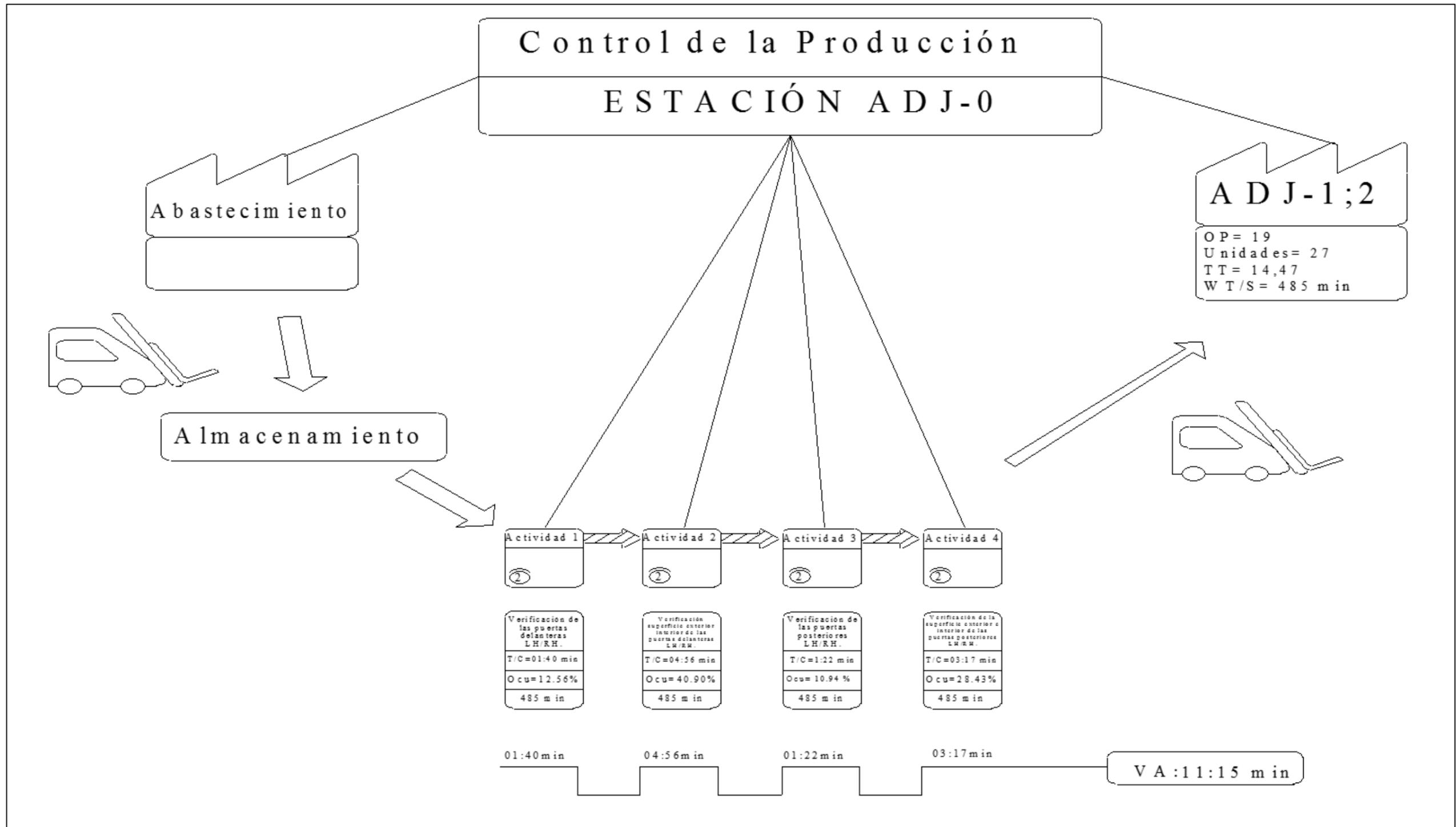


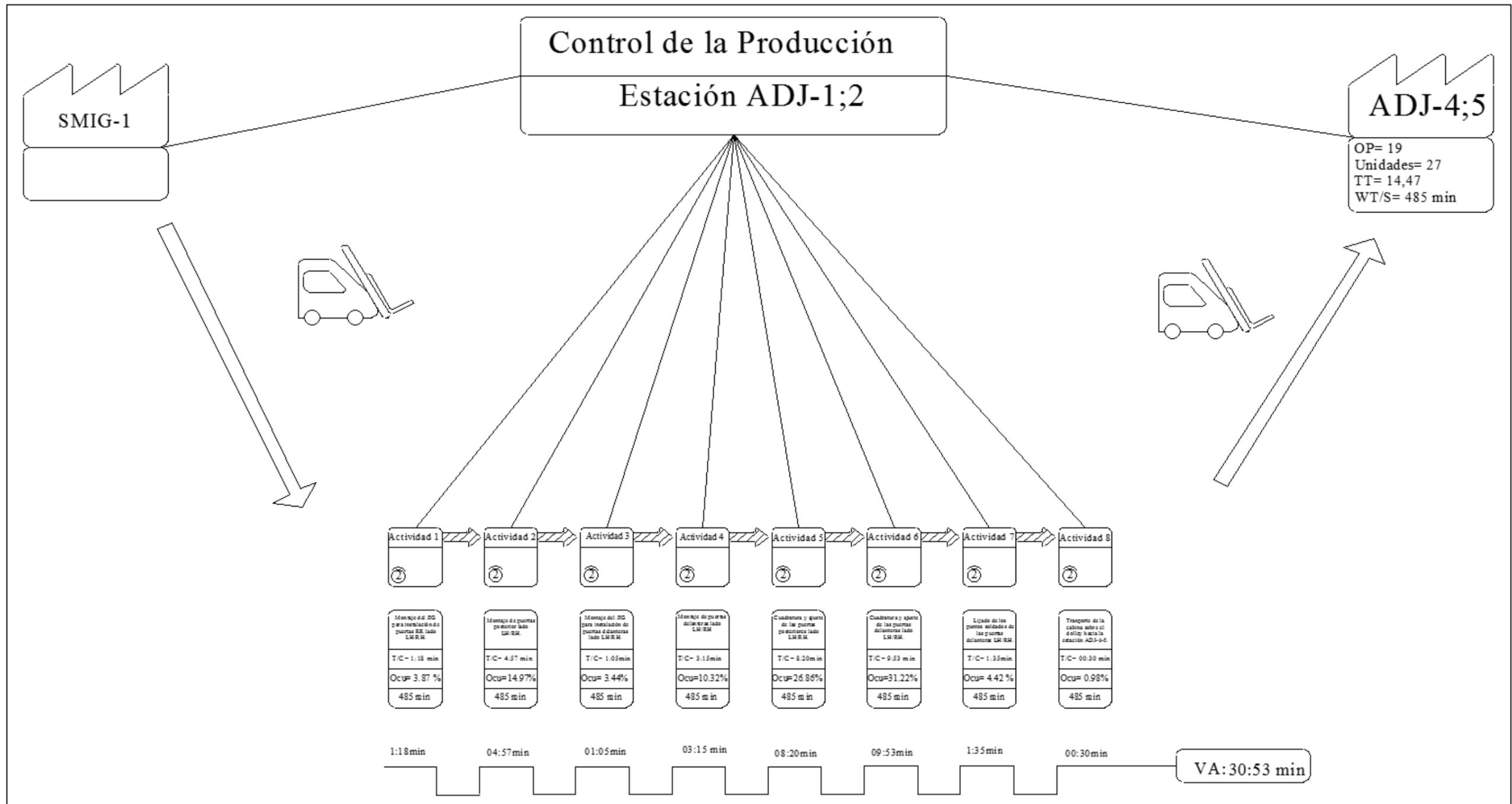
Anexo BB: VSM estación SR-1.

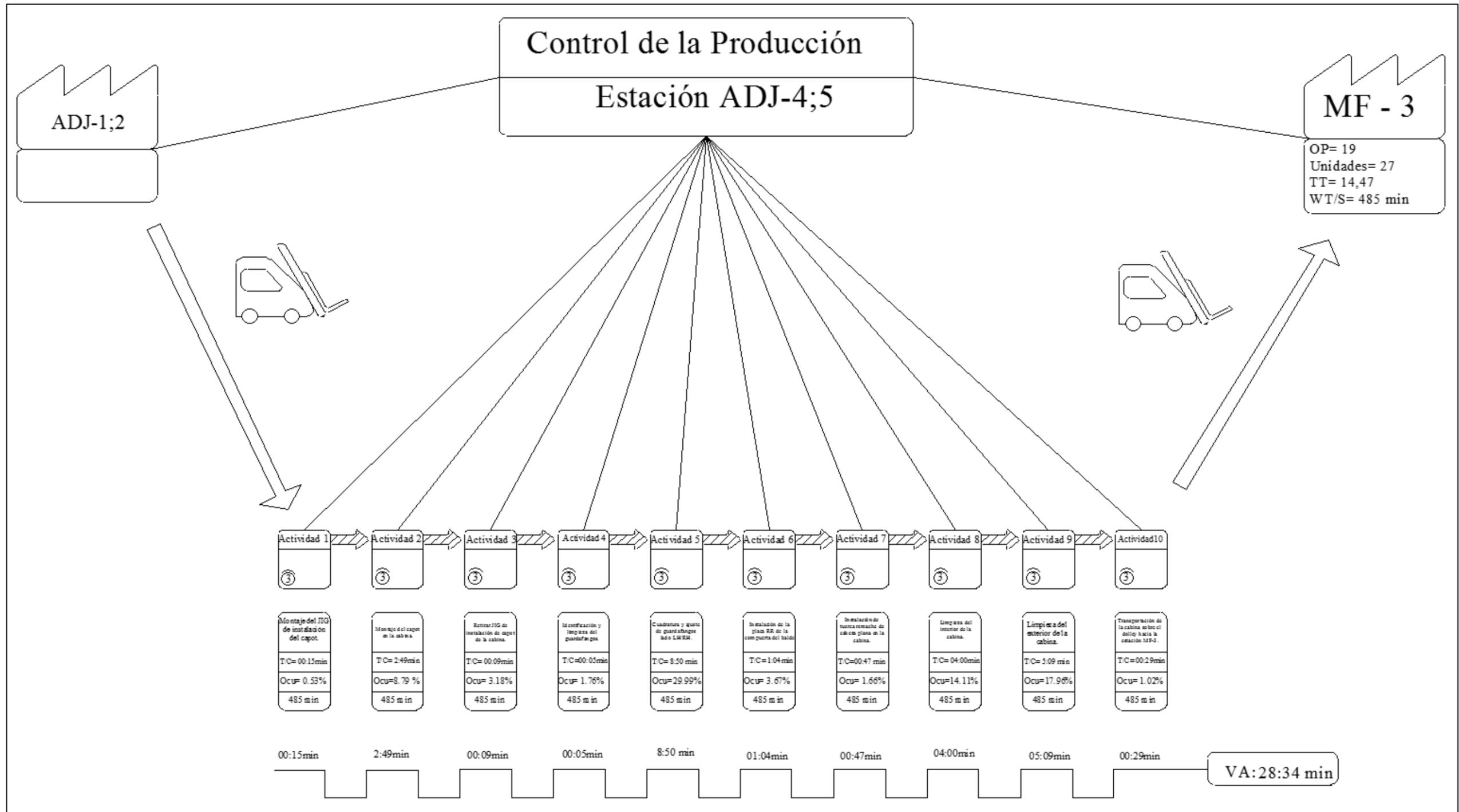


Anexo KK: VSM estación SMIG-1.









Anexo UUU: VSM estación MF-3.

