



Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE
DE RIELES Y CHASIS DE VEHÍCULOS EN LA
EMPRESA METALTRONIC S.A. DE LA CIUDAD
DE QUITO”**

**MATA JÁCOME LUIS MARCELO
SÁNCHEZ ROMERO WALTER FABIÁN**

TESIS DE GRADO

**Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO INDUSTRIAL**

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Junio 25, de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JÁCOME MATA LUIS MARCELO

Titulada:

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE RIELES Y CHASIS
DE VEHÍCULOS EN LA EMPRESA METALTRONIC S.A. DE LA CIUDAD DE
QUITO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Geovanny Novillo Andrade
DECANO FACULTAD DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gloria Miño Cascante
ASESORA DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Junio 25, de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

SÁNCHEZ ROMERO WALTER FABIÁN

Titulada:

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE RIELES Y CHASIS
DE VEHÍCULOS EN LA EMPRESA METALTRONIC S.A. DE LA CIUDAD DE
QUITO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Geovanny Novillo Andrade

DECANO FACULTAD DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gloria Miño Cascante

ASESORA DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JÁCOME MATA LUIS MARCELO

TÍTULO DE LA TESIS: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE RIELES Y CHASIS DE VEHÍCULOS EN LA EMPRESA METALTRONIC S.A. DE LA CIUDAD DE QUITO”

Fecha de Examinación: Junio 25, de 2012

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Gloria Miño Cascante (ASESORA)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: SÁNCHEZ ROMERO WALTER FABIÁN

TÍTULO DE LA TESIS: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE RIELES Y CHASIS DE VEHÍCULOS EN LA EMPRESA METALTRONIC S.A. DE LA CIUDAD DE QUITO”

Fecha de Examinación: Junio 25, de 2012

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Gloria Miño Cascante (ASESORA)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

CERTIFICACIÓN

Ing. VÍCTORMARCELINO FUERTES ALARCÓN, Ing. GLORIA MIÑO CASCANTE, en su orden Director y Asesor del Tribunal de Tesis de Grado desarrollado por los señores Egresados: Mata Jácome Luis Marcelo y Sánchez Romero Walter Fabián.

CERTIFICAN

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Industrial, carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gloria Miño Cascante
ASESORA DE TESIS

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecida en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Luis Marcelo Mata Jácome

f) Walter Fabián Sánchez Romero

DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado de manera muy especial a mis padres, María Romero y Segundo Sánchez, quienes han sido la más grande bendición que he tenido, y aunque no puedo compartir la alegría con mi padre, sé que estará orgulloso ya que compartíamos esta meta de vida.

A mis hermanos quienes han sido una inspiración que necesitaba para no darme por vencido y apoyo en todo el desarrollo de mi carrera.

Walter Fabián Sánchez Romero

Con estas palabras quiero dedicar el cumplimiento de un sueño hecho realidad a mis padres Marcelo y Leonor que me brindaron su valor siempre, para no desmayar en ciertos momentos de mi vida.

Luis Marcelo Mata Jácome

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de manera especial a la Escuela de Ingeniería industrial, por la formación profesional y humanística que nos ha dedicado para ser entes productivos de nuestra sociedad.

A la empresa Metaltronic S.A., en especial al Ingeniero Juan Carlos Escobar, por todo el apoyo brindado para el desarrollo del presente estudio y por todo el conocimiento que ha compartido para continuar mi desarrollo profesional.

Por supuesto a mis padres y hermanos de quienes siempre he tenido un apoyo incondicional.

Y por ultimo a todos mis amigos, compañeros y personas que ayudaron a realizar el desarrollo de la presente tesis, y han sido un apoyo indispensable para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

Walter Fabián Sánchez Romero

Mi profundo agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Mecánica, por todos los conocimientos recibidos durante la vida universitaria, de manera especial a la Escuela de Ingeniería Industrial.

Con sincera gratitud quiero expresar mi reconocimiento al Ing. Juan Carlos Escobar gerente de producción de la empresa Metaltronic S.A. por su valioso asesoramiento para realizar la tesis y la oportunidad brindada.

Luis Marcelo Mata Jácome

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
2. MARCO CONCEPTUAL	4
2.1 Soporte del trabajo estandarizado	4
2.1.1 ¿Para que se implementa el trabajo estándar?	4
2.1.2 ¿Cuándo se utiliza el trabajo estándar?	5
2.2 Las cinco s´	4
2.2.1 Implementación de las cinco s´	6
2.3 Componentes del trabajo estandarizado	8
2.3.1 Takt time	8
2.3.2 Takt time real	8
2.3.3 Tiempo de ciclo	9
2.3.4 Secuencia de trabajo	9
2.4 Etapas del trabajo estandarizado	9
2.4.1 Selección de los procesos para mejoramiento	9
2.4.2 Medición de tiempos	10
2.4.3 Balancear las operaciones (balanceo de línea)	10
2.4.3.1 Gráfica de balanceo de operadores	10
2.4.4 Hoja de trabajo estándar	13
2.4.5 Instrucciones de operación	13
2.5 Estadística de calidad	13
2.5.1 Gestión de la calidad	13

2.6	Distribución de planta	14
2.6.1	Codificación de los puestos de trabajo	14
2.6.2	Tablas de doble entrada	14
2.6.3	Tablas triangulares	15
2.6.3.1	Triangulación de tablas	16
2.6.4	Tabla de resumen de movimientos	17
2.6.5	Diagrama de proximidad	17
2.6.6	Anteproyecto de la distribución	18
2.6.6.1	Superficie necesaria en la planta	18
2.6.6.2	Chitefol	19
2.7	Diagramas de trabajo	19
2.7.1	Diagrama de recorrido	19
2.7.2	Diagrama de flujo	19
2.7.3	Diagrama de análisis del proceso	20
2.8	Registro de tiempos	20
2.8.1	Tiempo tipo	20
2.8.1.1	Determinación del tiempo tipo	20
2.9	Productividad	21
2.10	Costos	21
2.11	Competitividad	22
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE RIELES Y CHASIS DE METALTRONIC S.A.	23
3.1	Metaltronic S.A.	23
3.1.1	Misión	23
3.1.2	Visión	23
3.1.3	Objetivos estratégicos	23
3.1.4	Política de calidad	24
3.1.5	Objetivos de calidad	24
3.1.6	Clientes	24
3.1.7	Productos	24
3.2	Análisis de las 5 s`	24
3.3	Estudio del cumplimiento de trabajo estandarizado	25

3.4	Estadística de calidad	25
3.5	Diagrama de distribución de estaciones de trabajo	26
3.6	Diagramas de trabajo	28
3.6.1	Descripción del proceso productivo	28
3.6.2	Diagrama de flujo	33
3.6.3	Diagrama de análisis de proceso	33
3.6.4	Diagrama de recorrido	48
3.7	Análisis de tiempos de trabajo	48
3.8	Resultados	58
4.	PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE	60
4.1	Propuesta de trabajo estandarizado	60
4.2	Diagramas de trabajo	60
4.2.1	Diagrama de análisis de proceso	60
4.2.2	Diagrama de recorrido	77
4.3	Diagrama de distribución de estaciones de trabajo	77
4.4	Balanceo de líneas de producción	91
4.5	Resultados	95
5.	ANÁLISIS ECONÓMICO - PRODUCTIVO	98
5.1	Indicadores técnicos	98
5.1.1	Indicadores de productividad	98
5.1.2	Índice de productividad	102
5.1.2	Análisis de la producción actual vs producción propuesta	103
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
6.1	Conclusiones	105
6.2	Recomendaciones	106

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Codificación de los puestos de trabajo	14
2	Movimientos en la fabricación del producto A	15
3	Movimientos en la fabricación del producto B	15
4	Resumen de movimientos	17
5	Calculo de la superficie necesaria en la planta	18
6	Codificación actual de los puestos de trabajo y maquinaria lateral lh	26
7	Codificación actual de los puestos de trabajo y maquinaria lateral rh	27
8	Hoja de observación del larguero rhlado derecho	51
9	Tabla de lecturas del cronometro en la operación soldar primer soporte de cabina	56
10	Resumen del cálculo de tiempo tipo de laterales lh y rh	57
11	Tabla de resumen de los tiempos actuales en el ensamble de rieles	58
12	Tabla de resumen de los tiempos actuales en el ensamble de chasis	59
13	Análisis de los cuellos de botella de las estaciones de rieles y chasis	60
14	Resumen del cálculo de tiempo tipo propuesto de laterales lh y rh	76
15	Codificación propuesta de los puestos de trabajo y maquinaria lateral lh	77
16	Codificación propuesta de los puestos de trabajo y maquinaria lateral rh	78
17	Movimientos de ensamble del lateral lh lado derecho	79
18	Movimientos de ensamble del lateral lh lado izquierdo	79
19	Movimientos de ensamble del lateral rh lado derecho	80
20	Movimientos de ensamble del lateral rh lado izquierdo	80
21	Tabla de ponderación de movimientos de los laterales lh	83
22	Tabla de ponderación de movimientos de los laterales rh	84
23	Tabla de resumen de movimientos del lateral lh	86
24	Tabla de resumen de movimientos del lateral rh	87
25	Superficie necesaria en planta lateral lh	90
26	Superficie necesaria en planta lateral rh	90
27	Tabla de resumen de los tiempos propuestos en el ensamble de rieles	95

28	Tabla de resumen de los tiempos propuestos en el ensamble de chasis	96
29	Producción obtenida actual	99
30	Producción obtenida en base a los informes de producción	100
31	Producción obtenida con el método propuesto	100
32	Resumen de los indicadores de productividad	101
33	Resumen de índices de productividad	102
34	Producción actual vs producción propuesta	103

LISTA DE FIGURAS

	Pág.	
1	Proceso de producción	11
2	Gráfica de balanceo de operadores	11
3	Gráfica de balanceo de operadores, estado actual y futuro	12
4	Tabla triangular del producto A	16
5	Tabla triangular del producto B	16
6	Triangulación de los productos A y B	17
7	Diagrama de proximidad	18
8	Símbolos convencionales para representación de actividades	19
9	Diagrama de proximidad actual lateral lh	27
10	Diagrama de proximidad actual lateral rh	28
11	Soldado de tuercas y refuerzos tapa externa del riel posterior	29
12	Distribución de las estaciones de ensamble de tuercas y refuerzos de rieles	29
13	Ensamble de riel posterior	30
14	Distribución de las estaciones de ensamble de riel delantero y posterior	30
15	Ensamble de riel central	31
16	Lateral ensamblado	31
17	Ensamble de los puentes en el chasis	32
18	Remate de la soldadura del chasis	32
19	Nivelado del chasis	33
20	D.A.P actual ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 01	34
21	D.A.P actual ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 02	35
22	D.A.P actual ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 03	36
23	D.A.P actual ensamble de lateral lh operario derecho hoja 01	37
24	D.A.P actual ensamble de lateral lh operario derecho hoja 02	38
25	D.A.P actual ensamble de lateral lh operario derecho hoja 03	39
26	D.A.P actual ensamble de lateral lh operario derecho hoja 04	40
27	D.A.P actual ensamble de lateral rh operario derecho hoja 01	41

28	D.A.P actual ensamble de lateral rh operario derecho hoja 02	42
29	D.A.P actual ensamble de lateral rh operario derecho hoja 03	43
30	D.A.P actual ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 01	44
31	D.A.P actual ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 02	45
32	D.A.P actual ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 03	46
33	D.A.P actual ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 04	47
34	D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 01	61
35	D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 02	62
36	D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 03	63
37	D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario derecho hoja 01	64
38	D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario derecho hoja 02	65
39	D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario derecho hoja 03	66
40	D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario derecho hoja 04	67
41	D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario derecho hoja 01	68
42	D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario derecho hoja 02	69
43	D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario derecho hoja 03	70
44	D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 01	71
45	D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 02	72
46	D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 03	73
47	D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 04	74
48	Tabla triangular del lateral lh lado derecho	81
49	Tabla triangular del lateral lh lado izquierdo	81
50	Tabla triangular del lateral rh lado derecho	82
51	Tabla triangular del lateral rh lado izquierdo	82
52	Tabla triangular del lateral lh	85
53	Tabla triangular del lateral rh	85
54	Diagramas de proximidad teóricos del lateral lh	88
55	Diagramas de proximidad teóricos del lateral rh	88
56	Diagrama de proximidad real del lateral lh	89
57	Diagrama de proximidad real del lateral rh	89
58	Gráfica de balanceo actual del ensamble de chasis	92
59	Gráfica de balanceo propuesta del ensamble de chasis	94
60	Gráfica de balanceo de la línea de ensamble de chasis	97

61	Indicadores de productividad	101
62	Índices de productividad	102
63	Análisis de la producción actual vs producción propuesta	103

LISTA DE ABREVIACIONES

1/cd	Unidad de chasis cabina doble
D.A.P	Diagrama de Análisis del Proceso
DF	Diagrama de Flujo
LH	Derecho
RH	Izquierdo
S.A.	Sociedad Anónima
TCT	Tiempo de Ciclo Total

LISTA DE ANEXOS

- A Chitefol actual de los laterales lh y rh
- B Diagrama de distribución de planta actual
- C Diagrama de flujo actual
- D Diagramas de análisis de proceso actual para el ensamble de rieles
- E Diagramas de análisis de proceso actual para el ensamble de chasis
- F Diagrama de recorrido general del ensamble de rieles y chasis
- G Diagramas de recorrido actuales de las estaciones para el ensamble de rieles
- H Diagramas de recorrido actuales de las estaciones para el ensamble de chasis
- I Hojas de observación y cálculo del tiempo tipo de los laterales lh y rh
- J Diagrama de análisis de proceso propuestos para el ensamble de rieles
- K Diagrama de análisis de proceso propuestos para el ensamble de chasis
- L Diagrama de recorrido general propuesto del ensamble de rieles y chasis
- M Diagramas de recorrido propuestos de estaciones para el ensamble de rieles
- N Diagramas de recorrido propuestos de estaciones para el ensamble de chasis
- O Chitefol propuesto de laterales lh y rh
- P Diagrama de flujo propuesto
- Q Diagrama de distribución de planta propuesto

RESUMEN

En el presente estudio se realizó la Optimización del Proceso de Ensamble de Rieles y Chasis en Vehículos de la Empresa Metaltronic S.A. de la ciudad de Quito, este tiene como finalidad reducir los tiempos y generar la optimización de los recursos utilizados.

Se analizó, mediante el estudio de métodos y tiempos como se desarrolla el proceso de ensamble y la identificación de los cuellos de botella; llegando a obtener los tiempos de ensamble de rieles y chasis. Además, del estudio, se han obtenido datos reales del proceso mismo, buscando como fin la optimización de la producción.

Se desarrolla una propuesta con los diagramas de proceso, con los que se alcanzan mejoras mediante la utilización de tablas de doble entrada, triangulares y el diagrama de proximidad, para así alcanzar una nueva distribución de los puestos de trabajo en los laterales derecho e izquierdo en la producción de chasis. Además; la estandarización de los procesos, la reorganización de sus recursos e implementación de balanceo de líneas de producción, fueron otros de los objetivos, consiguiendo que los procesos de fabricación se lleven de una forma óptima y productiva.

La distribución se acomoda a la mejor circulación de los componentes en los diferentes procesos, reduciendo al mínimo el número de transportes y demoras.

Complementario a este estudio, se determinó índices de productividad basados en la comparación de producción actual versus la propuesta.

Se recomienda aplicar el presente estudio, con el que se conseguirá, tiempos similares en los ciclos de operación, un buen ambiente de trabajo, mayor productividad, generando mayor rentabilidad para la empresa Metaltronic S.A.

ABSTRACT

In the present study The Optimization of the Assembly Process of Rails and Chassis was carried out in the Vehicles of the Enterprise Metaltronic S.A. of Quito city to reduce the times and generate the optimization of the used resources.

The analysis was carried out through the methods and times of the assembly process development and the identification of the bottle necks, obtaining the rail and chassis assembly. Besides the study real process data have been obtained looking for the production optimization.

A proposal with the process diagrams is developed to reach improvements through the use of double entry and triangular tables and the proximity diagram to reach a new distribution of the work places in the right and left sides in the chassis production. Moreover, the process standarization, the organization of resources and the implementation of production lines balancing were other objectives attaining an optimum and productive way of the manufacturing processes.

The distribution is set according to the best circulation of the components in the different processes, reducing to a minimum the number of transports and delays.

Complementary to this study productivity indexes based in the comparison of the actual production versus the proposal were determined.

It is recommended to apply the present study with which it will be possible to attain similar times in the operation cycles, a good work environment and higher productivity generating a higher profitability for the enterprise Metaltronic S.A.

CAPÍTULO I

1.INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Metaltronic S.A. se constituye como una empresa Metalmecánica en Junio de 1972, Inicialmente la empresa se forma con área de máquinas herramientas (torno, fresadora, rectificado, taladro) que fue la base de una línea de producción posterior. En 1976 se incorporaron máquinas de producción como prensas hidráulicas. Al inicio de la década de los ochenta la empresa se vincula con Ómnibus B.B e inicia la producción de componentes para el vehículo Trooper, tales como parachoques, bases de asiento, pisos posteriores, etc. Posteriormente amplía sus relaciones con las demás empresas ensambladoras en su especialidad de fabricar componentes metálicos, estampados y ensamblados como sucede actualmente con su línea de baldes de camioneta LUV D-MAX.

En el 2002 se ensambla el chasis de la camioneta LUV y Vitara que se constituye en el mayor proyecto de fabricación de componentes automotrices desarrollados en el Ecuador; este hecho sentó un hito que marco el futuro de la industria metalmecánica automotriz del país.

Durante el 2004 inician exportaciones de estructuras de asientos y pisos Grand Vitara a Venezuela. En el 2007 participaron en licitaciones globales y creación de alianzas estratégicas. En el 2009 se apuntula la estrategia de diversificación mediante el montaje de una línea de ensamble de motocicletas.

En la actualidad por las exigencias de calidad de sus clientes, evolución de la tecnología; la empresa se encuentra en un proceso de actualización de sus sistemas productivos que le permitan mantenerse competitivos en el mercado.

1.2 Justificación

Metaltronic, S.A. al ser una empresa metalmecánica pionera en la fabricación de auto partes cumple con los requerimientos que demandan sus actuales y potenciales clientes, sin embargo el proceso de ensamblaje de chasis de vehículos ha tenido varios cambios desde su implementación en esta empresa para lo cual ha sido necesario el reacondicionamiento de sus procesos para satisfacer la demanda, con lo que la línea de ensamblaje hace avizorar la necesidad de un análisis actualizado para generar la optimización de los recursos utilizados y mejorar su productividad.

Para el mejoramiento de la línea de ensamblaje de chasis de vehículos se debe realizar un estudio de métodos y tiempos que permitirá conocer cómo se desarrolla el proceso además de identificar los cuellos de botella; posterior a ello se propondrá cambios que permitan establecer un sistema de mejora continua, así como; una mayor eficiencia de la línea de producción.

La industria, para ser competitiva debe producir con eficiencia y calidad; por lo que es imprescindible realizar estudios de tiempos y movimientos, la estandarización de los procesos, la reorganización de sus recursos, implementación de balanceo de líneas de producción y control de los diferentes procesos, de tal forma que se consiga aumentar la productividad, mejorar la calidad del producto y entregar el producto en los tiempos establecidos.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Optimizar el proceso de ensamble de rieles y chasis de vehículos en la empresa Metaltronic S.A. de la ciudad de Quito.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Realizar el estudio de la situación actual del proceso de ensamble de rieles y chasis de vehículos.

Identificar cuellos de botella.

Determinar tiempos tipos de los puestos de trabajo.

Elaborar una propuesta de optimización de la línea de ensamble

Determinar la capacidad de producción de la línea de rieles y chasis.

Balancear la línea de ensamble de rieles y chasis.

CAPÍTULO II

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Soporte del trabajo estandarizado

El trabajo estandarizado define de la manera más eficiente los métodos de trabajo para lograr la mejor calidad y los costos más bajos. Para entender el trabajo estandarizado no hace falta más que observar (midiendo) el trabajo de los operadores. El trabajo estándar se compone de tres elementos:

- Tiempo takt (rapidez de demanda)
- Secuencia estándar de las operaciones
- Inventario estándar en proceso.

2.1.1 *¿Para que se implementa el trabajo estándar?* Al estandarizar las operaciones se establece la línea base para evaluar y administrar los procesos y evaluar su desempeño, lo cual será el fundamento de las mejoras. La documentación del trabajo estándar sirve para lo siguiente:

- Asegura que la secuencia de las acciones del operador sea repetible
- Apoya el control visual, creando así un ambiente para detectar anomalías fácilmente
- Ofrece una ayuda para comparar la documentación con los procesos actuales.
- Es una herramienta para iniciar acciones de mejora.
- Facilita el método de documentación de las mejoras.
- Establece un banco invaluable de información que se puede consultar cuando es necesario.
- Ayuda a mantener un alto nivel en repetitividad
- Asegura operaciones más seguras y efectivas.

- Mejora la productividad
- Ayuda al balanceo de los tiempos de ciclo de todas las operaciones de acuerdo con el ciclo del tiempo takt (rapidez de demanda)

2.1.2 ¿Cuándo se utiliza el trabajo estándar? La documentación de las operaciones estándar se utiliza desde que se obtiene información relevante de los procesos como los tiempos de operaciones, cuando se requiere conocer la secuencia de las operaciones y su relación con el tiempo takt (rapidez de la demanda) y una vez que se ha mejorado el proceso para documentar los nuevos métodos establecidos y para capacitar al personal en su nuevo puesto.

Cuando se realiza un proceso de mejora, se prepara la documentación estándar y se utiliza en las diferentes etapas para tener los procesos y sus mejoras documentados.

2.2 Las cinco s [1]

Las 5'S ayudan a identificar desperdicios para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra incrementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios en el largo plazo.

Seiri (Seleccionar) Consiste en retirar de nuestro lugar todos los artículos que no son necesarios.

Seiton (Organizar) Consiste en ordenar los artículos que necesitamos para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y regreso al mismo lugar después de usarla.

Seiso (Limpiar) Consiste básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar, siempre con la idea en mente de que al limpiar, también estamos inspeccionando lo que limpiamos.

Seiketsu (Estandarizar) Consiste en lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se ejecuten consistentemente y de

manera regular para asegurar que la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo.

Shitsuke (Seguimiento) Consiste en convertir en un hábito de las 5's manteniendo correctamente los procesos mediante el compromiso de todos, así como participando en los proyectos Kaizen que resultan de las necesidades de mejora surgida en el lugar de trabajo.

2.2.1 Implementación de las cinco s [2]

Etapa 1. Seleccionar

Asigne un grupo líder o grupo guía para esta fase. Este grupo será responsable, entre otras cosas, de fotografiar las áreas designadas y generar una evaluación inicial de todas las áreas.

Seleccionar es retirar del lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios, así que en esta etapa debe eliminar todo aquello que no necesita o no sabe si realmente lo necesita. Al seleccionar, tome en cuenta todos los objetivos que no se han utilizado y no se utilizarán en el futuro, y retiremos para liberar espacio.

Etapa 2. Ordenar

En esta etapa debemos ordenar los artículos que seleccionamos como necesarios en nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y regreso al mismo lugar después de usarla. Para ello necesitamos:

- Dividir nuestra área de trabajo en partes manejables y fácilmente identificables.
- Generar una guía de ubicaciones.
- Establecer sitios para cada objeto.
- Hacer las siluetas o delimitar con colores las posiciones de objetos en las áreas designadas.

Es conveniente establecer áreas específicas, marcadas o señaladas para colocar cada objeto. De esta manera, no los colocaremos en lugares que no los corresponden. Al llevar a cabo esta etapa, considere designar lugares específicos como anaqueles, cajones, etc.

Etapa 3. Limpiar

Limpiar es básicamente eliminar la suciedad, tomando en cuenta que al hacer limpieza también estamos inspeccionando. Así podemos descubrir problemas potenciales antes de que se conviertan en críticos.

Proceso de limpieza

- Diseñar el programa de limpieza.
- Establecer la disciplina.
- Asignar responsables de las actividades de limpieza.
- Definir su frecuencia y cuando se deben llevar a cabo.

Etapa 4. Estandarizar

Estandarizar es lograr que los procedimientos, prácticas y actividades se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo.

En esta etapa se recomienda:

- Integrar las actividades de 5'S en el trabajo regular.
- Evaluar los resultados.

Etapa 5. Seguimiento

Seguimiento es convertir en un hábito las actividades de las 5'S manteniendo correctamente los procesos generados a través del compromiso de todos.

En esta etapa se recomienda:

- Hacer campañas de promoción a lo que se ha ganado.
- Organizar visitas a las instalaciones.
- Proporcionar capacitación continua.

- Realizar juntas de seguimiento.
- Realizar presentaciones de proyectos.

2.3 Componentes del trabajo estandarizado

2.3.1 Takt time[3]. El cliente es quien marca el ritmo, decide la manera y forma en la que se le entregaran los productos o servicios que desea; por lo tanto, de la información que se tenga de la demanda del cliente, se debe determinar el takt time, o el ritmo de producción que marca el cliente. “TAKT” es una palabra en alemán que significa “ritmo”.

Producir con el takt time significa que los ritmos de producción y de ventas están sincronizados, que es una de las metas de *Lean Manufacturing*.

Como se calcula el Takt Time.

El Takt time se calcula dividiendo el tiempo de producción disponible (o el tiempo disponible de trabajo por turno) entre la cantidad total requerida (o la demanda del cliente por turno). Se calcula en unidades de tiempo, siendo los segundos los más utilizados.

$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{\mathit{Tiempo\ de\ produccion\ disponible}}{\mathit{Cantidad\ Total\ requerida}} \text{ o } \frac{\mathit{Tiempo\ de\ trabajo\ por\ turno}}{\mathit{Demanda\ del\ cliente\ por\ turno}}$$

$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{\mathit{Tiempo}}{\mathit{Volumen}}$$

2.3.2 Takt time real. El Takt Time real es el tiempo de producción disponible real, se toman en cuenta las pérdidas de tiempos debido a diferentes circunstancias como por ejemplo: las demoras, paros de líneas (paradas no planificadas), a diferencia del takt time (tiempo ideal) en donde no se toma en cuenta estas variables que afectan directamente a la disponibilidad del tiempo para la fabricación de productos.

$$\mathbf{Takt\ time\ real} = \mathbf{Takt\ Time} - \mathit{Paradas\ no\ planificadas}$$

2.3.3Tiempo de ciclo[4].Es la cantidad de tiempo requerida para completar el proceso sea este manual o automático, que se compone por las operaciones, los transportes, las esperas, etc.

2.3.4Secuencia de trabajo.Es la secuencia lógica de pasos a seguir de acuerdo a un diagrama de flujo de operaciones, que tienen como finalidad ser la guía para que el operador cumpla con el proceso de producción.

2.4 Etapas del trabajo estandarizado[5]

Para el desarrollo del trabajo estandarizado se debe cumplir las siguientes etapas:

- Seleccionar un proceso específico o una operación de un proceso para el mejoramiento.
- Realizar las mediciones de tiempo correspondientes
- Balancear las operaciones (Balanceo de línea)
- Calcular la capacidad de operación
- Diseñar o documentar la secuencia optimizada de la capacidad de operación.
- Dibujar el proceso (hoja de trabajo estándar)
- Documentar las instrucciones de operación.

2.4.1Selección de los procesos para mejoramiento.Los procesos seleccionados deben ser aquellos en los cuales la gerencia y/o los clientes no estén satisfechos. Uno o más de los siguientes síntomas le da la razón para seleccionar un proceso para mejoramiento:

- Problemas y/o quejas de los clientes externos.
- Problemas y/o quejas de los clientes internos.
- Procesos de alto costo.
- Procesos con tiempo de ciclos prolongados.
- Dirección de la gerencia con base en el interés de un gerente que desea aplicar la metodología o involucrar un área que, de lo contrario, no se comprometería.

La selección de estos procesos críticos es una de las responsabilidades más relevantes. Al seleccionar el proceso sobre el cual se va a trabajar, existen cinco aspectos que deben tenerse en cuenta:

- ⤴ Impacto en el cliente: ¿Cuan importante es el cliente?
- ⤴ Índice del cambio: ¿Puede usted arreglarlo?
- ⤴ Condición de rendimiento: ¿Cuan deteriorado se encuentra?
- ⤴ Impacto sobre la empresa: ¿Qué importancia tiene la empresa?
- ⤴ Impacto sobre el trabajo: ¿Cuales son los recursos disponibles?

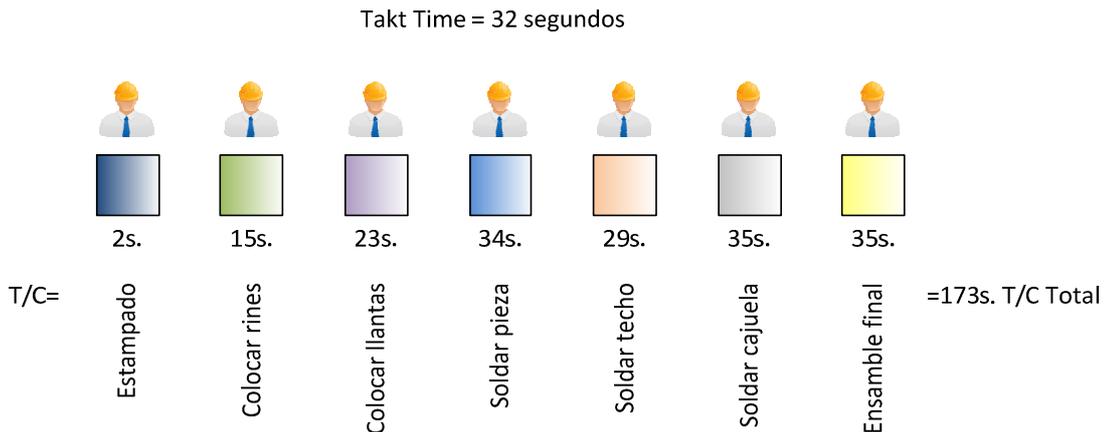
2.4.2 Medición de tiempos. En la medición de los tiempos se identifica el momento en que inicia un elemento del trabajo, así como el momento en que termina. Se mide cada elemento de trabajo y se establece los tiempos estándar para cada operación del proceso.

2.4.3 Balancear las operaciones (balanceo de línea)[5]. Típicamente, algunas operaciones toman más tiempo que otras, dejando a los operadores sin nada que hacer mientras esperan la siguiente parte. Por otro lado, algunas operaciones tal vez necesiten más de un operador. El balanceo de la línea es un proceso a través del cual, con el tiempo, se van distribuyendo los elementos del trabajo dentro del proceso en orden, para que alcancen el takt time. El balanceo de línea ayuda a la optimización del uso de personal. Al balancear la carga de trabajo, se evita que algunos trabajen de más y que otros no hagan nada. Considerando que la demanda del consumidor fluctuó, cambie el takt time y, entonces, rebalancee la línea cada vez que esto ocurra.

2.4.3.1 Gráfica de balanceo de operadores. El balanceo de línea inicia con el análisis del estado actual del proceso. La mejor herramienta para esta actividad es la gráfica de balanceo de operadores (*Operator Balance Chart*). Es una representación de los elementos de trabajo, el tiempo requerido y los operadores de cada estación. Se usa para mostrar las oportunidades de mejora visualizando cada tiempo de operación en relación con el takt time y el tiempo de ciclo total. Los pasos para crear una gráfica del balanceo de operadores son los siguientes:

1. Determinar el tiempo de ciclo actual y los elementos de trabajo asignados. Por ejemplo, considere el siguiente proceso, en donde se tienen 7 operaciones (estampado, colocar rines, colocar llantas, soldar pieza, soldar techo, soldar cajuela, ensamble final), 7 operadores, un takt time de 32 segundos y un tiempo de ciclo total de 173 segundos.

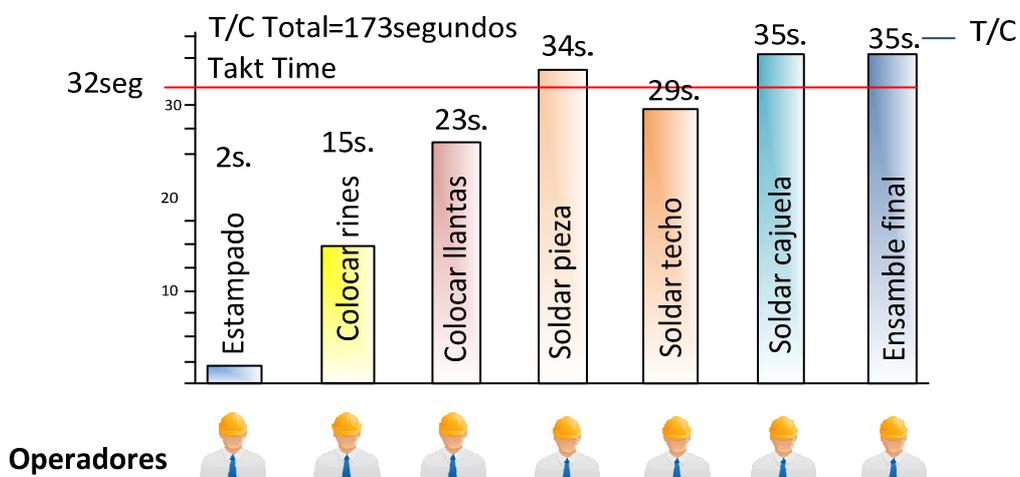
Figura 1. Proceso de producción.



Fuente. Villaseñor Alberto (Manual de Lean Manufacturing) 2007

2. Crear una gráfica de barra que dé una mejor representación de las condiciones (Figura 2). La gráfica del estado actual muestra claramente que varias barras sobrepasan el valor del takt time, y además, existe un desbalanceo entre las operaciones.

Figura 2. Gráfica de balanceo de operadores.



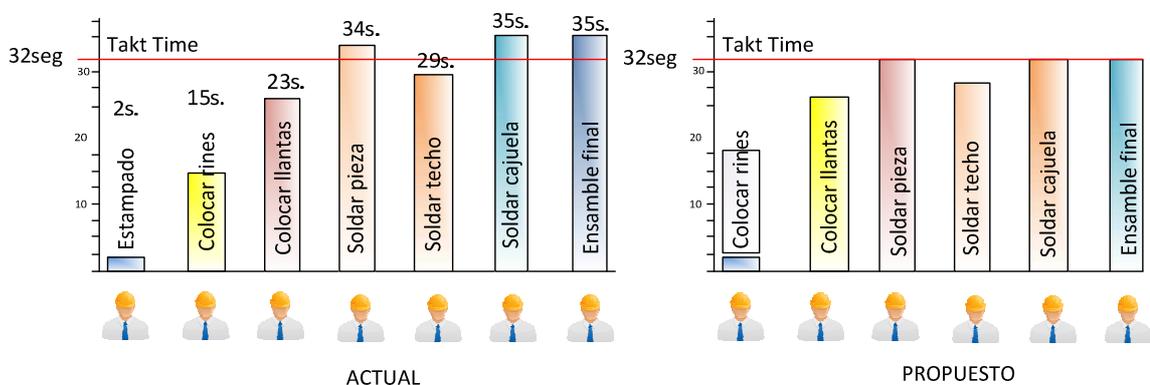
Fuente. Villaseñor Alberto (Manual de Lean Manufacturing) 2007

3. Para determinar el número de operadores se necesita dividir el tiempo de ciclo total del producto entre el takt time.

$$\text{Numero de operadores necesarios} = 173 \text{ seg (TCT)} / 32 \text{ seg. (Takt time)} = 5.40$$

Se requieren de 5.4 personas, lo cual quiere decir que se cuenta con más del número necesario de operarios, ya que se requieren seis para que puedan manejar el proceso. Este hecho representa un problema, pero también un área de oportunidad para mejorar el proceso. Si se eliminara el suficiente desperdicio en el proceso, se lograría hacer todo con seis operadores; además se mantendría el costo de trabajo directo por parte y no se requería de otra persona. Según el pensamiento esbelto, cuando se saca el número de operadores y el decimal obtenido tiene un valor que es menor o igual a 0.5 (en este caso, 0.4) es un buen indicador, ya que se podrá trabajar para eliminar el operador de más y disminuir los desperdicios. En el proceso de mejora, cada uno de estos operadores debe decir que es lo que requieren para hacer una parte dentro de los 32 segundos. Entonces, el tiempo de ciclo total debe ser menor o igual a 173 segundos. La solución debe ser la combinación de operaciones, por ejemplo estampado y colocar rines y dejar las demás estaciones de trabajo como están. Aquí se reparten las operaciones con el fin de que los operadores logren un tiempo de ciclo de 32 segundos, el cual está dentro del takt time. (Figura 3)

Figura 3. Gráfica de balanceo de operadores, estado actual y futuro.



Fuente. Villaseñor Alberto (Manual de Lean Manufacturing) 2007

2.4.4*Hoja de trabajo estándar.* Presenta el diseño del proceso (layout) con el operador y el flujo del material, para establecer los movimientos más eficientes de acuerdo con las operaciones estáticas y dinámicas; se pueden observar las distancias; y, en general se analizan las operaciones en grupo.

2.4.5*Instrucciones de operación.* Estas instrucciones deben ser elaboradas por los líderes de equipo y operadores de manera que cada paso del proceso se entienda adecuadamente y que cualquier operador entienda rápida y claramente cada paso de su operación. La generación de instructivos fortalece la estandarización de los procesos porque con ayudas visuales puede darse a entender cualquier proceso.

Para la creación de los instructivos del proceso se recomienda que participen operadores, ingenieros y personal de calidad y de recursos humanos para que, en equipo, consideren todos los aspectos pertinentes en el desarrollo del proceso.

2.5 Estadística de calidad

2.5.1*Gestión de la calidad total*[7]. La calidad puede definirse como el conjunto de características que posee un producto o servicio obtenidos en un sistema productivo, así como su capacidad de satisfacción de los requerimientos del usuario.

La correcta gestión de todos los aspectos relacionados con la calidad supone la planificación, diseño y desarrollo de productos y procesos en el marco de una organización y gestión de los recursos humanos para la calidad, así como la adecuada implantación y control de la calidad y su certificación final. Cuando se mencionan las expectativas de los clientes, no tan solo se refieren a aquellas necesidades definidas de forma explícita por el cliente, sino a todas aquellas que potencialmente puedan satisfacerse.

Como consecuencia de la calidad se produce un incremento de la productividad, se reducen costos y aumentan los beneficios. Aunque la obtención de la calidad represente por sí misma una inversión determinada, pero con la calidad no solo se obtiene beneficios económicos, también se consigue el aumento de prestigio de la empresa, la satisfacción de los clientes, la imagen de la marca, etc.

2.6 Distribución de planta [8]

Es La ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento d materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller.

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.

2.6.1 Codificación de los puestos de trabajo. Se relacionan, numerándolos, todos los puestos de trabajo y las maquinas con que están equipados, incluyendo también los lugares de espera, etc., como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Codificación de los puestos de trabajo

Numero	Maquina
1	Vibrador V-1
2	Trituradora T-5
3	Cribadora C-3
4	Cortadora C-4
5	Vibrador V-2
6	Trituradora T-7
7	Mezclador M-2
8	Vibrador V-3
	Etc.

Fuente. Fuertes Marcelino (apuntes de Ingeniería de plantas)

2.6.2 Tablas de doble entrada. Se forma un cuadro de doble entrada, en el que se habrán puesto los números correspondientes a cada puesto de trabajo, tanto en las cabeceras de las filas como en las de las columnas. Y se cuenta las veces que va cada material o semielaborado de un lugar a otro, anotándolo en la casilla correspondiente.

Tabla 2. Movimientos en la fabricación del producto A

De	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	19	0	8	0	0	0	13	7	1	0	30	
2	22	-	5	0	7	0	14	20	22	15	0	16	
3	20	0	-	7	0	8	0	14	7	0	9	4	
4	3	8	0	-	0	0	4	0	0	0	0	9	
5	1	0	5	0	-	0	0	0	0	0	0	3	
6	6	60	12	0	0	-	0	0	0	0	2	7	
7	20	1	0	5	0	0	-	3	0	0	0	6	
8	12	1	5	0	4	0	2	-	0	1	5	8	
9	0	2	0	0	0	0	0	0	-	0	0	22	
10	0	8	5	0	4	0	0	10	0	-	0	12	
11	4	0	0	8	0	0	6	0	0	0	-	15	
12	0	30	0	2	0	0	60	0	0	20	0	-	

Fuente. Fuertes Marcelino (apuntes de Ingeniería de plantas)

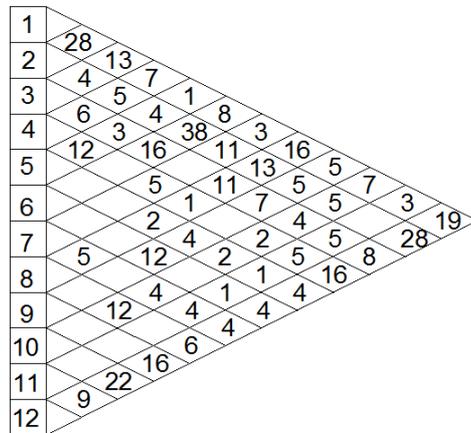
Tabla 3. Movimientos en la fabricación del producto B

De	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	16	5	3	3	15	0	3	4	10	1	4	
2	3	-	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	
3	2	0	-	3	0	10	2	0	10	0	1	19	
4	1	0	5	-	20	0	0	3	0	6	0	16	
5	0	0	0	40	-	0	0	0	15	0	4	6	
6	5	4	12	0	0	-	0	0	40	0	0	1	
7	7	0	0	0	0	0	-	6	0	15	0	4	
8	1	0	0	2	0	0	2	-	0	20	0	6	
9	1	0	5	0	5	20	0	0	-	0	0	2	
10	20	0	0	4	0	0	5	10	0	-	0	10	
11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	0	
12	2	0	11	30	3	0	2	2	10	5	0	-	

Fuente. Fuertes Marcelino (apuntes de Ingeniería de plantas)

2.6.3 Tablas triangulares. Se forman tablas triangulares de cada producto, con la suma de los movimientos en los dos sentidos entre cada puesto de trabajo.

Figura 6. Triangulación de los productos A y B



Fuente. Fuertes Marcelino (apuntes de Ingeniería de plantas)

2.6.4 *Tabla de resumen de movimientos.* Se realiza una tabla resumen, ordenado de mayor a menor el numero de movimientos.

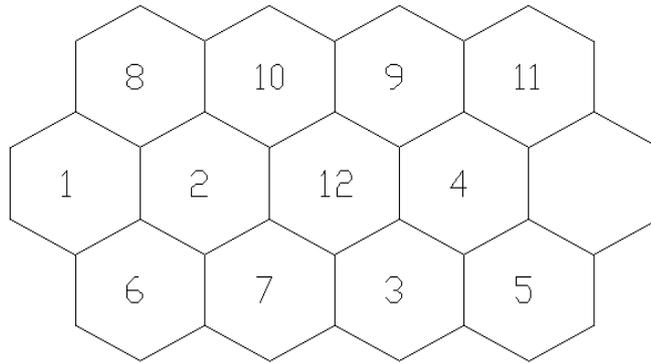
Tabla 4. Resumen de movimientos

RELACIONES	MOVIMIENTOS	%
7-12	41	7.8
2-6	38	7.2
1-2	28	5.4
2-12	28	5.4
3-6	25	5.3
4-7	24	4.8
10-12	22	4.3
etc.	etc.	etc.

Fuente. Fuertes Marcelino (apuntes de Ingeniería de plantas)

2.6.5 *Diagrama de proximidad.* Se inicia un primer planteamiento de los puestos de trabajo, empleando hexágonos que representara cada uno de los puestos de trabajo. En este primer tanteo, se procura dejar en contacto los hexágonos que representen los puestos de trabajo que tengan los mayores movimientos de relación entre ellos. Se hace un croquis de esta primera distribución, y siempre teniendo en cuenta la tabla anterior, se hacen varias combinaciones de situaciones de los puestos de trabajo.

Figura 7. Diagrama de proximidad



Fuente. Fuertes Marcelino (apuntes de Ingeniería de plantas)

A la vista de los croquis, se elige en principio la distribución que represente el menor recorrido total de los materiales y semifabricados.

2.6.6 Anteproyecto de la distribución. Una vez bosquejada la situación relativa de los puestos de trabajo, vamos a situarlos realmente. Para esto es necesario conocer: la superficie necesaria en la planta

2.6.6.1 Superficie necesaria en la planta. Para calcular la superficie necesaria en planta, se calcula primero la superficie necesaria por cada puesto de trabajo, teniendo en cuenta que no solo es necesario espacio para la máquina y el operario, sino para los elementos auxiliares, como armario para guardar los accesorios de la máquina, estantes para dejar las piezas, etc.

Tabla 5. Cálculo de la superficie necesaria en la planta

Máquina o puesto de trabajo	Dimensiones			Superficie Necesaria		
	Alto (1)	Ancho (2)	Largo (3)	Máquina (4)=(2)x(3)	Operario y mesas (5)	Total (6)=(4)+(5)
1	1.50	0.50	3.50	1.75m ²	2.00m ²	3.75m ²
2	1.60	0.50	3.00	1.50m ²	3.00m ²	4.50m ²

Fuente. Fuertes Marcelino (apuntes de Ingeniería de plantas)

2.6.6.2 Chitefol. Las plantas en su distribución pueden adoptar varias formas que podremos recordar con el vocablo CHITEFOL, cada letra es una forma de planta. En forma de C, de H, de I (una nave recta), de F, de E, de T, de O (rectangular) y de L.

2.7 Diagramas de trabajo

Estos diagramas son representaciones gráficas del método de trabajo que se va a utilizar para el desarrollo de la producción dentro de una empresa. Las actividades están representadas por símbolos que se describen a continuación:

Figura 8. Símbolos convencionales para representación de actividades

SÍMBOLO					
ACTIVIDAD	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje

Fuente. Autores

2.7.1 Diagrama de recorrido. Es un esquema de distribución de planta en un plano bidimensional o tridimensional a escala que muestra dónde se realizan todas las actividades que aparecen en el Diagrama de Análisis del Proceso. La ruta de los movimientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente y numerada de acuerdo con el Diagrama de Análisis del Proceso.

2.7.2 Diagrama de flujo[9]. Un Diagrama de Flujo es una representación gráfica de los pasos en un proceso, útil para determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado. El resultado puede ser un producto, un servicio, información o una combinación de los tres.

Al examinar cómo los diferentes pasos en un proceso se relacionan entre sí, se puede descubrir con frecuencia las fuentes de problemas potenciales. Con frecuencia este nivel de detalle no es necesario, pero cuando se necesita, el equipo completo normalmente desarrollará una versión de arriba hacia abajo; luego grupos de trabajo más pequeños pueden agregar niveles de detalle según sea necesario durante el proyecto.

2.7.3 Diagrama de análisis del proceso. Los diagramas de análisis del proceso son representaciones gráficas, mediante los símbolos convencionales ya conocidos, de todas las acciones de *operación, transporte, inspección, demora y almacenaje*, que tienen lugar en el desarrollo de un trabajo, incluyendo los tiempos requeridos para cada acción y las distancias recorridas.

2.8 Registro de tiempos [10]

En la actualidad, el estudio de tiempos con cronometro es el método de medida del trabajo que se emplea con mayor frecuencia se basa en realizar registro de los ciclos de trabajo o de las operaciones para determinar un tiempo medio necesario para ejecutar dichas actividades. El estudio de tiempos se utiliza para medir el trabajo y su resultado es el tiempo en minutos.

2.8.1 Tiempo tipo. Es el tiempo que necesitara una persona adecuada a la tarea, e instruida en el método específico, para ejecutar dicha tarea si trabaja a una marcha normal.

2.8.1.1 Determinación del tiempo tipo. Para determinar el tiempo tipo de una operación, es necesario seguir los siguientes pasos:

- a) Obtener y registrar información sobre la operación y, operario que se estudia, (Determinar o conocer el paso del operario a cronometrar)
- b) Dividir la operación en elementos y anotar una descripción completa del método.
- c) Observar y registrar el tiempo empleado por el operario.
- d) Determinar el número de ciclos que deben cronometrarse.
- e) Valorar la actuación del operario.
- f) Comprobar que se han cronometrado un número suficiente de ciclos.
- g) Determinar los suplementos.
- h) Determinar el tiempo tipo para la operación.

2.9Productividad [11]

La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida, expresado matemáticamente como:

$$P = \text{producción/recursos}$$

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad. Y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios.

2.10Costos [12]

El coste o costo es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio. Todo proceso de producción de un bien supone el consumo o desgaste de una serie de factores productivos, el concepto de coste está íntimamente ligado al sacrificio incurrido para producir ese bien. Todo coste conlleva un componente de subjetividad que toda valoración supone.

El conocimiento de los costos es útil para determinar la eficiencia con que se trabaja, precisar el momento en que es recomendable cambiar una determinada máquina, analizar alternativas de manejo, reconocer la incidencia que una determinada práctica, así como la modificación del sistema comercial o de la operatoria sobre la distribución de los costos, analizar a través de los años como evolucionan los principales variables que inciden en la economía de una planta de acopio, comparar plantas entre sí, etc..

2.11 Competitividad [13]

La competitividad es la capacidad que tiene una empresa o país de obtener rentabilidad en el mercado en relación a sus competidores. La competitividad depende de la relación entre el valor y la cantidad del producto ofrecido y los insumos necesarios para obtenerlo (productividad), y la productividad de los otros oferentes del mercado. El concepto de competitividad se puede aplicar tanto a una empresa como a un país.

Por ejemplo, una empresa será muy competitiva si es capaz de obtener una rentabilidad elevada debido a que utiliza técnicas de producción más eficientes que las de sus competidores, que le permiten obtener ya sea más cantidad y/o calidad de productos o servicios, o tener costos de producción menores por unidad de producto.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE RIELES Y CHASIS DE METALTRONIC S.A.

3.1 Metaltronic S.A.[14]

Metaltronic S.A. es una empresa metalmecánica especializada en procesos de corte, estampado, soldadura MAG, ensambles, soldadura de punto con equipos estáticos y móviles, además de la fabricación de herramientas con máquinas de control numérico que se realiza en el taller de máquinas herramientas con diseños propios desarrollados en el Departamento de Ingeniería.

La empresa Metaltronic S.A. está ubicada en Ecuador, ciudad de Quito, en las calles: Panamericana Norte Km. 5 ½ Calle N69 Lote E3-90, contactos telefónicos: 2480350 - 2480386 - 2480366 - 2800050 -2800041 – 2800043, telefax: 2473321, casilla: 1703-522 y su correo electrónico: metaltronic@metaltronic.com

3.1.1 Misión. Metaltronic S.A. es una empresa industrial metalmecánica que tiene como misión fundamental la producción, ensamblaje y entrega JIT de componentes para vehículos, bajo estándares de calidad y óptimas condiciones competitivas, con el respaldo de un grupo humano especializado.

3.1.2 Visión. La visión de Metaltronic S.A. es ser líder a nivel internacional en la fabricación y ensamble de autopartes metálicas, mediante alianzas estratégicas con empresas de calidad internacional, contando con personal capacitado y emprendedor, participando en negocios que maximicen el valor de la empresa.

3.1.3 Objetivos estratégicos. Los principales objetivos estratégicos que tiene la empresa son: el aumentar la rentabilidad sobre ventas y sobre la inversión, fortalecer la confianza

de nuestros clientes en la calidad de nuestra empresa, diversificar nuestros productos y nuestros mercados y aumentar continuamente la satisfacción del personal.

3.1.4 Política de calidad. Cumplir con los requisitos y expectativas de nuestros clientes, a través de la entrega de partes estampadas y conjuntos armados de calidad, mediante la mejora continua de nuestros procesos, contando para ello con gente capacitada y comprometida con el desarrollo de la organización.

3.1.5 Objetivos de calidad. Metaltronic S.A. tiene como objetivos: el incrementar continuamente la satisfacción de nuestros clientes, incrementar las sugerencias de mejora en nuestra organización y difundir la cultura de calidad en toda la organización.

3.1.6 Clientes. Metaltronic cuenta con una amplia cartera de clientes entre los cuales se pueden destacar a *GENERAL MOTORS-OMNIBUS BB.-* parachoques, piso, panel frontal de camioneta I-190 y chasis Grand Vitara y Luv I-190, *DOMIZIL.-* bases y espaldares Grand Vitara, *GENERAL MOTORS VENEZUELA.-* Pisos Grand Vitara 3P, pisos Grand Vitara 5P, *LEAR.-* Base y Espaldar Grand Vitara, *ELASTO.-* Parrilla Grand Vitara 3P, *ALFAMETAL.-* Equipo para manejo de materiales, *AYMESA.-* Servicio JIT, *MARESA.-* Piezas metálicas estampadas.

3.1.7 Productos. Metaltronic s.a. es generador de los siguientes productos ensamblados: ensamble baldes I-190 para modelos cabina simple y cabina doble, ensamble chasis de vehículos modelos 4x4 y 4x2 para modelos cabina simple y cabina doble; ensamble rieles; ensamble piso de vehículos aplicado a los modelos piso delantero, piso posterior 3 y 5 puertas; parachoques y ensambles que incluye al piso posterior, piso delantero, piano y *side sillframe*.

3.2 Análisis de las 5 s'

Etapa 1. Seleccionar. En el análisis de las estaciones de la línea de ensamble de rieles y chasis se pudo evidenciar que en los puesto de trabajo se encuentran las herramientas y elementos necesarios, los cuales han pasado por un proceso de selección.

Etapa 2. Ordenar. Se constato que se encuentran establecidos los lugares para las herramientas y materiales de cada estación de trabajo, los mismos que por la falta de etiquetas de identificación producen demoras al tomar los componentes.

Etapa3. Limpiar. La limpieza de las estaciones de trabajo se las realiza al final de cada turno, la cual es responsabilidad de todos los operadores de la línea de ensamble, esta actividad es supervisada por el líder de equipo.

Etapa 4. Estandarizar. Actualmente la línea de ensamble de rieles y chasis se cumple con esta etapa, los procedimientos de las cinco s se realiza de manera regular.

Etapa 5. Seguimiento. El seguimiento realizado por los responsables de la línea de ensamble es ineficiente, debido a que no se realizan capacitaciones continuas. La inconstancia del líder de equipo en el desarrollo de los procesos de ensamble provoca inconformidades de los productos de parte del área de calidad.

3.3 Estudio del cumplimiento de trabajo estandarizado

Para el análisis del cumplimiento del trabajo estandarizado es necesario estudiar dos aspectos relevantes de la estandarización como son los procesos y tiempos. Actualmente en la línea no cumplen con el trabajo estandarizado vigente, debido al desarrollo de nuevos métodos de trabajo aportados por los operarios, mediante la experiencia adquirida en las líneas de ensamble. Estos métodos han sido adquiridos e implementados en forma empírica.

La falta de cumplimiento del trabajo estandarizado da como resultado la variación de tiempos de cada operario en procesos similares, debido a metodologías adoptadas.

3.4 Estadística de calidad

Dentro de la empresa se maneja una política de mejora continua, por lo cual la correcta gestión de todos los aspectos relacionados con la calidad supone un incremento en la productividad. Esto se puede lograr mediante la estandarización de los métodos de trabajo en las líneas de ensamble con lo cual aseguramos la repetitividad de productos

de calidad, es decir en toda mejora que se realice en un proceso se debe tener muy en cuenta el factor calidad que afecta directamente a nuestra demanda.

3.5 Diagrama de distribución de estaciones de trabajo

Se realizó el diagrama de la ordenación física de los elementos industriales aplicada actualmente en la línea de ensamblaje, incluyen los espacios necesarios para el manejo y almacenamiento de los materiales, también los equipos utilizados en el proceso. Para realizar esta diagramación se realizó las siguientes actividades:

Se realizó la codificación de los puestos de trabajo y de la maquinaria utilizada en la línea, correspondientes al ensamble del lateral LH y RH correspondientemente.

Tabla 6. Codificación actual de los puestos de trabajo y maquinaria lateral lh

Codificación de los puestos de trabajo y maquinaria	
Número	Detalle
1	Soporte posterior de ballesta, primer soporte de balde y soporte de amortiguador posterior
2	Soporte de tope suspensión, tercer soporte de cabina y tercero de balde
3	Soporte de cañería combustible y soporte lateral
4	Soporte inferior de ballesta, cuarto soporte de cabina y segundo soporte de balde
5	Válvulas del jig central
6	Riel central, posterior y delantero
7	jig parte posterior derecha
8	jig parte central derecha
9	jig parte delantera derecha
10	Almacenamiento RH
11	Espera
12	Jig parte posterior izquierdo
13	Jig parte central izquierdo
14	Jig parte delantera izquierdo
15	Válvulas del jig posterior
16	Segundo soporte de cabina, soporte inferior de mesa
17	Soporte lateral, soporte superior de masa
18	Primer soporte de cabina, soporte motor
19	Soporte parrachoque, soporte de amortiguador delantero
20	Almacenamiento LH

Fuente. Autores

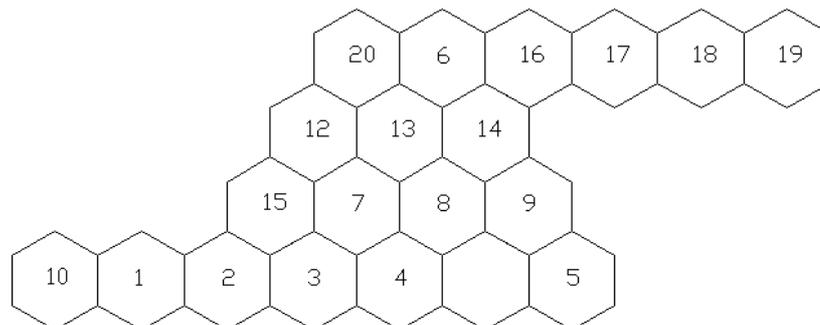
Tabla 7. Codificación actual de los puestos de trabajo y maquinaria lateral rh

Codificación de los puestos de trabajo y maquinaria	
Número	Detalle
1	Soporte posterior de ballesta, cuarto soporte de cabina
2	Tercer soporte de balde
3	Soporte de amortiguador posterior, soporte tope de suspensión
4	Soporte delantero de ballesta, segundo soporte de balde, tercer soporte de cabina
5	Válvulas del jig central
6	Riel central, posterior y delantero
7	jigo parte posterior derecha
8	jig parte central derecha
9	jig parte delantera derecha
10	Almacenamiento RH
11	Soldadora
12	Jig parte posterior izquierdo
13	Jig parte central izquierdo
14	Jig parte delantera izquierdo
15	Válvulas del jig posterior
16	Segundo soporte de cabina, soporte inferior de mesa
17	Soporte lateral, soporte superior de masa
18	Primer soporte de cabina, soporte motor
19	Soporte parrachoque, soporte de amortiguador delantero
20	Almacenamiento RH

Fuente. Autores

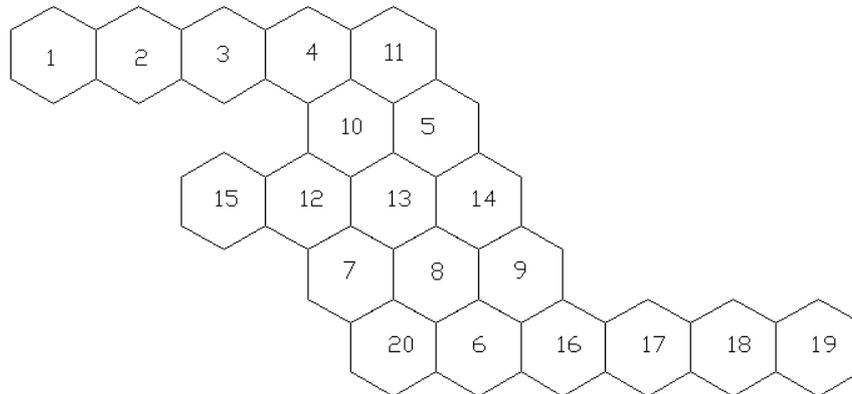
Se representan la distribución actual mediante hexágonos que representan a cada puesto de trabajo.

Figura 9. Diagrama de proximidad actual lateral lh



Fuente. Autores

Figura 10. Diagrama de proximidad actual lateral rh



Fuente. Autores

Las plantas en su distribución pueden adoptar varias formas que podremos recordar con el vocablo CHITEFOL, cada letra es una forma de planta. En forma de C, de H, de I (una nave recta), de F, de E, de T, de O (rectangular) y de L. se graficó el chitefol actual de la línea de ensamble. El chitefol Actual LH y RH se muestran en el Anexo A. El diagrama de distribución de planta actual se muestra en el Anexo B

3.6 Diagramas de trabajo

3.6.1 Descripción del proceso productivo. La secuencia de las actividades a realizarse para el ensamblaje de rieles y chasis inicia por el ensamblaje de los rieles que son los proveedores para el ensamblaje de chasis.

1. *Soldado de las tuercas y refuerzos.* En esta fase del proceso se posicionan y sueldan las tuercas y los refuerzos, los cuales le dan la resistencia al chasis y sirven para el acoplamiento de los demás componentes, se realizan en las tapas interna y externa de los rieles delantero y posterior tanto LH como RH.

Las actividades se las realiza en las cuatro estaciones que se encuentran diseñadas para cada tipo de riel como se observa en la figura 12.

Figura 11. Soldado de tuercas y refuerzos tapa externa del riel posterior



Fuente. Autores

Figura 12.
estaciones de

JIG
POSTERIOR RH

JIG
DELANTERO RH

JIG
DELANTERO LH

JIG
POSTERIOR LH

ensamble de los
posterior se realiza
indica en la figura

Distribución de las
ensamble de tuercas y

de
apas
de a
de
el
rieles delantero y
cuatro estaciones como se
13.

El riel central se ensambla en el jig que se encuentra al final de la línea de ensamble como se indica en la figura 15.

Figura 13. Ensamble de riel posterior



Fuente. Autores

Figura 14.
estaciones de

Distribución de las
estaciones de ensamble de riel



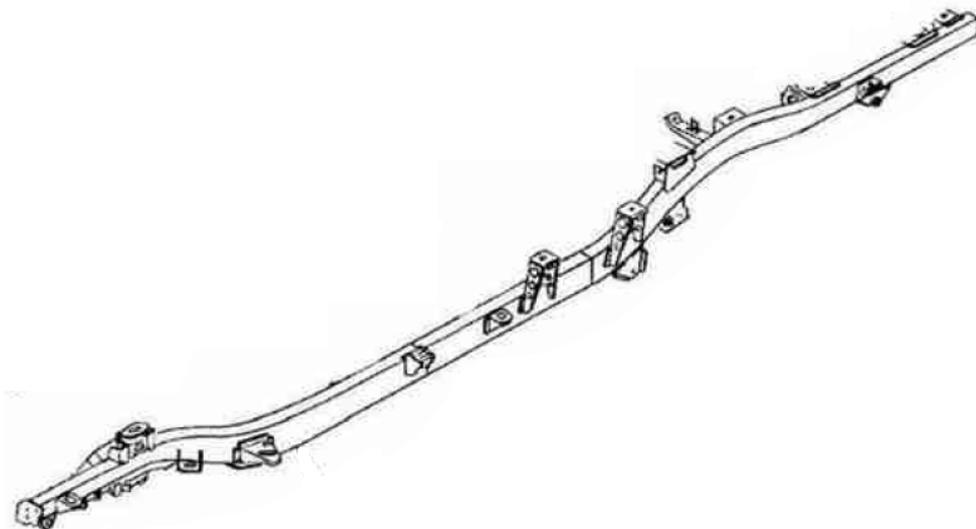
Figura 15. Ensamble de riel central



Fuente. Autores

3. *Ensamble de laterales.* El chasis está formado por dos laterales un Lh y Rh, en esta estación se ensamblan los tres rieles delantero, central y posterior luego se incorporan los soportes para formar el lateral.

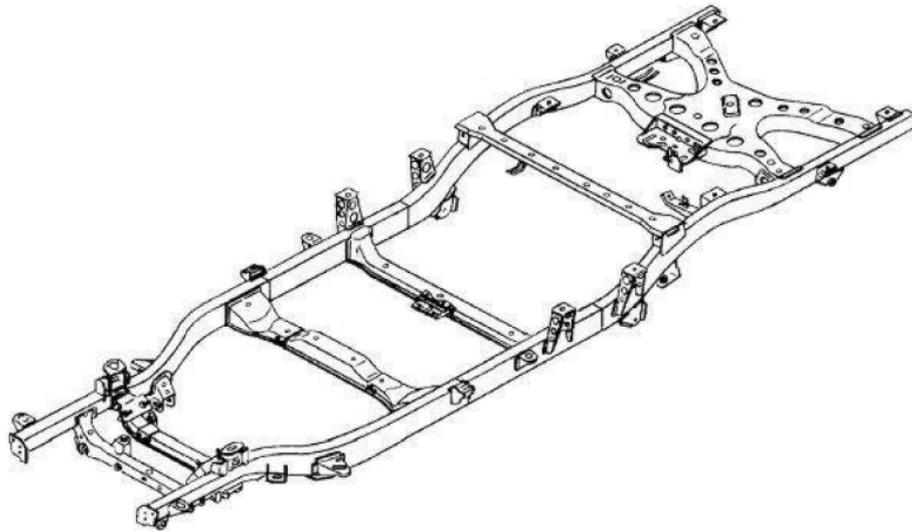
Figura 16. Lateral ensamblado



Fuente. Autores

4. *Ensamble de puentes.* En esta fase se unen los laterales izquierdo y derecho mediante los puentes que son otros componentes del chasis, en esta estación el chasis ya tiene su forma final ya que se han acoplado la mayoría de los componentes.

Figura 17. Ensamble de los puentes en el chasis



Fuente. Autores

5. *Remate de los componentes.* En esta fase se completan los cordones de soldadura de los componentes del chasis soldado en las estaciones anteriores.

Figura 18. Remate de la soldadura del chasis



Fuente. Autores

6. *Nivelado del chasis*. Este proceso se lo realiza luego de haber terminado el ensamble del chasis, en esta fase se realiza el balanceo de la forma del chasis que ha sido deformado por los procesos de ensamble en los cuales se trabaja a una alta temperatura.

Figura 19. Nivelado del chasis



Fuente. Autores

3.6.2*Diagrama de flujo*. En el diagrama de flujo se describe los pasos a seguir para el ensamblaje de rieles y chasis, la secuencia a seguir para la obtención del producto terminado que es el chasis. Se puede observar en el AnexoC el proceso de ensamble de rieles y chasis.

3.6.3*Diagrama de análisis de proceso*. Luego de haber identificado los pasos para el proceso de ensamble a un nivel macro (Diagrama de Flujo), en el diagrama de análisis de proceso mediante los símbolos convencionales: *operación*, *transporte*, *inspección*, *demora* y *almacenaje* se describen la secuencia de acciones a seguir en cada estación de ensamble incluyendo la distancia de los recorridos y los tiempos requeridos para el desarrollo de las actividades ver AnexoD y E.

Para efectos de ejemplificación se considera presentar los más relevantes como son los diagramas de análisis de proceso de las estaciones de ensamble de laterales tanto LH como RH.

Figura 20. D.A.P actual ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 01

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado izquierdo				Estudio N° 1	Hoja N° 1		
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado					Comentario			
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
	3,2		5				Transportarse del almacenamiento al soporte paracho y primero de cabina.	
		0,5				1/cd	Tomar del rack el soporte parachoque y primer soporte de cabina.	
	1,65		2			1/cd	Llevar del rack el soporte parachoque y primero de cabina al jig delantero LH.	
		2				1/cd	Posicionar soporte parachoque y primer soporte de cabina en el jig.	
	2,1		4				Transportarse del jig al rack soporte inferior,superior,lateral y 2do de cabina.	
		5				1/cd	Tomar del rack el soporte inferior, superior , lateral y segundo de cabina.	
	2		3,5			1/cd	Llevar del rack el soporte inferior, superior , lateral y 2do de cabina al jig delantero LH.	
		8				1/cd	Posicionar soporte inferior y superior de mesa en el jig.	
	0,9		2				Transportarse del jig delantero LH al rack riel delantero LH.	
		3				1	Tomar riel delantero LH.	
	0,9		3			1	Llevar del rack el riel delantero LH al jig delantero LH.	
		6				1	Posicionar riel delantero LH en el jig	
					6		Espera al operador RH.	
		6				1/cd	Tomar y posicionar soporte lateral y segundo soporte de cabina en el jig.	
	2,85		5				Transportarse del jig delantero LH a la soldadora.	
		11				1	Tomar soldadora y soldar tercer soporte de cabina en el jig central LH.	
	3,38		6				Transportarse del tercero de cabina al soporte de amortiguador del. y de motor.	
		2				1/cd	Tomar el soporte de amortiguador delantero y de motor del rack.	
	2		4			1/cd	Llevar del rack el soporte de amortiguador delantero y de motor al jig central LH.	
		6				1/cd	Posicionar el soporte de amortiguador delantero y de motor.	
					4		Demora por dificultad.	
	4		7				Transportarse a la soldadora.	
		5					Tomar soldadora y puntear riel delantera con central en el jig.	
					10		Espera al operador que llegue a golpear.	
	2,3		4				Transportarse del jig central LH al soporte del parachoque del jig delantero LH.	
		15				1	Soldar soporte de parachoque.	
TOTAL	24,58	69,5	44,5	0	26	0		

Fuente. Autores

Figura 21. D.A.Pactual ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 02

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado izquierdo					Estudio N° 1	Hoja N° 2	
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/> Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>						Comentario		
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
					2			Falta de calibrar parámetros en la soldadora.
		12					1	Soldar primer soporte de cabina.
		13					1	Soldar soporte de amortiguador delantero.
					2		1	Dificultad al soldar.
	1		2					Transportarse del amortiguador delantero al soporte superior de mesa.
		8					1	Soldar soporte superior de masa.
		12					1	Soldar soporte inferior de mesa.
	1		2					Transportarse del soporte inferior de mesa al segundo soporte de cabina.
		24					1	Soldar segundo soporte de cabina.
	0,8		1,6					Transportarse del 2do cabina a la unión entre riel delantera y central del jig.
		17					1	Soldar unión entre riel delantera y central.
	0,4		1					Transportarse de la unión del riel al tercer soporte de cabina.
		11					1	Soldar tercer soporte de cabina.
					2			Dificultad al soldar.
	0,7		1,4					Transportarse del tercero de cabina a la unión entre riel posterior y central.
		16					1	Soldar unión entre riel posterior y central.
	0,3		0,6					Transportarse de la unión al cuarto soporte de cabina.
		11					1	Soldar cuarto soporte de cabina.
		18					1	Soldar soporte delantero de ballesta.
	0,8		1,6					Transportarse del delantero de ballesta al sop de tope de suspensión posterior.
		11					1	Soldar soporte de tope de suspensión posterior.
	0,3		0,6					Transportarse del soporte de tope suspensión a de amortiguador posterior.
		8					1	Soldar soporte de amortiguador posterior.
	0,5		1					Transportarse del soporte de amortiguador poste al tercer de balde.
		13					1	Soldar tercer soporte de balde.
	2		4					Transportarse del tercer soporte de balde a las válvulas.
TOTAL	32,38	243,5	60,3	22	32			

Fuente. Autores

Figura 22. D.A.P actual ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 03

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado izquierdo				Estudio N° 1	Hoja N° 3		
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado						Comentario		
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia	TIEMPO (Seg)					Unidades	Descripción del proceso
	(m)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	consideradas	
		6						Abrir todas las válvulas accionadas.
	7		10					Marcado y inspección de soldadura de los elementos soldados en el jig.
				45				Marcado y inspección de soldadura de los elementos soldados.
	3		6					Transportarse al jig central LH.
		8						Elevar lateral marcado.
								Espera que operador derecho termine sus operaciones.
SUB. TOTAL	42,38	257,5	76,3	45	32			
TOTAL	42,38	415						

Símbolos:	Nombre:	Numero:	Distancia (m)	Tiempo (h)
	Operación	27		257,5
	Transporte	23	42,38	76,3
	Control de calidad	1		45
	Demora	7		32
	Almacenaje	2		
Total:		60	42,38	415

Fuente. Autores

Figura 23. D.A.Pactual ensamble de lateral lh operario derecho hoja 01

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado derecho CD			Estudio N° 1	Hoja N° 1			
Departamento: Producción	Operario: Derecho		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado					Comentario			
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
	0,55		1					Transportarse del almacenamiento al rack del soporte posterior de ballesta.
		2					1	Tomar soporte posterior de ballesta del rack.
	0,55		1				1	Llevar del rack el soporte posterior de ballesta al jig posterior RH.
		5					1	Posicionar soporte posterior de ballesta en el jig.
					2			Esperar que el operario LH levante el lateral.
	2,6		3					Transportarse del jig de ballesta al de tope suspensión e inferior de ballesta.
		2					1/cd	Tomar soporte de tope suspensión e inferior de ballesta del rack.
	1		2				1/cd	Llevar del rack el soporte de tope suspensión e inferior de ballesta al jig.
		7					1/cd	Posicionar soporte de tope suspensión e inferior de ballesta.
					3			Forma de posicionar el soporte de tope suspensión.
	0,7		0,9					Transportarse del tope suspensión al tercer soporte de cabina LH.
		1					1	Tomar tercer soporte de cabina LH.
	1,7		3				1	Llevar del rack el tercer soporte de cabina LH al jig central LH.
		1					1	Posicionar tercer soporte de cabina LH en el jig.
	1,25		2,2					Transportarse del tercer soporte de cabina a las válvulas del jig central.
		3						Setear jig central.
	9,5		8					Transportarse de las válvulas del jig central al riel central.
		2					1	Tomar el riel central.
	0,9		2				1	Llevar del rack el riel central al jig.
		2					1	Posicionar riel central en el jig.
					4			Dificultad al poner riel central.
	1,2		2					Transportarse del jig central al rack del riel posterior.
		2,5					1	Tomar el riel posterior del rack.
	2,6		3,5				1	Llevar del rack el riel posterior al jig posterior LH.
		3					1	Posicionar riel posterior.
					7			Dificultad al posicionar el riel posterior.
TOTAL	22,55	30,5	25,6	0	16			

Fuente. Autores

Figura 24. D.A.P actual ensamble de lateral lh operario derecho hoja 02

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado derecho CD			Estudio N° 1	Hoja N° 2			
Departamento: Producción	Operario: Derecho		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado					Comentario			
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
	4		5				Transportarse del jig posterior LH al jig del soporte de ballesta inferior.	
		4					Posicionar pin en el soporte de ballesta inferior.	
	0,7		1,3				Transportarse del soporte de ballesta al cuarto soporte de cabina.	
		0,5				1	Tomar cuarto soporte de cabina del rack.	
	0,65		1,2			1	Llevar del rack el cuarto soporte de cabina al jig.	
		1				1	Posicionar cuarto soporte de cabina en el jig	
	1,35		2				Transportarse del cuarto de cabina al tercer y segundo soporte de balde.	
		1				1/cd	Tomar del rack el tercer y segundo soporte de balde.	
	1,1		2			1/cd	Llevar del rack el tercer y segundo soporte de balde al jig .	
		2				1/cd	Posicionar tercer y segundo soporte de balde en el jig.	
	1,4		2,2				Transportarse del tercer cabina al de cañería y tanque de combustible.	
		1				1/cd	Tomar soporte de cañería y tanque de combustible.	
	0,9		1,8			1/cd	Llevar del rack el soporte de cañería y tanque de combustible al jig posterior RH.	
		3				1/cd	Posicionar soporte de cañería y tanque de combustible en el jig.	
	1		1,8				Transportarse de la cañería al rack del primer soporte de balde.	
		0,5				1	Tomar primer soporte de balde.	
	1,8		3			1	Llevar del rack el primer soporte de balde al jig.	
		1				1	Posicionar primer soporte de balde en el jig.	
	2		4				Transportarse del primer soporte de balde a las válvulas del jig central.	
		7					Setear jig central	
					3		Espera que el operario LH termine su actividad.	
	3		5				Inspección de los soportes.	
				12		1/cd	Inspección de los soportes.	
	1,4		2,2				Transportarse a la máquina de soldadura.	
		2				1/cd	Tomar antorcha de soldadura y soporte de amortiguador posterior.	
	0,5		1			1	Llevar soporte de amortiguador.	
		4				1	Posicionar soporte de amortiguador en el jig.	
TOTAL	42,55	57,5	57,1	12	19			

Fuente. Autores

Figura 25. D.A.P actual ensamble de lateral lh operario derecho hoja 03

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado derecho CD				Estudio N° 1	Hoja N° 3		
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado					Comentario			
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia	TIEMPO (Seg)					Unidades	Descripción del proceso
	(m)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	consideradas	
	0,45		1					Transportarse del soporte de amortiguador al tercer soporte de balde.
		7					1	Soldar tercer soporte de balde.
	0,3		0,8					Transportarse del tercer soporte de balde al soporte posterior de ballesta.
		8					1	Soldar soporte posterior de ballesta.
	0,3		0,8					Transportarse del posterior de ballesta al soporte de amortiguador posterior.
		9					1	Soldar al soporte de amortiguador posterior.
	0,3		0,8					Transportarse del soporte de amortiguador al segundo de balde.
		16					1	Soldar segundo soporte de balde.
					4			Falla de la antorcha.
	0,2		0,5					Transportarse del segundo de balde al soporte de cañería de combustible.
		6					1	Soldar soporte de cañería de combustible.
	0,3		0,8					Transportarse de la cañería al soporte lateral de tanque de combustible.
		11					1	Soldar soporte lateral de tanque de combustible.
	0,4		0,9					Transportarse del soporte lateral al cuarto soporte de cabina.
		9					1	Soldar cuarto soporte de cabina.
	0,2		0,5					Transportarse del cuarto de cabina al soporte delantero de ballesta.
		13					1	Soldar soporte delantero de ballesta.
	0,5		1					Transportarse del delantero de ballesta a la unión del riel central con posterior.
		4					1	Soldar unión del riel central con posterior.
	1,2		2,2					Transportarse de la unión posterior a la unión del riel central con delantera.
		17					1	Soldar unión del riel central con delantera.
	0,5		1					Transportarse de la unión al soporte soporte lateral.
		9					1	Soldar soporte lateral.
	2		3					Transportarse del soporte lateral al soporte de amortiguador delantero.
		7					1	Soldar soporte de amortiguador delantero.
	1,2		2,2					Transportarse del amortiguador delantero al soporte motor.
		16					1	Soldar soporte motor.
TOTAL	50,4	189,5	73,6	12	23			

Fuente. Autores

Figura 26. D.A.Pactual ensamble de lateral lh operario derecho hoja 04

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado derecho CD					Estudio N° 1	Hoja N° 4		
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011			
Marque el método y tipo apropiado						Comentario			
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>									
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>									
Símbolos	Distancia	TIEMPO (Seg)					Unidades	Descripción del proceso	
	(m)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	consideradas		
	1		2					Transportarse del soporte motor al soporte superior de mesa.	
		25					1	Soldar soporte superior de mesa.	
	1		2					Transportarse del soporte superior de mesa al soporte inferior de mesa.	
		17					1	Soldar soporte inferior de mesa.	
	1		2					Transportarse del soporte inferior de mesa al soporte de parachoque.	
		7					1	Soldar soporte de parachoque.	
	2		4					Transportarse del soporte parachoque al de las válvulas .	
		10						Abrir todas las válvulas accionadas	
	4		8					Marcado y inspección de soldadura de los elementos soldados	
				56				Marcado y inspección de soldadura de los elementos soldados	
	2		4					Transportarse al lateral	
		11						Colocar cadenas.	
SUB.. TOTAL	60,6	259,5	94,6	68	23				
TOTAL	60,6	445,7							

CUADRO DE RESUMEN				
Símbolos:	Nombre:	Numero:	Distancia (m)	Tiempo (h)
	Operación	41		259,5
	Transporte	43	60,6	94,6
	Control de calidad	2		68
	Demora	6		23
	Almacenaje	2		
Total:		93	60,6	445,7

Fuente. Autores

Figura 27. D.A.P actual ensamble de lateral rh operario derecho hoja 01

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado derecho					Estudio N° 1	Hoja N° 1	
Departamento: Producción	Operario: Derecho	Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata			Método: Actual	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado					Comentario			
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/> Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
							1/cd	Almacenaje temporal
	3.40		3				1/cd	Transportarse del almacenaje temporal al rack de soporte de parachoques
		2					1/cd	Tomar soporte de parachoques y primer soporte de cabina
					5		1/cd	Demora al tomar los soportes
	1.40		2				1/cd	Llevar soporte parachoques y primer soporte de cabina del rack al jig
		3					1/cd	Posicionar soporte parachoques y primer soporte de cabina en el jig
	1.35		2				1/cd	Transportarse del jig al rack soporte superior e inferior de mesa
					2		1/cd	Demora en el desplazamiento del operario
		7					1/cd	Tomar soporte superior e inferior de mesa, lateral y segundo de cabina
	2.98		3				1/cd	Llevar los soportes del rack soporte superior e inferior de mesa al Jig
		2					1/cd	Posicionar soporte superior de mesa
					2		1/cd	Demora en el posicionamiento
	0.80		1				1/cd	Llevar soporte inferior de mesa del jig a la ubicación en la torre
		1					1/cd	Posicionar soporte inferior de mesa
					3		1/cd	Demora en el posicionamiento del soporte
	1.15		2				1/cd	Transportarse del jig al rack del riel delantero
		2					1/cd	Tomar el riel delantero
	1.10		2				1/cd	Llevar el riel delantero del rack al Jig
		4					1/cd	Posicionar riel delantera
					4		1/cd	Demora en el posicionamiento por golpear la riel
	1.05		2				1/cd	Llevar segundo soporte de cabina del Jig a la ubicación en la torre
		2					1/cd	Posicionar segundo soporte de cabina
	0,90		2				1/cd	Llevar soporte lateral del Jig a la ubicación en la torre
		2					1/cd	Posicionar soporte lateral
	3.29		5				1/cd	Transportarse del jig al rack del soporte de amortiguador y soporte de motor
		3					1/cd	Tomar soporte de amortiguador y soporte de motor
	1.93		2				1/cd	Llevar soporte de amortiguador y soporte de motor del rack al Jig
TOTAL	19.35	28	26	0	16	0		

Fuente. Autores

Figura 28. D.A.P actual ensamble de lateral rh operario derecho hoja 02

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado derecho					Estudio N° 1	Hoja N° 2	
Departamento: Producción	Operario: Derecho		Analistas : Walter Sánchez		Método:	Fecha:		
	Máquinas: Jig larguero RH		Marcelo Mata		Actual	12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado						Comentario		
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
		1					1/cd	Posicionar soporte de amortiguador
	2.50		3				1/cd	Llevar soporte de motor del soporte de amortiguador a la torre del Jig
		3					1/cd	Posicionar soporte de motor
					5		1/cd	Demora al verificar soportes
				17			1/cd	Verificar posicionamiento
	3.20		5				1/cd	Transportarse de la parte delantera del Jig a la máquina soldadora
		6					1/cd	Tomar máquina soldadora y colocarse mascara de soldar y soldar riel central
	3.65		10				1/cd	Transportarse de la parte central del jig al soporte de parachoques
		6					1/cd	Soldar soporte de parachoques
	0.90		2				1/cd	Transportarse del soporte parachoques al primer soporte de cabina
		25					1/cd	Soldar primer soporte de cabina
	1.30		2				1/cd	Transportarse del primer soporte de cabina al soporte de amortiguador
					4		1/cd	Demora en ponerse en posición para soldar
		17					1/cd	Soldar soporte de amortiguador
	4.50		7				1/cd	Transportarse de soporte de amortiguador a soporte sup. de mesa
					3		1/cd	Demora con la posición de la antorcha
		20					1/cd	Soldar soporte superior de mesa
	1.10		2				1/cd	Transportarse de soporte superior de mesa a segundo soporte de cabina
					2		1/cd	Demora en el transporte
		35					1/cd	Soldar segundo soporte de cabina
	0.90		3				1/cd	Transportarse de 2 sop. de cabina a la unión entre riel delantero y riel central
		21					1/cd	Soldar unión entre riel delantero y riel central
	0.80		2				1/cd	Transportarse de unión riel delantero a tercer soporte de cabina
		12					1/cd	Soldar tercer soporte de cabina
	0.60		2				1/cd	Transportarse de 3 sop. de cabina a la unión entre riel central y riel posterior
		16					1/cd	Soldar la unión entre riel central y riel posterior
	1.20		3				1/cd	Transportarse de unión riel posterior a cuarto soporte de cabina
TOTAL	20.65	162	41	17	14	0		

Fuente. Autores

Figura 29. D.A.Pactual ensamble de lateral rh operario derecho hoja 03

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado derecho					Estudio N° 1	Hoja N° 3	
Departamento: Producción	Operario: Derecho		Máquinas: Jig larguero RH		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011
Marque el método y tipo apropiado							Comentario	
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/> Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
					2		1/cd	Demora en el transporte al soporte
		30					1/cd	Soldar cuarto soporte de cabina y soporte delantero de ballesta
	2.50		3				1/cd	Transportarse de cuarto sop. de cabina a soporte tope de suspensión posterior
		14					1/cd	Soldar soporte tope de suspensión posterior
	1.30		2				1/cd	Transportarse de tope de suspensión a soporte de amortiguador posterior
		8					1/cd	Soldar soporte de amortiguador posterior
	0.70		2				1/cd	Transportarse de soporte de amortiguador a tercer soporte de balde
		14					1/cd	Soldar tercer soporte de balde
	1.1		4				1/cd	Transportarse de tercer sop. de balde a las válvulas parte posterior del Jig
		10					1/cd	Abrir válvulas accionadas
					4		1/cd	Demora al dejar antorcha
		25					1/cd	Realizar el marcado y autoinspección de la soldadura
					6		1/cd	Demora en la autoinspección
	2.2		2				1/cd	Transportarse de parte posterior a la parte central del Jig
					9		1/cd	Demora en el coordinación
		14					1/cd	Elevar el lateral
TOTAL	7.80	115	13	0	21	0	1/cd	

CUADRO DE RESUMEN				
ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (segundos)
Operación		28	---	305
Transporte		27	47,80	80
Inspección		1	---	17
Demora		13	---	51
Almacenaje		1	---	---
TOTAL		70	47,80	453

Fuente. Autores

Figura 30. D.A.P actual ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 01

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado izquierdo					Estudio N° 1	Hoja N° 1	
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado					Comentario			
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/> Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
							1/cd	Almacenaje temporal
	1.40		1				1/cd	Transportarse de almacenaje temporal a soporte posterior de ballesta
		2					1/cd	Tomar soporte posterior de ballesta
	0.75		1				1/cd	Llevar soporte posterior de ballesta de rack al Jig
					6		1/cd	Demora al posicionar el soporte
		10					1/cd	Elevar lateral y posicionar soporte posterior de ballesta
	0.90		1				1/cd	Transportarse de jig a soporte tope de suspensión
		1					1/cd	Tomar tope de suspensión
	0.70		1				1/cd	Llevar soporte tope de suspensión de rack al Jig
		2					1/cd	Posicionar soporte tope de suspensión
	0.80		1				1/cd	Transportarse de jig al rack soporte delantero de ballesta
		1					1/cd	Tomar soporte delantero de ballesta
	1.40		1				1/cd	Llevar soporte delantero de ballesta de rack al Jig
		1					1/cd	Posicionar soporte delantero de ballesta
					2		1/cd	Demora en el posicionamiento del soporte
	0.90		1				1/cd	Transportarse de soporte delantero de ballesta al rack tercer soporte de cabina
		1					1/cd	Tomar el tercer soporte de cabina
	1.30		1				1/cd	Llevar el tercer soporte de cabina de rack al Jig
		1					1/cd	Posicionar tercer soporte de cabina
					3		1/cd	Demora en el posicionamiento del soporte
	3.10		3				1/cd	Transportarse de tercer soporte de cabina a la parte central del Jig
		2					1/cd	Accionar válvulas
	6		3				1/cd	Transportarse de parte central del jig al rack riel central
		2					1/cd	Tomar el riel central
	1.10		1				1/cd	Llevar el riel central del rack al Jig
		3					1/cd	Posicionar el riel central
					2		1/cd	Demora en el posicionamiento del Riel
TOTAL	18.35	26	15	0	13	0		

Fuente. Autores

Figura 31. D.A.P actual ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 02

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado izquierdo					Estudio N° 1	Hoja N° 2	
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011		
Máquinas: Jig larguero RH								
Marque el método y tipo apropiado						Comentario		
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
	0.90		1				1/cd	Transportarse de parte central del jig al rack riel posterior
		2					1/cd	Tomar el riel posterior
	1.20		2				1/cd	Llevar el riel posterior del rack al Jig
		2					1/cd	Posicionar el riel posterior
	4.50		4				1/cd	Transportarse de parte posterior del jig al soporte delantero de ballesta
		4					1/cd	Posicionar el pin en el soporte delantero de ballesta
	1.00		1				1/cd	Transportarse de soporte delantero de ballesta a rack cuarto soporte de cabina
		1					1/cd	Tomar el cuarto soporte de cabina
	0.90		1				1/cd	Llevar el cuarto soporte de cabina de rack al Jig
		1					1/cd	Posicionar el cuarto soporte de cabina
	1.30		1				1/cd	Transportarse de cuarto soporte de cabina al rack segundo soporte de balde
		1					1/cd	Tomar el segundo soporte de balde
	0.70		1				1/cd	Llevar el segundo soporte de balde de rack al Jig
		1					1/cd	Posicionar el segundo soporte de balde
	0.80		1				1/cd	Transportarse de segundo soporte de balde al rack tercer soporte de balde
		1					1/cd	Tomar el tercer soporte de balde
	1.10		1				1/cd	Llevar el tercer soporte de balde de rack al Jig
		2					1/cd	Posicionar el tercer soporte de balde
					3		1/cd	Demora en el posicionamiento del soporte
	0.90		1				1/cd	Transportarse de tercer sop. de balde a las válvulas parte posterior del Jig
		7					1/cd	Accionar las válvulas (cerrar clamps)
					5		1/cd	Demora en el accionamiento
				40			1/cd	Verificar posicionamiento de componentes
	3.10		2				1/cd	Transportarse d parte posterior del jig a la máquina soldadora
		10					1/cd	Tomar máquina soldadora y colocarse mascara de soldar y soldar soporte de amortiguador posterior
	0.55		1				1/cd	Transportarse de sop. de amortiguador al soporte posterior de ballesta
		10					1/cd	Soldar el soporte posterior de ballesta
TOTAL	16.95	42	17	40	8	0		

Fuente. Autores

Figura 32. D.A.P actual ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 03

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado izquierdo					Estudio N° 1	Hoja N° 3	
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Actual	Fecha: 12/09/2011		
Máquinas: Jig larguero RH								
Marque el método y tipo apropiado						Comentario		
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
	0.40		1				1/cd	Transporte de soporte posterior de ballesta al soporte de amortiguador
		10					1/cd	Soldar el soporte de amortiguador posterior
	0.45		1				1/cd	Transportarse de sop. de amortiguador al segundo soporte de balde
					2		1/cd	Demora en el transporte
		10					1/cd	Soldar el segundo soporte de balde
	1.40		2				1/cd	Transportarse de segundo soporte de balde al cuarto soporte de cabina
		5					1/cd	Soldar el cuarto soporte de cabina
	0.60		2				1/cd	Transportarse de cuarto soporte de cabina al soporte delantero de ballesta
					2		1/cd	Demora en el transporte
		18					1/cd	Soldar el soporte delantero de ballesta
	0.30		1				1/cd	Transportarse de soporte delantero de ballesta a la unión entre riel posterior
					3		1/cd	Demora en el transporte
		14					1/cd	Soldar la unión entre riel posterior y riel central
	1.30		3				1/cd	Transportarse de la unión entre riel posterior a la unión entre riel delantero
		23					1/cd	Soldar la unión entre riel central y riel delantero
	0.20		2				1/cd	Transportarse de la unión entre riel delantero y central al soporte lateral
		10					1/cd	Soldar el soporte lateral
	3.00		4				1/cd	Transportarse de soporte lateral al soporte inferior de mesa
					5		1/cd	Demora en el transporte
		20					1/cd	Soldar el soporte inferior de mesa
	0.50		3				1/cd	Transportarse de soporte inferior de mesa al soporte superior de mesa
		17					1/cd	Soldar soporte superior de mesa
	0.60		1				1/cd	Transportarse de sop. superior de mesa al soporte de amortiguador delantero
		6					1/cd	Soldar el soporte de amortiguador delantero
	0.50		2				1/cd	Transportarse de soporte de amortiguador al soporte de motor
		11					1/cd	Soldar soporte de motor
	0.90		2				1/cd	Transportarse de soporte de motor al soporte de parachoques
TOTAL	10.15	144	24	0	12	0		

Fuente. Autores

Figura 33. D.A.P actual ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 04

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado izquierdo					Estudio N° 1	Hoja N° 4	
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata			Método: Actual	Fecha: 12/09/2011	
Marque el método y tipo apropiado						Comentario		
Método : Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/> Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
		11					1/cd	Soldar soporte de parachoques
	3.50		6				1/cd	Transportarse de sop. de parachoques a las válvulas parte central del jig
					6		1/cd	Demora en el transporte
		5					1/cd	Abrir válvulas accionadas
	4.10		4				1/cd	Transportarse a de la parte central a la parte posterior de Jig
		25					1/cd	Realizar el marcado y autoinspección de la soldadura
	1.00		3				1/cd	Transportarse de la parte posterior a la parte central de Jig
					3		1/cd	Demora en el transporte
		14					1/cd	Colocar cadenas
TOTAL	8.60	55	13	0	9	0	1/cd	

CUADRO DE RESUMEN				
ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (segundos)
Operación		38	---	267
Transporte		38	54,05	69
Inspección		1	---	40
Demora		12	---	42
Almacenaje		1	---	---
TOTAL		90	54,05	418

Fuente. Autores

Existen dos diagramas de análisis del proceso de cada estación de ensamble de laterales, los tiempos ciclo de los dos operarios deben ser similares para concluir las actividades y comenzar con el siguiente ciclo, pero al tener una diferencia en los ciclos de operación de dos operarios en una misma estación se producen tiempos de espera, el objetivo es eliminar los tiempos de espera. Las demoras en el proceso son producidas al no tener establecida una secuencia estándar de las actividades a realizarse, estos tiempos son una oportunidad de mejora en la línea.

3.6.4 Diagrama de recorrido. Utilizando un plano bidimensional a escala de la planta se va a describir las actividades del ensamblaje de rieles y chasis que se ha detallado en el diagrama de análisis de proceso, para lo cual los movimientos son señalados por líneas y las actividades son identificadas y ubicadas en el diagrama por el símbolo correspondiente y numerada de acuerdo con el Diagrama de Análisis del Proceso.

Debido a la cantidad de movimientos existentes en cada estación de trabajo, este diagrama se lo realizó a nivel general de todo el proceso de ensamble de rieles y chasis AnexoF. También se elaboraron los diagramas de recorrido de cada estación de trabajo AnexoG y H.

3.7 Análisis de tiempos de trabajo

Luego de haber realizado un análisis en el proceso de ensamble de rieles y chasis se han determinado los tiempos de cada estación de trabajo mediante el cronometraje de ciclos de operación, posterior a lo cual identificamos que las estaciones de ensamble de laterales son el cuello de botella en la línea, por lo cual procedemos a realizar el estudio de tiempos de estas estaciones.

Para el cálculo del tiempo que necesitara una persona adecuada a la tarea, e instruida en el método específico, para ejecutar dicha tarea si trabaja a una marcha normal procedemos al cálculo del tiempo tipo. Se sigue los siguientes pasos:

1. *Obtener y registrar información sobre la operación y operario que se estudia*, Las tomas se realizan en los dos turnos para a diferentes horas para garantizar la exactitud, el operario cuenta con la experiencia necesaria en el proceso.

2. *Dividir la operación en elementos y anotar una descripción completa del método.* Esta información es resultado de los diagramas de análisis de proceso

3. *Observar y registrar el tiempo empleado por el operario.* Se ejemplariza el proceso de un operario en la hoja de observación Tabla 8, para complementar el análisis de los operarios de las estaciones de ensamble de laterales LH y RH ver Anexo I.

Tabla 8. Hoja de observación del larguero rhlado derecho

HOJA DE OBSERVACIÓN											
HOJA N°1											
OPERACIÓN: Posicionar y soldar soportes del larguero Rh lado derecho											
NOMBRE DEL ELEMENTO: Larguero Rh											
NOMBRE DE LA MAQUINA: Jig Lateral RH											
NOMBRE DEL OPERARIO: Jorge Chicaiza											
EXPERIENCIA EN LA TAREA: 1 año											
ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	S	Tiempo Elegido
Transportarse de almacenaje al rack soporte de parachoques y primer soporte cabina	T	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,22	0,03
	L	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03		
Tomar soporte de parachoques y primer soporte de cabina	T	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	1,02	0,02
	L	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05		
Demora al tomar los soportes	T	0,05	0,05	0,07	0,04	0,03	0,04	0,06	0,05	0,39	0,05
	L	0,11	0,10	0,12	0,09	0,08	0,08	0,11	0,10		
Llevar soporte parachoques y primer soporte de cabina del rack al jig	T	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	4,12	0,02
	L	0,13	0,12	0,15	0,11	0,11	0,11	0,13	0,12		
Posicionar soporte parachoques y primer soporte de cabina en el jig	T	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,23	0,03
	L	0,16	0,15	0,17	0,14	0,14	0,13	0,17	0,15		
Transportarse de primer soporte de cabina al rack soporte superior e inferior de mesa, lateral	T	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,03	0,17	0,02
	L	0,18	0,16	0,19	0,17	0,15	0,15	0,20	0,18		
Demora en el desplazamiento del operario	T	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	1,12	0,02
	L	0,20	0,17	0,21	0,19	0,16	0,17	0,23	0,20		
Tomar soporte superior e inferior de mesa, lateral y segundo de cabina	T	0,05	0,07	0,06	0,07	0,08	0,05	0,07	0,08	1,12	0,07
	L	0,25	0,24	0,27	0,26	0,24	0,22	0,30	0,28		

Tabla 8. (Continuación)

Llevar soporte superior e inferior de mesa, lateral y segundo de cabina del rack al Jig	T	0,04	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,17	0,03
	L	0,29	0,26	0,31	0,29	0,28	0,25	0,34	0,31		
Posicionar soporte superior de mesa	T	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,17	0,02
	L	0,31	0,28	0,33	0,31	0,30	0,27	0,37	0,33		
Demora en el posicionamiento	T	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	1,02	0,02
	L	0,34	0,30	0,35	0,32	0,32	0,30	0,38	0,35		
Llevar soporte inferior de mesa del segundo soporte de cabina al Jig	T	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,11	0,01
	L	0,36	0,31	0,36	0,33	0,33	0,31	0,40	0,37		
Posicionar soporte inferior de mesa	T	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	4,12	0,04
	L	0,40	0,34	0,41	0,36	0,37	0,34	0,44	0,39		
Demora en el posicionamiento del soporte	T	0,04	0,05	0,03	0,02	0,03	0,05	0,03	0,02	0,27	0,03
	L	0,44	0,39	0,44	0,38	0,40	0,39	0,47	0,41		
Transportarse de soporte inferior de mesa al rack riel delantero	T	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,19	0,02
	L	0,46	0,41	0,46	0,40	0,43	0,42	0,49	0,44		
Tomar el riel delantero	T	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	1,12	0,02
	L	0,49	0,44	0,48	0,42	0,45	0,44	0,52	0,46		
Llevar el riel delantero del rack al Jig	T	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	1,12	0,03
	L	0,51	0,46	0,50	0,45	0,48	0,46	0,55	0,49		
Posicionar riel delantero	T	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,30	0,04
	L	0,55	0,50	0,53	0,48	0,52	0,51	0,58	0,53		
Demora en el posicionamiento por golpear la riel	T	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,32	0,04
	L	0,59	0,53	0,58	0,52	0,56	0,54	1,03	0,57		
Llevar segundo soporte de cabina de la parte central al Jig	T	0,02	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	1,02	0,02
	L	1,01	0,55	1,02	0,54	0,57	0,55	1,05	0,59		
Posicionar segundo soporte de cabina	T	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,17	0,02
	L	1,04	0,56	1,04	0,57	0,59	0,58	1,06	1,01		
Llevar soporte lateral del segundo soporte de cabina al Jig	T	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	4,12	0,02
	L	1,06	0,58	1,06	0,58	1,01	0,59	1,08	1,03		

Tabla 8. (Continuación)

Posicionar soporte lateral	T	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,18	0,02
	L	1,09	1,01	1,07	1,00	1,03	1,02	1,10	1,05		
Transportarse del soporte lateral al rack soporte de amortiguador y soporte de motor	T	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05	0,24	0,05
	L	1,14	1,06	1,11	1,04	1,09	1,06	1,15	1,10		
Tomar soporte de amortiguador y soporte de motor	T	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	1,12	0,03
	L	1,17	1,09	1,14	1,07	1,13	1,09	1,19	1,14		
Llevar soporte de amortiguador y soporte de motor del rack al Jig	T	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	1,12	0,02
	L	1,20	1,11	1,16	1,09	1,15	1,12	1,22	1,16		
Posicionar soporte de amortiguador	T	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,11	0,01
	L	1,22	1,12	1,18	1,10	1,16	1,14	1,23	1,17		
Llevar soporte de motor del soporte de amortiguador al Jig	T	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,23	0,03
	L	1,25	1,16	1,21	1,12	1,18	1,16	1,27	1,20		
Posicionar soporte de motor	T	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	1,02	0,03
	L	1,28	1,18	1,23	1,15	1,21	1,18	1,30	1,22		
Demora al verificar soportes	T	0,06	0,03	0,07	0,03	0,06	0,04	0,05	0,05	0,39	0,05
	L	1,34	1,21	1,30	1,18	1,27	1,22	1,35	1,27		
Verificar posicionamiento	T	0,16	0,17	0,18	0,18	0,17	0,16	0,17	0,17	4,12	0,17
	L	1,50	1,38	1,48	1,36	1,44	1,38	1,52	1,44		
Transportarse del soporte de motor a la máquina soldadora	T	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,05	0,41	0,05
	L	1,55	1,43	1,53	1,42	1,49	1,42	1,58	1,49		
Tomar máquina soldadora y colocarse mascara de soldar y soldar riel central	T	0,07	0,04	0,06	0,06	0,05	0,07	0,04	0,05	0,44	0,06
	L	2,02	1,47	1,59	1,48	1,54	1,49	2,02	1,54		
Transportarse de la parte central del jig al soporte de parachoques	T	0,08	0,12	0,10	0,12	0,09	0,09	0,11	0,10	1,12	0,10
	L	2,10	1,59	2,09	2,00	2,03	1,58	2,13	2,04		
Soldar soporte de parachoques	T	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	1,12	0,06
	L	2,17	2,04	2,15	2,05	2,09	2,04	2,18	2,10		
Transportarse al primer soporte de cabina	T	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,18	0,02
	L	2,19	2,06	2,17	2,07	2,12	2,07	2,20	2,12		

Tabla 8. (Continuación)

Soldar primer soporte de cabina	T	0,27	0,24	0,26	0,22	0,24	0,23	0,25	0,24	1,95	0,24
	L	2,46	2,30	2,43	2,29	2,36	2,30	2,45	2,36		
Transportarse del primer soporte de cabina al soporte de amortiguador	T	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,18	0,02
	L	2,48	2,32	2,45	2,31	2,39	2,33	2,47	2,38		
Demora en ponerse en posición para soldar	T	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	1,02	0,04
	L	2,52	2,35	2,48	2,35	2,42	2,38	2,51	2,43		
Soldar soporte de amortiguador	T	0,16	0,17	0,15	0,18	0,16	0,16	0,17	0,15	0,82	0,16
	L	3,08	2,52	3,03	2,53	2,58	2,54	3,08	2,58		
Transportarse del soporte de amortiguador al soporte superior de mesa	T	0,07	0,07	0,06	0,06	0,08	0,07	0,06	0,06	4,12	0,07
	L	3,15	2,59	3,09	2,59	3,06	3,01	3,14	3,04		
Demora con la posición de la antorcha	T	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,26	0,03
	L	3,18	3,01	3,12	3,03	3,09	3,05	3,17	3,08		
Soldar soporte superior de mesa	T	0,22	0,20	0,18	0,18	0,22	0,19	0,20	0,19	1,58	0,20
	L	3,40	3,21	3,30	3,21	3,31	3,24	3,37	3,27		
Transportarse de soporte superior de mesa al segundo soporte de cabina	T	0,02	0,03	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02	1,12	0,02
	L	3,42	3,24	3,32	3,25	3,32	3,27	3,39	3,29		
Demora en el transporte	T	0,02	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	1,12	0,02
	L	3,44	3,25	3,34	3,29	3,34	3,29	3,42	3,31		
Soldar segundo soporte de cabina	T	0,35	0,33	0,35	0,36	0,32	0,33	0,34	0,32	2,70	0,34
	L	4,19	3,58	4,09	4,05	4,06	4,02	4,16	4,03		
Transportarse de segundo soporte de cabina a la unión entre riel delantera y riel central	T	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,21	0,03
	L	4,21	4,01	4,11	4,08	4,09	4,04	4,19	4,06		
Soldar unión entre riel delantera y riel central	T	0,24	0,22	0,20	0,20	0,20	0,22	0,21	0,20	1,69	0,21
	L	4,45	4,23	4,31	4,28	4,29	4,26	4,40	4,26		
Transportarse al tercer soporte de cabina	T	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	1,02	0,03
	L	4,47	4,25	4,33	4,31	4,32	4,28	4,43	4,29		
Soldar tercer soporte de cabina	T	0,14	0,12	0,10	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,98	0,12
	L	5,01	4,37	4,43	4,43	4,44	4,41	4,56	4,41		

Tabla 8. (Continuación)

Transportarse de tercer soporte de cabina a la unión entre riel central y riel posterior	T	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	4,12	0,02
	L	5,04	4,39	4,45	4,46	4,46	4,44	4,58	4,43		
Soldar la unión entre riel central y riel posterior	T	0,18	0,16	0,14	0,14	0,16	0,15	0,14	0,16	1,23	0,15
	L	5,22	4,55	4,59	5,00	5,02	4,59	5,12	4,59		
Transportarse de unión entre riel central y posterior al cuarto soporte de cabina	T	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,23	0,03
	L	5,25	4,58	5,02	5,03	5,05	5,01	5,15	5,02		
Demora en el transporte al soporte	T	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	1,12	0,02
	L	5,27	5,00	5,03	5,04	5,07	5,03	5,18	5,04		
Soldar cuarto soporte de cabina y soporte delantero de ballesta	T	0,29	0,31	0,28	0,29	0,31	0,30	0,32	0,31	1,12	0,30
	L	5,56	5,31	5,31	5,33	5,38	5,33	5,50	5,35		
Transportarse de soporte delantero de ballesta al soporte tope de suspensión posterior	T	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,23	0,03
	L	5,59	5,35	5,34	5,35	5,40	5,36	5,52	5,39		
Soldar soporte tope de suspensión posterior	T	0,16	0,16	0,12	0,13	0,12	0,13	0,14	0,13	4,12	0,14
	L	6,15	5,51	5,46	5,48	5,52	5,49	6,06	5,52		
Transportarse de soporte tope de suspensión posterior al soporte de amortiguador posterior	T	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,15	0,02
	L	6,17	5,53	5,48	5,50	5,54	5,50	6,08	5,54		
Soldar soporte de amortiguador posterior	T	0,08	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,62	0,08
	L	6,25	6,02	5,56	5,58	6,01	5,57	6,16	6,01		
Transportarse de soporte de amortiguador posterior al tercer soporte de balde	T	0,02	0,03	0,04	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	1,12	0,03
	L	6,27	6,05	6,00	6,00	6,02	5,59	6,19	6,04		
Soldar tercer soporte de balde	T	0,16	0,13	0,12	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	1,12	0,14
	L	6,43	6,18	6,12	6,15	6,17	6,13	6,32	6,16		
Transportarse de tercer soporte de balde a las válvulas parte posterior del Jig	T	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,02	0,28	0,04
	L	6,47	6,20	6,17	6,19	6,21	6,16	6,36	6,18		
Abrir válvulas accionadas	T	0,10	0,11	0,12	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	4,12	0,10
	L	6,57	6,31	6,29	6,28	6,29	6,25	6,45	6,28		
Demora al dejar antorcha	T	0,04	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,29	0,04
	L	7,01	6,34	6,34	6,31	6,32	6,28	6,49	6,32		

Tabla 8. (Continuación)

Realizar el marcado y autoinspección de la soldadura	T	0,27	0,27	0,23	0,25	0,23	0,26	0,26	0,24	1,12	0,25
	L	7,28	7,01	6,57	6,56	6,55	6,54	7,15	6,56		
Demora en la autoinspección	T	0,07	0,05	0,05	0,04	0,05	0,07	0,05	0,06	1,12	0,06
	L	7,35	7,06	7,02	7,00	7,00	7,01	7,20	7,02		
Transportarse de la parte posterior a la parte central del Jig	T	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,17	0,02
	L	7,37	7,08	7,04	7,02	7,02	7,04	7,22	7,04		
Demora en el coordinación	T	0,09	0,10	0,08	0,07	0,08	0,09	0,10	0,09	4,12	0,09
	L	7,46	7,18	7,12	7,09	7,10	7,13	7,32	7,13		
Elevar el lateral	T	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	1,11	0,14
	L	8,00	7,32	7,27	7,23	7,24	7,27	7,45	7,26		
											4,53

Fuente. Autores

4. *Determinar el número de ciclos que deben cronometrarse.* Para el registro y toma de datos del presente trabajo se utilizó la lectura repetitiva la cual se basa en la filmación de un video que contiene la toma necesaria del punto crítico a estudiarse, las mismas que se registraron en la siguiente tabla.

Tabla 9. Tabla de lecturas del cronómetro en la operación soldar primer soporte de cabina

Lecturas individuales del cronómetro en 0.01 minuto X	Cuadrados de las lecturas individuales de la película x ²
27	729
24	576
26	676
22	484
24	576
23	529
25	625
24	576
ΣX=195	ΣX²= 4771

Fuente. Autores

Para este estudio se utilizó la siguiente fórmula. Con los datos de la anterior tabla, permitiéndonos obtener los siguientes resultados.

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$N = \left[\frac{40 \sqrt{(8(4771) - (195)^2)}}{195} \right]^2$$

$$\underline{\underline{N = 6.02 = 6}}$$

5. *Valorar la actuación del operario.* El operario realiza las actividades a una marcha normal, en la secuencia descrita en la hoja de registro.

6. *Comprobar que se han cronometrado un número suficiente de ciclos.* Se necesita 6 tomas de ciclos para que el estudio de tiempos tenga un nivel de confianza del 95% y una precisión de $\pm 5\%$, es decir el número de tomas es suficiente para cumplir con los estándares de confiabilidad y precisión.

7. *Determinar los suplementos.* El factor de valoración es del 100% debido a la marcha del operario es normal, es decir ni muy rápido ni muy lento. No se consideran suplementos por tratarse de lecturas obtenidas de un video.

8. *Determinar el tiempo tipo para la operación.*

$$T \text{ normal} = T \text{ medio} * F \text{ valoración}$$

$$T \text{ normal} = 7' 33" * 1$$

$$T \text{ normal} = 7' 33"$$

$$T \text{ tipo} = T \text{ normal} + \% S * T \text{ normal}$$

$$T \text{ tipo} = 7' 33" + (0 * 7' 33")$$

$$T \text{ tipo} = 7' 33"$$

A continuación se presenta en la Tabla 10 un resumen del cálculo del tiempo tipo de las cuatro operaciones que son la base de nuestro análisis, el proceso es similar al descrito y se puede observar en el Anexo I.

Tabla 10. Resumen del cálculo de tiempo tipo de laterales lh y rh

Tiempo Tipo					
Estación	Operación	Nº Calculados	Nº cronometrados	Tiempo Normal (min)	Tiempo tipo (min)
Lateral LH	Posicionar soportes de larguero Lh lado derecho	7	8	7' 25"	7' 25"
	Posicionar soportes de larguero Lh lado izquierdo	6	8	6' 55"	6' 55"
Lateral RH	Posicionar soportes de larguero Rh lado izquierdo	6	8	7' 33"	7' 33"
	Posicionar soportes de larguero Rh lado derecho	6	8	6' 58"	6' 58"

Fuente. Autores

3.8 Resultados

El análisis actual de la línea de ensamble de rieles y chasis de la empresa Metaltronic S.A. se han determinado los tiempos de cada estación de trabajo estos resultados se indica en la Tabla 11 y 12.

Tabla 11. Tabla de resumen de los tiempos actuales en el ensamble de rieles

Estaciones de trabajo	Demanda Diaria	Tiempo Ciclo (seg)	No de Turnos	Horas por turno	Tiempo Disponible (seg)	Tiempo disp.- Paradas Planificadas	Takt Time Teórico (min)	Paradas No Planificadas (min) 5%	Tiempo real disponible (min)	Takt Time Real (seg)
Tuercas y Refuerzos RH Post Interna	60	211	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Tuercas y Refuerzos RH Post Externa	60	62	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Tuercas y Refuerzos RH Del Interna	60	151	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Tuercas y Refuerzos RH Del Externa	60	173	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Tuercas y Refuerzos LH Post Interna	60	235	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Tuercas y Refuerzos LH Post Externa	60	53	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Tuercas y Refuerzos LH Del Interna	60	187	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Tuercas y Refuerzos LH Del Externa	60	283	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Ensamble Riel Delantera RH Operario 1	60	433	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Ensamble Riel Delantera RH Operario 2	60	450	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Ensamble Riel Delantera LH Operario 1	60	353	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Ensamble Riel Delantera LH Operario 2	60	343	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Ensamble Riel Posterior RH Operario 1	60	212	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Ensamble Riel Posterior RH Operario 2	60	276	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Ensamble Riel Posterior LH Operario 1	60	276	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Ensamble Riel Posterior LH Operario 2	60	250	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Ensamble Riel Central LH Operario 1	60	87	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Ensamble Riel Central RH Operario 1	60	183	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	456,00
Tiempo de ciclo en el ensamble de Rieles	4218 segundos									

Fuente. Autores

Tabla 12. Tabla de resumen de los tiempos actuales en el ensamble de chasis

Estaciones de trabajo	Demanda Diaria	Tiempo Ciclo (seg)	No de Turnos	Horas por turno	Tiempo Disponible (seg)	Tiempo disponible - Paradas Planificadas	Takt Time Teórico (min)	Paradas No Planificadas (min) 7%	Tiempo real disponible (min)	Takt Time Real (seg)
Lateral RH Post	60	418	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Lateral RH Del	60	453	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Lateral LH Post	60	445	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Lateral LH Del	60	415	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Molde Principal RH Post	60	357	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Molde Principal RH Del	60	308	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Molde Principal LH Post	60	345	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Molde Principal LH Del	60	399	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Remate RH Post	60	302	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Remate RH Del	60	372	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Remate LH Post	60	372	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Remate LH Del	60	357	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Nivelado	60	136	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	442,00
Tiempo de ciclo en el ensamble de chasis		4679 segundos								

Fuente. Autores

El ritmo de trabajo de la línea es el mas alto de las estaciones de trabajo, en este caso es 453 segundos. El tiempo total de ensamble de rieles y chasis hasta obtener el producto terminado es de 8897 segundos, es decir 148' 17" por chasis.

En el estudio de la línea se han detectado cuellos de botella en el proceso de ensamble de los laterales LH y RH por lo cual se ha realizado un estudio minucioso de estas estaciones. Estos resultados son la base para desarrollar una propuesta de optimización

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE

4.1 Propuesta de trabajo estandarizado

Con el resultado del análisis de la situación actual del trabajo estandarizado de la línea de ensamble de rieles y chasis, se procede al desarrollo de la propuesta del trabajo estandarizado para lo cual se inicia con la elaboración de los diagramas de la ordenación de actividades y el balanceo de la línea con la medición de los tiempos de las estaciones de trabajo.

Tabla 13. Análisis de los cuellos de botella de las estaciones de rieles y chasis.

Rieles y Chasis			
Estación	Problema Encontrado	Efecto	Propuesta Tentativa
Lateral LH	Desbalanceo de operaciones, demoras	Demoras en las estaciones posteriores	Balanceo de las operaciones Estandarización del proceso
Lateral RH	Desbalanceo de operaciones, esperas, transportes innecesarios	Demoras en las estaciones posteriores	Balanceo de las operaciones Estandarización del proceso

Fuente. Autores

4.2 Diagramas de trabajo

4.2.1 Diagrama de análisis de proceso. Se desarrolla los diagramas de análisis de proceso propuestos reorganizando las actividades y estableciendo una secuencia que estará estandarizada en las estaciones de trabajo, como se puede observar en el Anexo J y K. Para efectos de ejemplificación se considera presentar los más relevantes como son los diagramas de análisis de proceso de las estaciones de ensamble de laterales tanto LH como RH.

Figura 34. D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 01

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado izquierdo				Estudio N° 1	Hoja N° 1		
Departamento: Produccion	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 09/11/2011		
Marque el metodo y tipo apropiado					Comentario			
Metodo : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Maquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia	TIEMPO (Seg)					Unidades	Descripción del proceso
	(m)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	consideradas	
								Almacenamiento de la materia prima
	2,5		4					Transportarse del almacenamiento al racks de materiales.
		0,5					1/cd	Tomar del racks el soporte parachoque y primer soporte de cabina
	1,60		2				1/cd	Llevar del rack el soporte parachoque y primer soporte de cabina al jig
		2					1/cd	Posicionar soporte parachoque y primer soporte de cabina en el jig
	1,8		2					Transportarse del jig al racks.
		2					1/cd	Tomar del rack el soporte inferior y superior de mesa
	1,6		3				1/cd	Llevar del racks el soporte inferior y superior de mesa al jig.
		8					1/cd	Posicionar soporte inferior y superior de mesa en el jig.
	1,4		2,5					Transportarse al riel delantero LH del racks.
		3					1	Tomar riel delantero LH del racks.
	1,4		3				1	Llevar el riel delantero LH del racks al jig
		6					1	Posicionar riel delantero LH en el jig
	1,6		3					Transportarse del jig al soporte lateral y segundo de cabina del racks.
		2					1/cd	Tomar soporte lateral y segundo de cabina del racks.
	1,7		3				1/cd	Llevar soporte lateral y segundo de cabina al jig.
		4					1/cd	Posicionar soporte lateral y segundo de cabina en jig.
	2,8		5,5					Transportarse al racks, soporte de amortiguador delantero y de motor.
		3					1/cd	Tomar el soporte de amortiguador delantero y de motor del racks.
	2,4		5				1/cd	Llevar el soporte de amortiguador delantero y de motor del racks al jig.
		6					1/cd	Posicionar el soporte de amortiguador delantero y de motor en el jig.
	4,5		8					Transportarse del jig a la soldadora
		5						Tomar soldadora y puntear riel delantera con central
	2,4		4					Transportarse de soldadora al soporte de parachoque del jig.
		22					1	Soldar soporte de parachoque
		12					1	Soldar primer soporte de cabina
		13					1	Soldar soporte de amortiguador delantero
TOTAL	41,9	88,5	45	0	0	0		

Fuente. Autores

Figura 35. D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 02

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado izquierdo				Estudio N° 1	Hoja N° 2		
Departamento: Produccion	Operario: Izquierdo	Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011			
Marque el metodo y tipo apropiado					Comentario			
Metodo : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Maquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia	TIEMPO (Seg)					Unidades	Descripción del proceso
	(m)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	consideradas	
	1		2					Transportarse del soporte de amortiguador delantero al soporte superior de mesa
		8					1	Soldar soporte superior de masa
		12					1	Soldar soporte inferior de mesa
	1		2					Transportarse del soporte inferior de mesa al segundo soporte de cabina
		24					1	Soldar segundo soporte de cabina
	0,8		1,6					Transportarse del segundo soporte de cabina a la unión entre riel delantera y central
		17					1	Soldar union entre riel delantera y central
	0,4		1					Transportarse de la unión entre riel delantera y central al tercer soporte de cabina
		11					1	Soldar tercer soporte de cabina
	0,7		1,4					Transportarse del tercer soporte de cabina a la unión entre riel posterior y central
		16					1	Soldar union entre riel posterior y central
	0,3		0,6					Transportarse de la unión entre riel posterior y central al cuarto soporte de cabina
		11					1	Soldar cuarto soporte de cabina
		18					1	Soldar soporte delantero de ballesta
	0,8		1,6					Transportarse del soporte delantero de ballesta al soporte de tope de suspension posterior
		11					1	Soldar soporte de tope de suspension posterior
	0,3		0,6					Transportarse del soporte de suspension superior al soporte de amortiguador posterior
		8					1	Soldar soporte de amortiguador posterior
	0,5		1					Transportarse del soporte de amortiguador al tercer soporte de balde
		13					1	Soldar tercer soporte de balde
	2		4					Transportarse del tercer soporte de balde a todas las valvulas
		6						Abrir todas las valvulas accionadas
	7		10					Marcado y inspeccion de soldadura de los elementos soldados
				45				Marcado y inspeccion de soldadura de los elementos soldados
	3		6					Transportarse de las valvulas al lateral
		8						Elevar lateral marcado
								Espera que operador derecho termine sus operaciones.
TOTAL	58,7	250,5	77,8	45	0	0		

Fuente. Autores

Figura 36. D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario izquierdo hoja 03

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado izquierdo				Estudio N° 1	Hoja N° 3		
Departamento: Produccion	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011		
Marque el metodo y tipo apropiado Metodo : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> Tipo : Operador <input type="checkbox"/> Material <input checked="" type="checkbox"/> Maquina <input type="checkbox"/>					Comentario			
Símbolos	Distancia	TIEMPO (Seg)					Unidades	Descripción del proceso
	(m)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	consideradas	

CUADRO DE RESUMEN				
ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (segundos)
Operación		27	---	250,5
Transporte		24	58,7	77,8
Inspección		1	---	45
Demora		---	---	---
Almacenaje		2	---	---
TOTAL		54	58,7	373,3

Fuente. Autores

Figura 37. D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario derecho hoja 01

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado derecho CD				Estudio N° 1	Hoja N° 1		
Departamento: Producción	Operario: Derecho		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado					Comentario			
Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input type="checkbox"/> Material <input checked="" type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg.)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
	0,55		1					Transportarse del almacenamiento al racks de soporte posterior de ballesta
		2					1	Tomar del racks el soporte posterior de ballesta
	0,55		1				1	Llevar del racks el soporte posterior de ballesta al jig
		5					1	Posicionar soporte posterior de ballesta en el jig
	1,5		2					Transportarse del jig al soporte de tope suspensión e inferior de ballesta
		1,5					1/cd	Tomar soporte de tope suspensión e inferior de ballesta del racks
	1		1				1/cd	Llevar soporte de tope suspensión e inferior de ballesta del racks al jig.
		6					1/cd	Posicionar soporte de tope suspensión e inferior de ballesta
	0,9		1,8					Transportarse del tope suspensión al tercer soporte de cabina LH
		1					1	Tomar tercer soporte de cabina LH
	1		2				1	Llevar del racks el tercer soporte de cabina LH al jig
		1					1	Posicionar tercer soporte de cabina LH en el jig
	1,25		2					Transportarse del tercer soporte a las válvulas del jig central.
		2						Setear jig central
	9,5		8					Transportarse de las válvulas del jig al riel central
		2					1	Tomar el riel central
	0,8		1,5				1	Llevar el riel central
		2					1	Posicionar riel central
	0,8		1,5					Transportarse del jig central al racks de riel posterior
		2,5					1	Tomar el riel posterior
	1,8		3				1	Llevar del racks el riel posterior al jig posterior LH
		3					1	Posicionar riel posterior
	4		5					Transportarse del jig posterior LH al jig de soporte de ballesta inferior.
		4						Posicionar pin en el soporte de ballesta inferior.
	0,7		1					Transportarse del soporte de ballesta inferior al cuarto soporte de cabina.
		0,5					1	Tomar cuarto soporte de cabina.
TOTAL	24,35	32,5	30,8	0	0			

Fuente. Autores

Figura 38. D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario derecho hoja 02

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado derecho CD				Estudio N° 1	Hoja N° 2		
Departamento: Producción	Operario: Derecho		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado					Comentario			
Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input type="checkbox"/> Material <input checked="" type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia	TIEMPO (Seg.)					Unidades	Descripción del proceso
	(m)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	consideradas	
	0,65		1				1	Llevar del racks el cuarto soporte de cabina al jig
		1					1	Posicionar cuarto soporte de cabina en el jig
	0,75		1					Transportarse del soporte de cabina al tercer y segundo soporte de balde.
		1					1/cd	Tomar tercero y segundo soporte de balde.
	1,1		1,7				1/cd	Llevar del racks el tercero y segundo soporte de balde al jig.
		2					1/cd	Posicionar tercer y segundo soporte de balde.
	1,1		2					Transportarse del soporte del balde al soporte de cañería y tanque de combustible.
		1					1/cd	Tomar soporte de cañería y tanque de combustible.
	0,9		1,8				1/cd	Llevar del rack el soporte de cañería y tanque de combustible al jig posterior RH
		3					1/cd	Posicionar soporte de cañería y tanque de combustible.
	0,9		1,7					Transportarse de la cañería al rack del primer soporte de balde.
		1					1	Tomar primer soporte de balde.
	0,7		1,2				1	Llevar del rack el primer soporte de balde al jig
		1					1	Posicionar primer soporte de balde en el jig
	2		4					Transportarse del soporte de balde a las válvulas del jig central.
		7						Sestear jig central
	3		5					Inspección de los soportes
				12				Inspección de los soportes
	1,4		2,2					Transportarse de las válvulas a la máquina de soldadura.
		2					1/cd	Tomar antorcha de soldadura y soporte de amortiguador posterior.
	0,5		1				1	Llevar de la soldadora el soporte de amortiguador al jig.
		4					1	Posicionar soporte de amortiguador en el jig.
	0,45		1					Transportarse desde amortiguador al tercer soporte de balde.
		8					1	Soldar tercer soporte de balde.
	0,3		0,8					Transportarse del soporte de balde al soporte posterior de ballesta.
		9					1	Soldar al soporte de amortiguador posterior.
	0,3		0,8					Transportarse del soporte amortiguador al segundo soporte de balde.
TOTAL	37,4	72,5	56	12	0			

Fuente.Autores

Figura 39. D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario derecho hoja 03

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado derecho CD					Estudio N° 1	Hoja N° 3	
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata			Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011	
Marque el método y tipo apropiado						Comentario		
Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input type="checkbox"/> Material <input checked="" type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg.)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
26		10					1	Soldar segundo soporte de balde.
28	0,2		0,5					Transportarse del soporte de balde al soporte de cañería de combustible.
27		6					1	Soldar soporte de cañería de combustible.
29	0,3		0,8					Transportarse del soporte de cañería al soporte lateral de tanque de combustible
28		11					1	Soldar soporte lateral de tanque de combustible.
30	0,4		0,9					Transportarse del soporte lateral al cuarto soporte de cabina.
29		9					1	Soldar cuarto soporte de cabina.
31	0,2		0,5					Transportarse del cuarto soporte al soporte delantero de ballesta.
30		13					1	Soldar soporte delantero de ballesta.
32	0,5		1					Transportarse del soporte de ballesta a la unión del riel central con posterior.
31		4					1	Soldar unión del riel central con posterior.
33	1,2		2,2					Transportarse de la unión de riel central a la unión del riel central con delantera.
32		17					1	Soldar unión del riel central con delantera.
34	0,5		1					Transportarse de la unión de riel central delantera al soporte lateral.
33		9					1	Soldar soporte soporte lateral.
35	2		3					Transportarse del soporte lateral al soporte de amortiguador delantero.
34		7					1	Soldar soporte de amortiguador delantero.
36	1,2		2,2					Transportarse del soporte amortiguador al soporte motor.
35		16					1	Soldar soporte motor.
37	1		2					Transportarse del soporte de motor al soporte superior de mesa.
36		25					1	Soldar soporte superior de mesa.
38	1		2					Transportarse del soporte superior al soporte inferior de mesa.
37		17					1	Soldar soporte inferior de mesa.
39	1,5		3					Transportarse del soporte inferior de mesa a las válvulas .
38		10						Abrir todas las válvulas accionadas
40	4		8					Marcado y inspección de soldadura de los elementos soldados
2				54				Marcado y inspección de soldadura de los elementos soldados
TOTAL	51,4	226,5	83,1	66	0			

Fuente. Autores

Figura 40. D.A.P propuesto ensamble de lateral lh operario derecho hoja 04

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero LH lado derecho CD					Estudio N° 1	Hoja N° 4		
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011			
Marque el método y tipo apropiado					Comentario				
Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> Tipo : Operador <input type="checkbox"/> Material <input checked="" type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>									
Símbolos	Distancia	TIEMPO (Seg.)					Unidades	Descripción del proceso	
	(m)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	consideradas		
	2		4					Transportarse de las válvulas al lateral	
		11						Colocar cadenas.	
SUB TOTAL	53,4	237,5	87,1	66	0				
TOTAL	53,4	390,6							

CUADRO DE RESUMEN				
ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (segundos)
Operación		39	---	237,5
Transporte		41	53,4	87,1
Inspección		2	---	66
Demora		---	---	---
Almacenaje		2	---	---
TOTAL		84	53,4	390,6

Fuente. Autores

Figura 41. D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario derecho hoja 01

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado derecho					Estudio N° 1	Hoja N° 1	
Departamento: Producción	Operario: Derecho		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata			Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011	
Marque el método y tipo apropiado						Comentario		
Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
							1/cd	Almacenaje temporal
	3.40		3				1/cd	Transportarse de almacenaje al rack soporte de parachoques
		3					1/cd	Tomar soporte de parachoques y primer soporte de cabina
	1.40		2				1/cd	Llevar soporte parachoques y primer soporte de cabina de rack al jig
		3					1/cd	Posicionar soporte parachoques y primer soporte de cabina en el jig
	1.35		2				1/cd	Transportarse de sop. parachoques al rack soporte superior e inferior de mesa
		4					1/cd	Tomar soporte superior e inferior de mesa
	2.95		3				1/cd	Llevar soporte superior e inferior de mesa de rack al Jig
		8					1/cd	Posicionar soporte superior e inferior de mesa
	1.15		2				1/cd	Transportarse de soporte inferior de mesa al rack riel delantero
		2					1/cd	Tomar el riel delantero
	1.10		3				1/cd	Llevar el riel delantero de rack al Jig
		4					1/cd	Posicionar riel delantero
	3.15		3				1/cd	Transportarse de riel delantero al rack segundo soporte de cabina
		2					1/cd	Tomar segundo soporte de cabina y soporte lateral
	3.10		3				1/cd	Llevar segundo soporte de cabina y soporte lateral de rack al Jig
		7					1/cd	Posicionar segundo soporte de cabina y soporte lateral
	3.30		5				1/cd	Transportarse de soporte lateral al rack soporte de amortiguador
		3					1/cd	Tomar soporte de amortiguador y soporte de motor
	1.90		2				1/cd	Llevar soporte de amortiguador y soporte de motor de rack al Jig
		1					1/cd	Posicionar soporte de amortiguador
	2.50		3				1/cd	Llevar soporte de motor de soporte de amortiguador al Jig
		3					1/cd	Posicionar soporte de motor
	3.20		5				1/cd	Transportarse de soporte de motor a la máquina soldadora
		10					1/cd	Tomar máquina soldadora y colocarse mascara de soldar y soldar riel central
	3.65		5				1/cd	Transportarse de parte central del jig al primer soporte de cabina
		15					1/cd	Soldar primer soporte de cabina
TOTAL	32.15	65	41	0	0	0		

Fuente. Autores

Figura 42. D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario derecho hoja 02

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado derecho				Estudio N° 1	Hoja N° 2		
Departamento: Producción	Operario: Derecho		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado					Comentario			
Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
	1.30		1				1/cd	Transportarse de primer soporte de cabina al soporte de amortiguador
		12					1/cd	Soldar soporte de amortiguador delantero
	4.50		5				1/cd	Transportarse de sop. de amortiguador al soporte superior de mesa
		20					1/cd	Soldar soporte superior de mesa
	1.10		1				1/cd	Transportarse de soporte superior de mesa al segundo soporte de cabina
		24					1/cd	Soldar segundo soporte de cabina
	0.90		2				1/cd	Transportarse de segundo soporte de cabina a la unión entre riel delantero
		18					1/cd	Soldar unión entre riel delantero y riel central
	0.80		2				1/cd	Transportarse de unión entre riel delantero al tercer soporte de cabina
		11					1/cd	Soldar tercer soporte de cabina
	0.60		2				1/cd	Transportarse de tercer soporte de cabina a la unión entre riel posterior
		16					1/cd	Soldar la unión entre riel central y riel posterior
	1.20		2				1/cd	Transportarse de la unión entre riel posterior al cuarto soporte de cabina
		11					1/cd	Soldar cuarto soporte de cabina
	0.20		1				1/cd	Transportarse de cuarto soporte de cabina al soporte delantero de ballesta
		17					1/cd	Soldar soporte delantero de ballesta
	1.20		1				1/cd	Transportarse de sop. delantero de ballesta al soporte tope de suspensión
		12					1/cd	Soldar soporte tope de suspensión posterior
	1.30		2				1/cd	Transportarse de soporte tope de suspensión al soporte de amortiguador
		8					1/cd	Soldar soporte de amortiguador posterior
	0.70		2				1/cd	Transportarse de sop. de amortiguador posterior al tercer soporte de balde
		14					1/cd	Soldar tercer soporte de balde
	1.1		5				1/cd	Transportarse de tercer sop. de balde a las válvulas parte posterior del Jig
		8					1/cd	Abrir válvulas accionadas
		31					1/cd	Realizar el marcado y autoinspección de la soldadura
	2.2		3				1/cd	Transportarse de la parte posterior a la parte central del Jig
		11					1/cd	Elevar el larguero
TOTAL	17.10	213	29	0	0	0		

Fuente. Autores

Figura 43. D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario derecho hoja 03

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO																																									
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado derecho			Estudio N° 1	Hoja N° 3																																				
Departamento: Producción	Operario: Derecho	Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011																																				
Marque el método y tipo apropiado Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>				Comentario																																					
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)				Unidades consideradas	Descripción del proceso																																		
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje																																			
<p>CUADRO DE RESUMEN</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ACTIVIDAD</th> <th>SIMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>DISTANCIA (m)</th> <th>TIEMPO (segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operación</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">278</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">49,25</td> <td style="text-align: center;">70</td> </tr> <tr> <td>Inspección</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td>Demora</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td>Almacenaje</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">TOTAL</td> <td style="text-align: center;">54</td> <td style="text-align: center;">49,25</td> <td style="text-align: center;">348</td> </tr> </tbody> </table>							ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (segundos)	Operación		27	---	278	Transporte		26	49,25	70	Inspección		---	---	---	Demora		---	---	---	Almacenaje		1	---	---	TOTAL		54	49,25	348
ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (segundos)																																					
Operación		27	---	278																																					
Transporte		26	49,25	70																																					
Inspección		---	---	---																																					
Demora		---	---	---																																					
Almacenaje		1	---	---																																					
TOTAL		54	49,25	348																																					

Fuente. Autores

Figura 44. D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 01

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado izquierdo					Estudio N° 1	Hoja N° 1	
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo	Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata			Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado						Comentario		
Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
							1/cd	Almacenaje temporal
	1.30		1				1/cd	Transportarse de almacenaje al rack soporte posterior de ballesta
		2					1/cd	Tomar soporte posterior de ballesta
	0.75		1				1/cd	Llevar soporte posterior de ballesta de rack al Jig
		8					1/cd	Elevar lateral y posicionar soporte posterior de ballesta
	0.70		1				1/cd	Transportarse de parte posterior de jig al rack soporte tope de suspensión
		2					1/cd	Tomar tope de suspensión
	0.70		1				1/cd	Llevar soporte tope de suspensión del rack al Jig
		3					1/cd	Posicionar soporte tope de suspensión
	0.80		1				1/cd	Transportarse de tope de suspensión al rack soporte delantero de ballesta
		1					1/cd	Tomar soporte delantero de ballesta
	1.20		1				1/cd	Llevar soporte delantero de ballesta del rack al Jig
		2					1/cd	Posicionar soporte delantero de ballesta
	0.80		1				1/cd	Transportarse de soporte delantero de ballesta al rack tercer soporte de cabina
		1					1/cd	Tomar el tercer soporte de cabina
	1.30		1				1/cd	Llevar el tercer soporte de cabina del rack al Jig
		1					1/cd	Posicionar tercer soporte de cabina
	3.00		4				1/cd	Transportarse de tercer sop. de cabina a la parte central izquierda del Jig
		3					1/cd	Accionar valvulas
	6		3				1/cd	Transportarse de la parte central del jig al rack riel central
		2					1/cd	Tomar el riel central
	1.10		2				1/cd	Llevar el riel central del rack al Jig
		3					1/cd	Posicionar el riel central
	0.70		2				1/cd	Transportarse de la parte central del jig al rack riel posterior
		3					1/cd	Tomar el riel posterior
	1.00		3				1/cd	Llevar el riel posterior del rack al Jig
		3					1/cd	Posicionar el riel posterior
TOTAL	19.35	34	22	0	0	0		

Fuente. Autores

Figura 45. D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 02

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado izquierdo					Estudio N° 1	Hoja N° 2	
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado					Comentario			
Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
	4.50		4				1/cd	Transportarse de la parte posterior del jig al soporte delantero de ballesta
		4					1/cd	Posicionar el pin en el soporte delantero de ballesta
	1.00		1				1/cd	Transportarse de soporte delantero de ballesta al rack cuarto sop. de cabina
		1					1/cd	Tomar el cuarto soporte de cabina
	0.90		1				1/cd	Llevar el cuarto soporte de cabina del rack al jig
		2					1/cd	Posicionar el cuarto soporte de cabina
	1.30		1				1/cd	Transportarse de cuarto soporte de cabina al rack segundo soporte de balde
		1					1/cd	Tomar el segundo soporte de balde
	0.70		1				1/cd	Llevar el segundo soporte de balde del rack al jig
		1					1/cd	Posicionar el segundo soporte de balde
	0.80		1				1/cd	Transportarse de segundo soporte de balde al rack tercer soporte de balde
		1					1/cd	Tomar el tercer soporte de balde
	1.10		1				1/cd	Llevar el tercer soporte de balde del rack al jig
		2					1/cd	Posicionar el tercer soporte de balde
	0.90		1				1/cd	Transportarse de tercer soporte de balde a la parte posterior del Jig
		7					1/cd	Accionar las válvulas (cerrar clamps) y verificar componentes
				24			1/cd	Verificar posicionamiento de componentes
	3.10		4				1/cd	Transportarse de la parte posterior del jig a la máquina soldadora
		8					1/cd	Tomar máquina soldadora y colocarse mascara de soldar y soldar soporte de amortiguador posterior
	0.55		1				1/cd	Transportarse de sop. de amortiguador al soporte posterior de ballesta
		9					1/cd	Soldar el soporte posterior de ballesta
	0.40		1				1/cd	Transporte de sop. posterior de ballesta al soporte de amortiguador posterior
		9					1/cd	Soldar el soporte de amortiguador posterior
	0.45		1				1/cd	Transportarse de sop. de amortiguador posterior al segundo soporte de balde
		10					1/cd	Soldar el segundo soporte de balde
	1.40		2				1/cd	Transportarse de segundo soporte de balde al cuarto soporte de cabina
		6					1/cd	Soldar el cuarto soporte de cabina
TOTAL	17.10	61	20	24	0	0		

Fuente. Autores

Figura 46. D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 03

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado izquierdo					Estudio N° 1	Hoja N° 3	
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo		Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado						Comentario		
Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>								
Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>								
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)					Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
	0.60		2				1/cd	Transportarse de cuarto soporte de cabina al soporte delantero de ballesta
		13					1/cd	Soldar el soporte delantero de ballesta
	0.30		2				1/cd	Transportarse de soporte delantero de ballesta a la unión entre riel posterior
		4					1/cd	Soldar la unión entre riel posterior y riel central
	1.30		3				1/cd	Transportarse de la unión entre riel posterior a la unión entre riel delantero
		17					1/cd	Soldar la unión entre riel central y riel delantero
	0.20		2				1/cd	Transportarse de la unión entre riel delantero al soporte lateral
		10					1/cd	Soldar el soporte lateral
	3.00		5				1/cd	Transportarse de soporte lateral al soporte inferior de mesa
		19					1/cd	Soldar el soporte inferior de mesa
	0.50		2				1/cd	Transportarse de soporte inferior de mesa al soporte superior de mesa
		17					1/cd	Soldar soporte superior de mesa
	0.60		1				1/cd	Transportarse de soporte superior de mesa al sop. de amortiguador delantero
		7					1/cd	Soldar el soporte de amortiguador delantero
	0.50		2				1/cd	Transportarse de soporte de amortiguador al soporte de motor
		11					1/cd	Soldar soporte de motor
	0.90		4				1/cd	Transportarse de soporte de motor al soporte de parachoques
		17					1/cd	Soldar soporte de parachoques
	3.50		8				1/cd	Transportarse de soporte de parachoques a las válvulas parte central
		5					1/cd	Abrir válvulas accionadas
	4.10		10				1/cd	Transportarse de la parte central a la parte posterior de Jig
		21					1/cd	Realizar el marcado y autoinspección de la soldadura
	1.00		4				1/cd	Transportarse de la parte posterior a la parte central de Jig
		7					1/cd	Colocar cadenas
TOTAL	16.5	148	45	0	0	0	1/cd	

Fuente. Autores

Figura 47. D.A.P propuesto ensamble de lateral rh operario izquierdo hoja 04

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
Empresa: "Metaltronic s.a."	Operación: Posicionar soportes del larguero RH lado izquierdo			Estudio N° 1	Hoja N° 4		
Departamento: Producción	Operario: Izquierdo	Analistas : Walter Sánchez Marcelo Mata		Método: Propuesto	Fecha: 12/09/2011		
Marque el método y tipo apropiado				Comentario			
Método : Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> Tipo : Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/>							
Símbolos	Distancia (m)	TIEMPO (Seg)				Unidades consideradas	Descripción del proceso
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	
CUADRO DE RESUMEN							
ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (segundos)			
Operación		38	---	243			
Transporte		38	52,95	87			
Inspección		1	---	24			
Demora		---	---	---			
Almacenaje		1	---	---			
TOTAL		78	52,95	354			

Fuente. Autores

Estos diagramas de análisis del proceso propuestos son el resultado del proceso de optimización de la línea de ensamble, con lo cual tenemos los tiempos propuestos de cada actividad de las operaciones de las estaciones de rieles y chasis. Procedemos a realizar el cálculo del tiempo tipo propuesto de los laterales LH y RH.

Para ejemplarizar el proceso para la determinación de los tiempos tipo propuesto se realiza el cálculo para el operario izquierdo del lateral RH.

Determinación del tiempo tipo propuesto lateral rh operario izquierdo

Para el cálculo del tiempo normal se tomo como factor de valoración 1 ya que el operario trabaja a ritmo normal, es decir ni muy rápido ni muy lento.

$$\mathbf{T\ normal = T\ medio * F\ valoración}$$

$$\mathbf{T\ normal = 5' 54" * 1}$$

$$\mathbf{T\ normal = 5' 54"}$$

Para el cálculo del tiempo tipo se incluyen los suplementos 2% de retrasos en los trabajos debido a que las actividades finales de cada estación deben terminar en tiempos similares para enviar el producto semielaborado a la siguiente estación, 5% de necesidades personales debido a que en la línea trabaja personal masculino y es necesario contar con este tiempo, no se incluyen la fatiga debido a los dos recesos en el turnos de trabajo.

$$\mathbf{T\ tipo = T\ normal + \% S * T\ normal}$$

$$\mathbf{T\ tipo = 5,54 + (7\% \times 5,54)}$$

$$\mathbf{T\ tipo = 6' 19"}$$

Para el cálculo de los tiempos tipo propuesto se va a utilizar los porcentajes de valoración y los suplementos similares a los empleados en el cálculo descrito anteriormente, debido a que estos porcentajes son para la línea de ensamble.

Determinación del tiempo tipo propuesto lateral rh operario derecho

$$T \text{ normal} = T \text{ medio} * F \text{ valoración}$$

$$T \text{ tipo} = T \text{ normal} + \% S * T \text{ normal}$$

$$T \text{ normal} = 5' 48'' * 1$$

$$T \text{ tipo} = 5' 48'' + (7\% \times 5' 48'')$$

$$T \text{ normal} = 5' 48''$$

$$T \text{ tipo} = 6' 12''$$

Determinación del tiempo tipo propuesto lateral lh operario derecho

$$T \text{ normal} = T \text{ medio} * F \text{ valoración}$$

$$T \text{ tipo} = T \text{ normal} + \% S * T \text{ normal}$$

$$T \text{ normal} = 6' 07'' * 1$$

$$T \text{ tipo} = 6' 07'' + (7\% \times 6' 07'')$$

$$T \text{ normal} = 6' 07''$$

$$T \text{ tipo} = 6' 33''$$

Determinación del tiempo tipo propuesto lateral LH operario izquierdo

$$T \text{ normal} = T \text{ medio} * F \text{ valoración}$$

$$T \text{ tipo} = T \text{ normal} + \% S * T \text{ normal}$$

$$T \text{ normal} = 6' 15'' * 1$$

$$T \text{ tipo} = 6' 15'' + (7\% \times 6' 15'')$$

$$T \text{ normal} = 6' 15''$$

$$T \text{ tipo} = 6' 41''$$

A continuación se presenta en la Tabla 14 un resumen del cálculo del tiempo tipo propuesto de los cuatro operadores de los lateraleslh y rh que han sido detectados en el análisis actual como puestos conflictivo

Tabla 14. Resumen del cálculo de tiempo tipo propuesto de laterales lh y rh

Tiempo Tipo Propuesto				
Estación	Operación	Tiempo Normal	Suplementos 7% (min)	Tiempo tipo (min)
Lateral LH	Posicionar soportes de larguero Lh lado derecho	6' 07"	0' 26"	6' 33"
	Posicionar soportes de larguero Lh lado izquierdo	6' 15"	0' 26"	6' 41"
Lateral RH	Posicionar soportes de larguero Rh lado izquierdo	5' 54"	0' 25"	6' 19"
	Posicionar soportes de larguero Rh lado derecho	5' 48"	0' 24"	6' 12"

Fuente. Autores

4.2.2 Diagrama de recorrido. Con el nuevo método de trabajo del ensamble se evitan los transportes innecesarios, disminuyendo así los tiempos utilizados en el ensamble de rieles y chasis, ver Anexos L, M y N.

4.3 Diagrama de distribución de estaciones de trabajo

Se realizó el diagrama de la ordenación física de los elementos industriales propuesta para la línea de ensamblaje, incluyen los espacios necesarios para el manejo y almacenamiento de los materiales, también los equipos utilizados en el proceso. Para realizar esta diagramación se realiza las siguientes actividades:

Se realiza la codificación de los puestos de trabajo y de la maquinaria utilizada en la línea como se indica en la Tabla 15 y 16.

Tabla 15. Codificación propuesta de los puestos de trabajo y maquinaria lateral lh

Codificación de los puestos de trabajo y maquinaria	
Número	Detalle
1	Soporte posterior de ballesta, primer soporte de balde y soporte de amortiguador posterior
2	Soporte de tope suspensión, tercer soporte de cabina y tercero de balde
3	Soporte de cañería combustible y soporte lateral
4	Soporte inferior de ballesta, cuarto soporte de cabina y segundo soporte de balde
5	Válvulas del jig central
6	Riel central, posterior y delantero
7	jig parte posterior derecha
8	jig parte central derecha
9	jig parte delantera derecha
10	Almacenamiento RH
11	Espera
12	Jig parte posterior izquierdo
13	Jig parte central izquierdo
14	Jig parte delantera izquierdo
15	Válvulas del jig posterior
16	Segundo soporte de cabina, soporte inferior de mesa
17	Soporte lateral, soporte superior de masa
18	Primer soporte de cabina, soporte motor
19	Soporte parracheo, soporte de amortiguador delantero
20	Almacenamiento LH

Fuente. Autores

Tabla 16. Codificación propuesta de los puestos de trabajo y maquinaria lateral rh

Codificación de los puestos de trabajo y maquinaria	
Número	Detalle
1	Soporte posterior de ballesta, cuarto soporte de cabina
2	Tercer soporte de balde
3	Soporte de amortiguador posterior, soporte tope de suspensión
4	Soporte delantero de ballesta, segundo soporte de balde, tercer soporte de cabina
5	Válvulas del jig central
6	Riel central, posterior y delantero
7	jigo parte posterior derecha
8	jig parte central derecha
9	jig parte delantera derecha
10	Almacenamiento RH
11	Soldadora
12	Jig parte posterior izquierdo
13	Jig parte central izquierdo
14	Jig parte delantera izquierdo
15	Válvulas del jig posterior
16	Segundo soporte de cabina, soporte inferior de mesa
17	Soporte lateral, soporte superior de masa
18	Primer soporte de cabina, soporte motor
19	Soporte parrachoque, soporte de amortiguador delantero
20	Almacenamiento RH

Fuente. Autores

Luego de haber identificado y codificado los puestos de trabajo se forma una tabla de doble entrada, en el que pondremos los números correspondientes a cada puesto de trabajo, tanto en las cabeceras de las filas como en las de las columnas. Y se cuenta las veces que va cada material o semielaborado de un lugar a otro, anotándolo en la casilla correspondiente.

Para este estudio se utilizan los diagramas de análisis del proceso propuestos de los laterales que han sido identificados como cuellos de botella, El lateral LH con los operarios derecho e izquierdo forma las dos Tablas 17 y 18, el mismo proceso se realiza con el lateral RH en las Tablas 19 y 20.

Tabla 17. Movimientos de ensamble del lateral lh lado derecho

Lateral LH lado derecho																				
De A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	---	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	---	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	---	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	---	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	---	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
7	2	3	1	3	1	0	---	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	---	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---

Fuente. Autores

Tabla 18. Movimientos de ensamble del lateral lh lado izquierdo

Lateral LH lado izquierdo																				
De A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	1	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	---	1	0	0	0	1	1	0
14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	---	0	2	2	1	1	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	---	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	---	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	---	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	---	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	---	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	---

Fuente. Autores

Tabla 19. Movimientos de ensamble del lateral rh lado derecho

Lateral RH lado derecho																				
De A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	---	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	1	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	1	0	1	---	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	---

Fuente. Autores

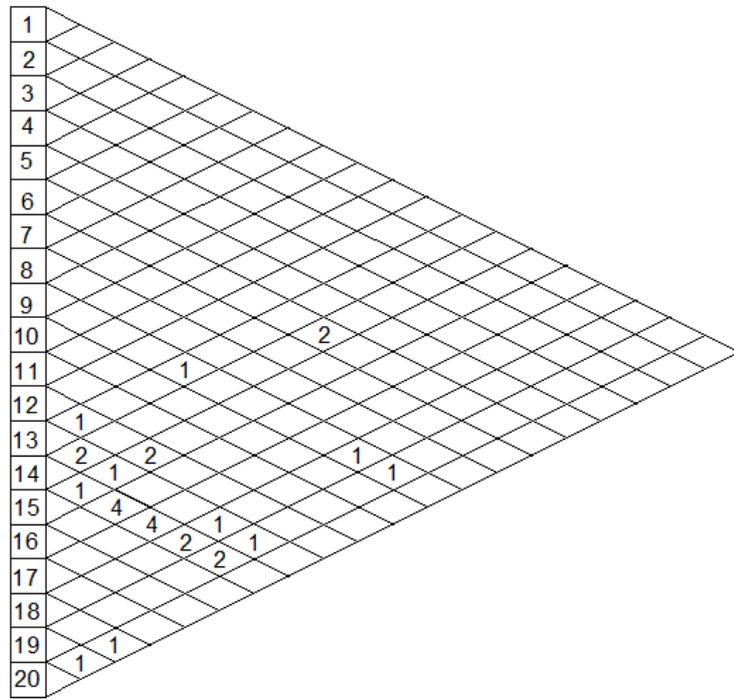
Tabla20. Movimientos de ensamble del lateral rh lado izquierdo

Lateral RH lado izquierdo																				
De A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	---	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	---	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	---	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	---	2	0	1	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	---	1	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	---	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---

Fuente. Autores

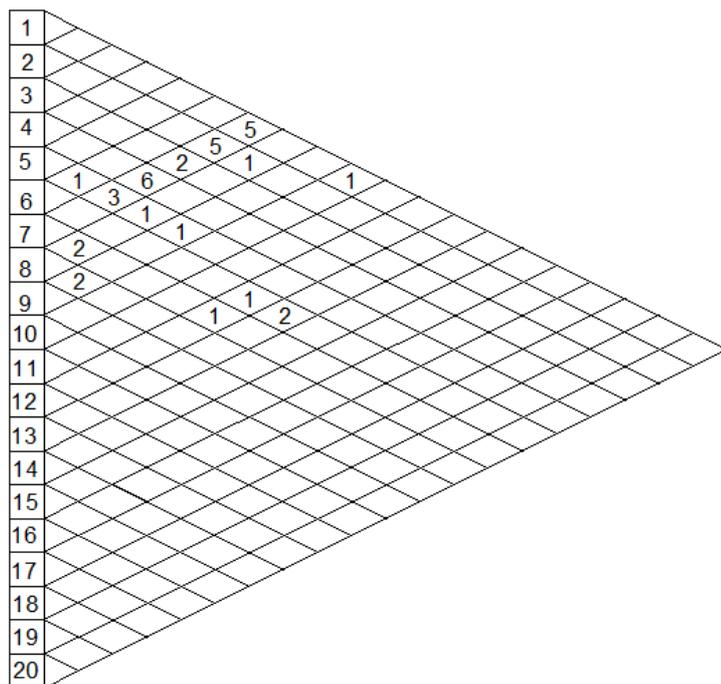
Con la suma de los movimientos en los dos sentidos entre cada puesto de trabajo se forman las tablas triangulares de cada operario de los laterales LH y RH.

Figura 48. Tabla triangular del lateral lh lado derecho



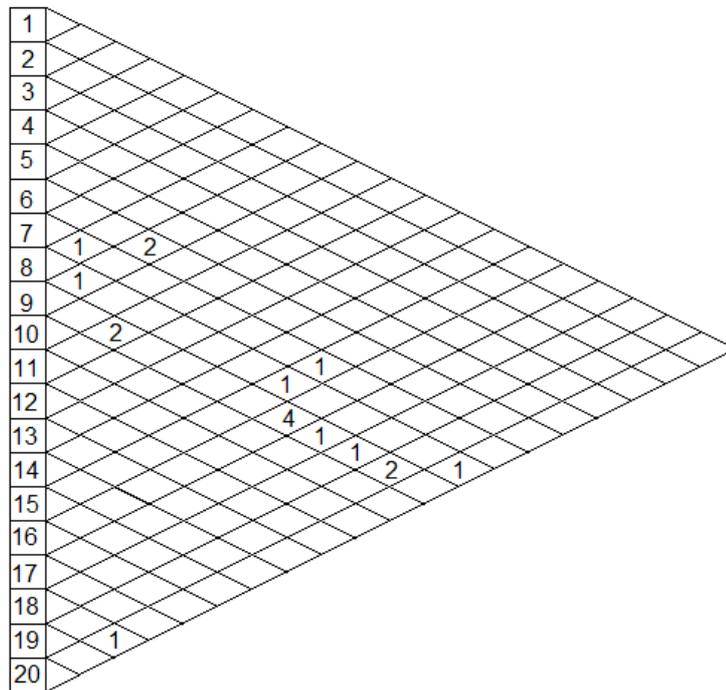
Fuente. Autores

Figura 49. Tabla triangular del lateral lh lado izquierdo



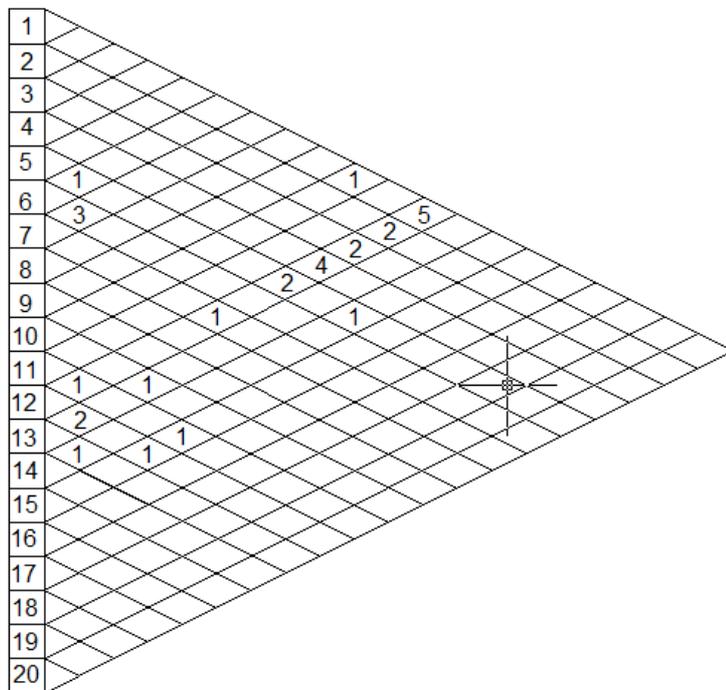
Fuente. Autores

Figura 50. Tabla triangular del lateral rh lado derecho



Fuente. Autores

Figura 51. Tabla triangular del lateral rh lado izquierdo



Fuente. Autores

Se forman las tablas de ponderación de los movimientos con los porcentajes señalados, entre cada lugar de trabajo de los dos operarios del lateral LH, el proceso es igual para el lateral RH como se muestra en las Tablas 21 y 22.

Tabla 21. Tabla de ponderación de movimientos de los laterales lh

Puesto	Lateral LH lado derecho (20%)		Lateral LH lado izquierdo (20%)		Factor de ponderación	Total de movimientos.
5-6	1	0.2%	-	-	10	2
5-7	3	0.2%	-	-	10	6
4-7	6	0.2%	-	-	10	12
3-7	2	0.2%	-	-	10	4
2-7	5	0.2%	-	-	10	10
1-7	5	0.2%	-	-	10	10
2-8	1	0.2%	-	-	10	2
5-8	1	0.2%	-	-	10	2
7-8	2	0.2%	-	-	10	4
5-9	1	0.2%	-	-	10	2
8-9	2	0.2%	-	-	10	4
1-10	1	0.2%	-	-	10	2
6-12	1	0.2%	-	-	10	2
7-12	1	0.2%	-	-	10	2
6-13	2	0.2%	-	-	10	4
9-13			1	0.2%	10	2
12-13			1	0.2%	10	2
6-14			2	0.2%	10	4
13-14			2	0.2%	10	4
12-15			2	0.2%	10	4
13-15			1	0.2%	10	2
14-15			1	0.2%	10	2
14-16			4	0.2%	10	8
14-17			4	0.2%	10	8
9-18			1	0.2%	10	2
13-18			1	0.2%	10	2
14-18			2	0.2%	10	4
9-19			1	0.2%	10	2
13-19			1	0.2%	10	2
14-19			2	0.2%	10	4
18-20			1	0.2%	10	2
19-20			1	0.2%	10	2
					TOTAL	124

Fuente. Autores

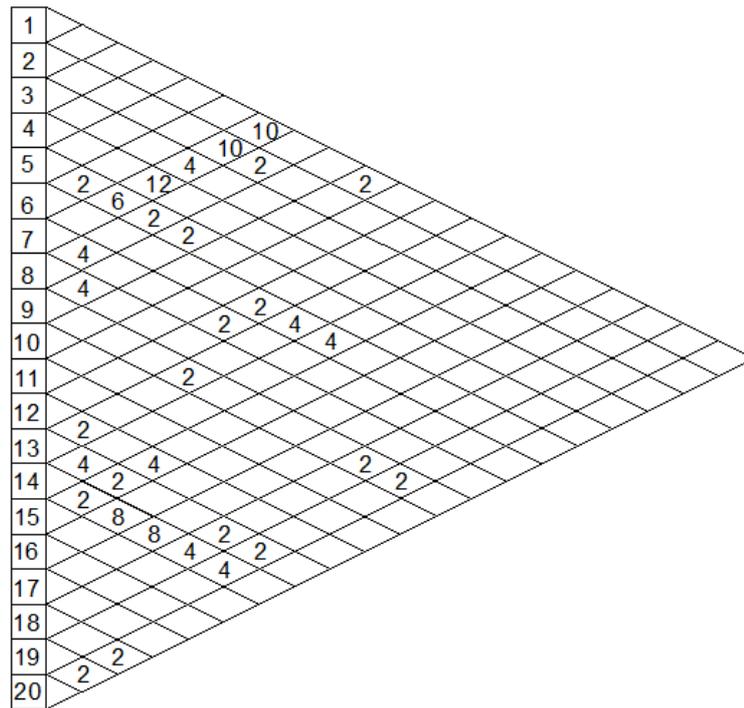
Tabla 22. Tabla de ponderación de movimientos de los laterales rh

Puesto	Lateral RH lado derecho (20%)		Lateral RH lado izquierdo (20%)		Factor de ponderación	Total de movimientos.
6-9	2	0.2%	-	-	10	4
8-9	1	0.2%	-	-	10	2
7-8	1	0.2%	-	-	10	2
9-11	2	0.2%	-	-	10	4
7-15	1	0.2%	-	-	10	2
8-15	1	0.2%	-	-	10	2
9-16	4	0.2%	-	-	10	8
9-17	1	0.2%	-	-	10	2
9-18	1	0.2%	-	-	10	2
9-19	2	0.2%	-	-	10	4
8-20	1	0.2%	-	-	10	2
18-20	1	0.2%	-	-	10	2
5-6			1	0.2%	10	2
6-7			3	0.2%	10	6
1-10			1	0.2%	10	2
1-12			5	0.2%	10	10
2-12			2	0.2%	10	4
3-12			2	0.2%	10	4
4-12			4	0.2%	10	8
5-12			2	0.2%	10	4
7-12			1	0.2%	10	2
11-12			1	0.2%	10	2
10-13			1	0.2%	10	2
12-13			2	0.2%	10	4
5-14			1	0.2%	10	2
13-14			1	0.2%	10	2
11-15			1	0.2%	10	2
12-15			1	0.2%	10	2
					TOTAL	94

Fuente. Autores

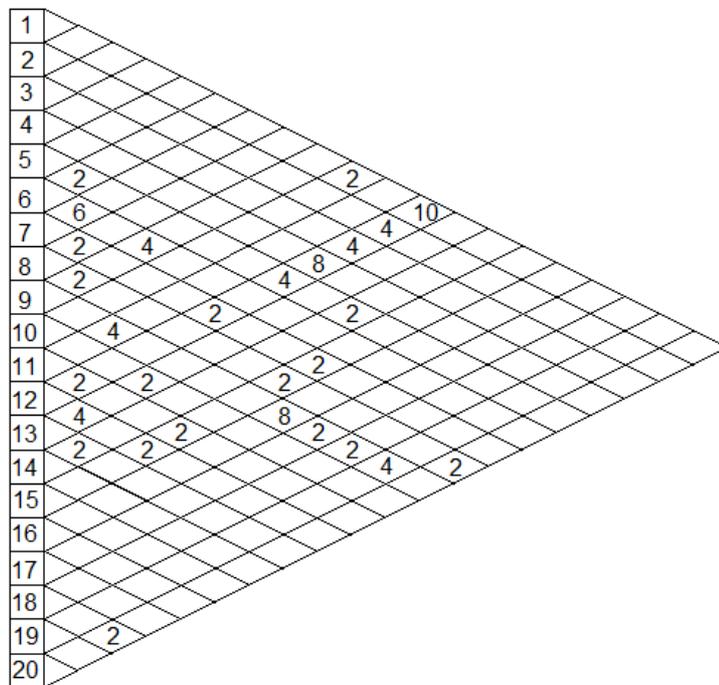
Se forman las tablas triangulares de los laterales LH y RH a partir de los datos obtenidos en las Tablas 21 y 22 de ponderación de movimientos, como se muestra en las Figuras 24 y 25.

Figura 52. Tabla triangular del lateral lh



Fuente. Autores

Figura 53. Tabla triangular del lateral rh



Fuente. Autores

Conocidos el numero de movimientos se prepara una tabla de resumen del lateral LHtabla23 y del lateral RHtabla 24, ordenando de mayor a menor el numero de movimientos.

Tabla 23. Tabla de resumen de movimientos del lateral lh

Relaciones	Movimientos	Porcentaje %
4-7	12	9,68%
2-7	10	8,06%
1-7	10	8,06%
14-16	8	6,45%
14-17	8	6,45%
5-7	6	4,84%
3-7	4	3,23%
7-8	4	3,23%
8-9	4	3,23%
6-13	4	3,23%
6-14	4	3,23%
13-14	4	3,23%
14-18	4	3,23%
14-19	4	3,23%
12-15	4	3,23%
5-6	2	1,61%
2-8	2	1,61%
5-8	2	1,61%
5-9	2	1,61%
1-10	2	1,61%
6-12	2	1,61%
7-12	2	1,61%
9-13	2	1,61%
12-13	2	1,61%
13-15	2	1,61%
14-15	2	1,61%
9-18	2	1,61%
13-18	2	1,61%
9-19	2	1,61%
13-19	2	1,61%
18-20	2	1,61%
19-20	2	1,61%

Fuente. Autores

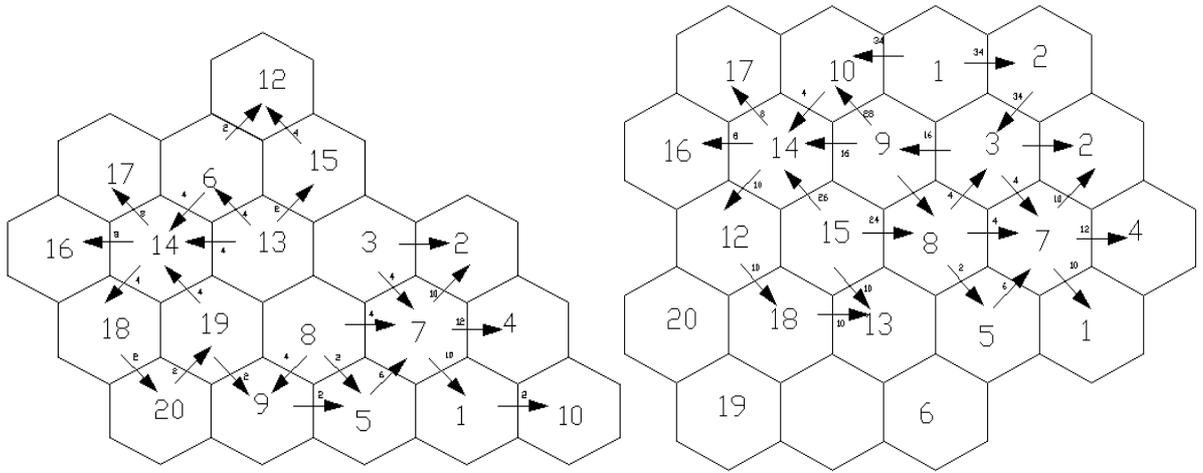
Tabla 24. Tabla de resumen de movimientos del lateral rh

Relaciones	Movimientos	Porcentaje %
1-12	10	10,64%
4-12	8	8,51%
9-16	8	8,51%
6-7	6	6,38%
2-12	4	4,26%
3-12	4	4,26%
5-12	4	4,26%
12-13	4	4,26%
6-9	4	4,26%
9-11	4	4,26%
9-19	4	4,26%
8-9	2	2,13%
7-8	2	2,13%
7-15	2	2,13%
8-15	2	2,13%
9-17	2	2,13%
9-18	2	2,13%
8-20	2	2,13%
10-20	2	2,13%
5-6	2	2,13%
1-10	2	2,13%
7-12	2	2,13%
11-12	2	2,13%
10-13	2	2,13%
5-14	2	2,13%
13-14	2	2,13%
11-15	2	2,13%
12-15	2	2,13%

Fuente. Autores

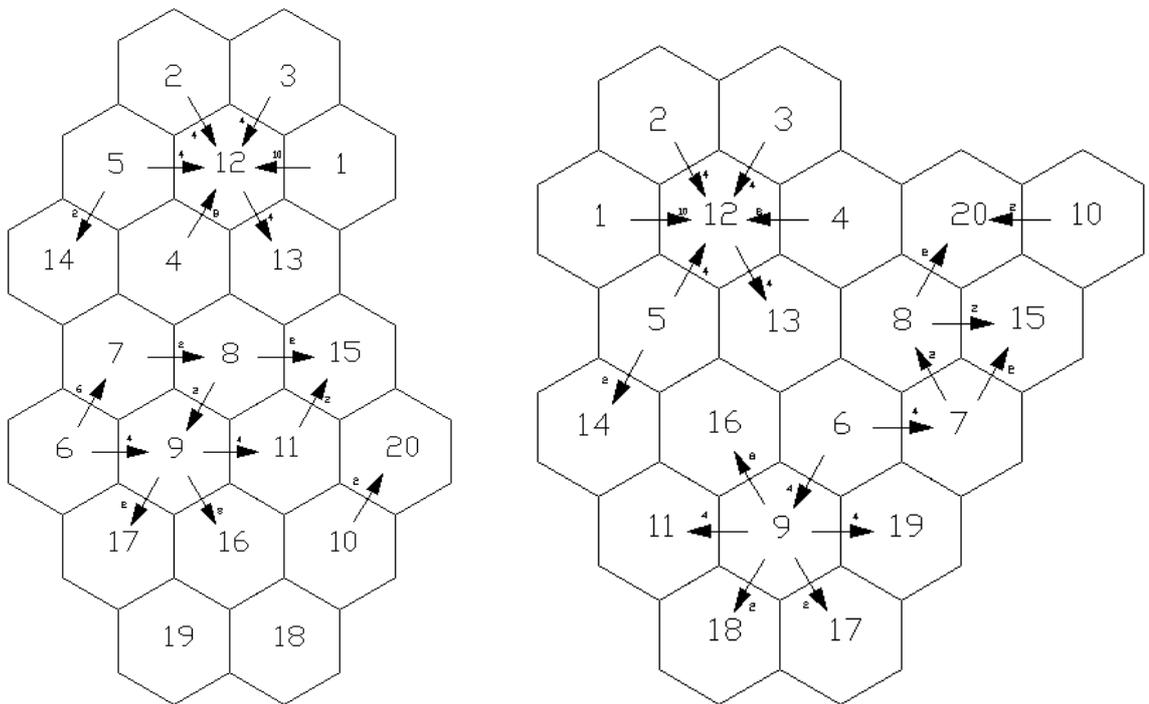
Se inicia un primer planteamiento de los puestos de trabajo, empleando hexágonos que representara cada uno de los puestos de trabajo. En este primer tanteo, se procura dejar en contacto los hexágonos que representen los puestos de trabajo que tengan los mayores movimientos de relación entre ellos. Se hace un croquis de esta primera distribución, y siempre teniendo en cuenta la tabla anterior, se hacen varias combinaciones de situaciones de los puestos de trabajo como se muestra en las Figuras 26 y 27.

Figura 54. Diagramas de proximidad teóricos del lateral lh



Fuente. Autores

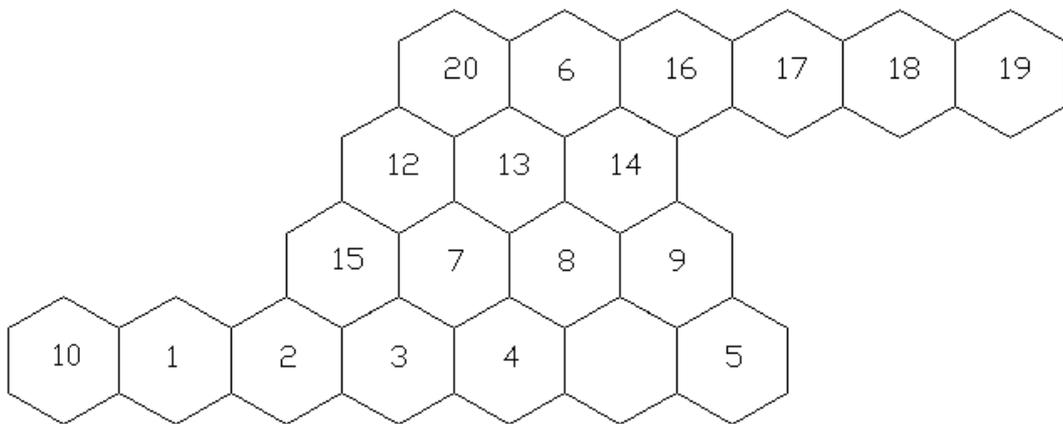
Figura 55. Diagramas de proximidad teóricos del lateral rh



Fuente. Autores

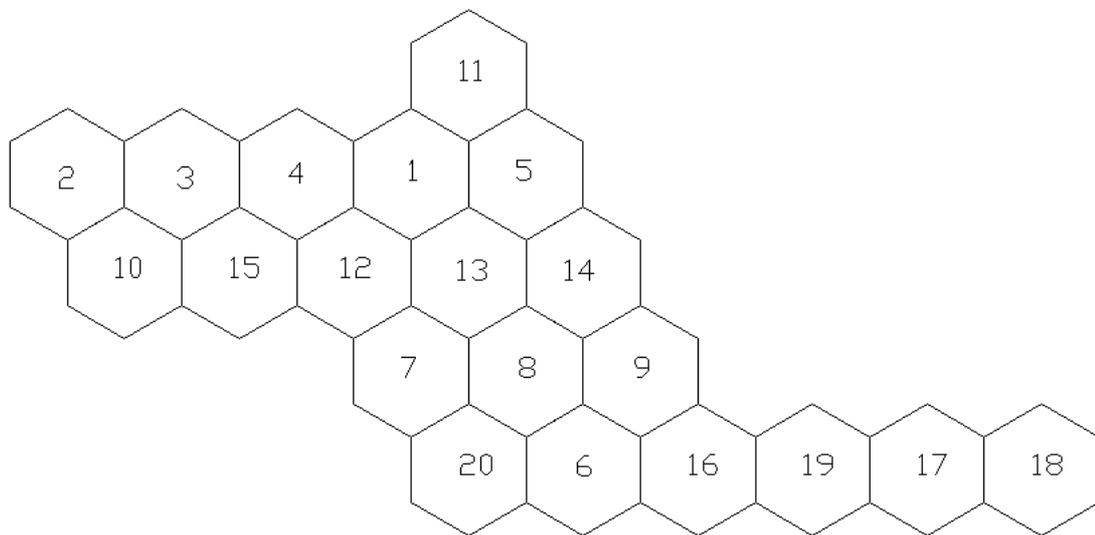
Al tener los diagramas de proximidad teóricos, formamos un diagrama de proximidad Real basándonos en los lugares que podemos mover para una distribución final como se indica en las Figuras 28 y 29.

Figura 56. Diagrama de proximidad real del lateral lh



Fuente. Autores

Figura 57. Diagrama de proximidad real del lateral rh



Fuente. Autores

Una vez bosquejada la situación relativa de los puestos de trabajo, vamos a situarlos realmente. Para esto es necesario conocer la superficie necesaria en la planta.

Para calcular la superficie necesaria en planta, se calcula primero la superficie necesaria por cada puesto de trabajo, teniendo en cuenta que no solo es necesario espacio para la maquina y el operario, sino para los elementos auxiliares, como armario para guardar los accesorios de la maquina, estantes para dejar las piezas, etc. Como se muestra en la tabla 25 y 26.

Tabla 25. Superficie necesaria en planta lateral lh

Maquina o puesto de trabajo	Dimensiones			Superficie necesaria		
	Alto (1)	Ancho (2)	Largo (3)	Maquina (4)=(2)x(3)	Operario y mesas (5)	Total (6)=(4)+(5)
Jig LH	1.30	2.05	5.00	10.25m ²	7.00m ²	17.25m ²
Rack 1	1.60	0.87	1.80	1.57m ²	2.50m ²	4.07m ²
Rack 2	1.70	1.11	2.20	2.44m ²	3.8m ²	6.24m ²
Rack 3	1.60	0.84	1.90	1.60m ²	1.20m ²	2.80m ²
Soldadora	1.00	0.60	0.90	0.54m ²	1.00m ²	1.54m ²
Soldadora	1.00	0.60	0.90	0.54m ²	1.00m ²	1.54m ²
TOTAL						33.44m²

Fuente. Autores

Tabla 26. Superficie necesaria en planta lateral rh

Maquina o puesto de trabajo	Dimensiones			Superficie necesaria		
	Alto (1)	Ancho (2)	Largo (3)	Maquina (4)=(2)x(3)	Operario y mesas (5)	Total (6)=(4)+(5)
Jig RH	1.30	2.05	5.00	10.25m ²	7.00m ²	17.25m ²
Rack 1	1.60	0.87	1.80	1.57m ²	2.50m ²	4.07m ²
Rack 2	1.70	1.11	2.20	2.44m ²	3.8m ²	6.24m ²
Rack 3	1.60	0.84	1.90	1.60m ²	1.20m ²	2.80m ²
Soldadora	1.00	0.60	0.90	0.54m ²	1.00m ²	1.54m ²
Soldadora	1.00	0.60	0.90	0.54m ²	1.00m ²	1.54m ²
TOTAL						33.44m²

Fuente. Autores

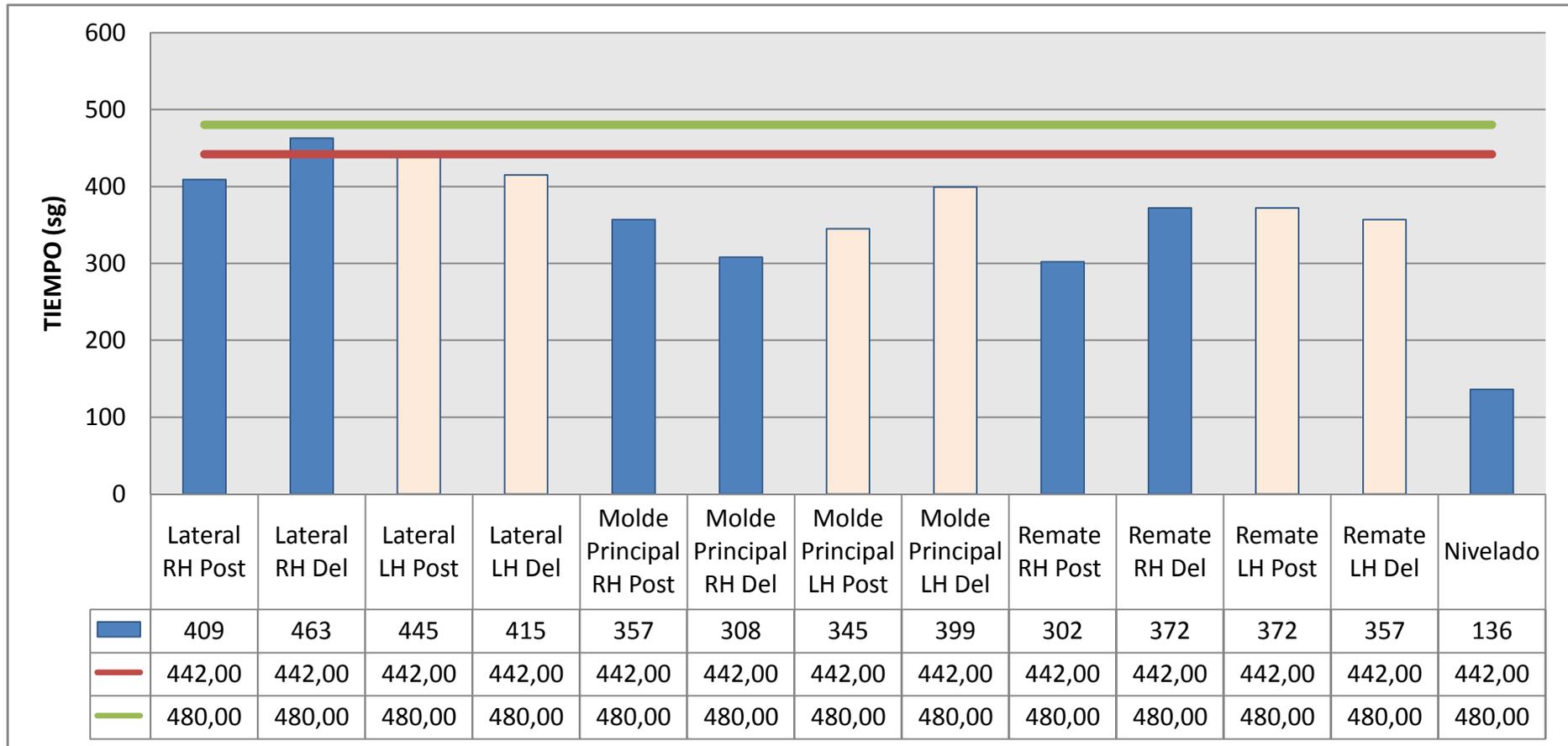
De acuerdo a la forma adoptada por la distribución de planta propuesta, se representa en el chitefol propuesto ver AnexoO.El diagrama de distribución propuesto se muestra en el Anexo Q.

4.4 Balanceo de líneas de producción

Las estaciones de trabajo en sus tiempos de ciclo deben estar lo mas próximos al takt time, para el proceso de balanceo de línea se conocen las operaciones y los tiempos necesarios para cada estación, 12 operadores con un takt time de 401 segundos para una demanda de 66 chasis y un tiempo de ciclo de 4487 segundos en el ensamblaje de chasis.

Se realiza la gráfica de balanceo actual de las operaciones de ensamble de chasis.

Figura 58. Gráfica de balanceo actual del ensamble de chasis



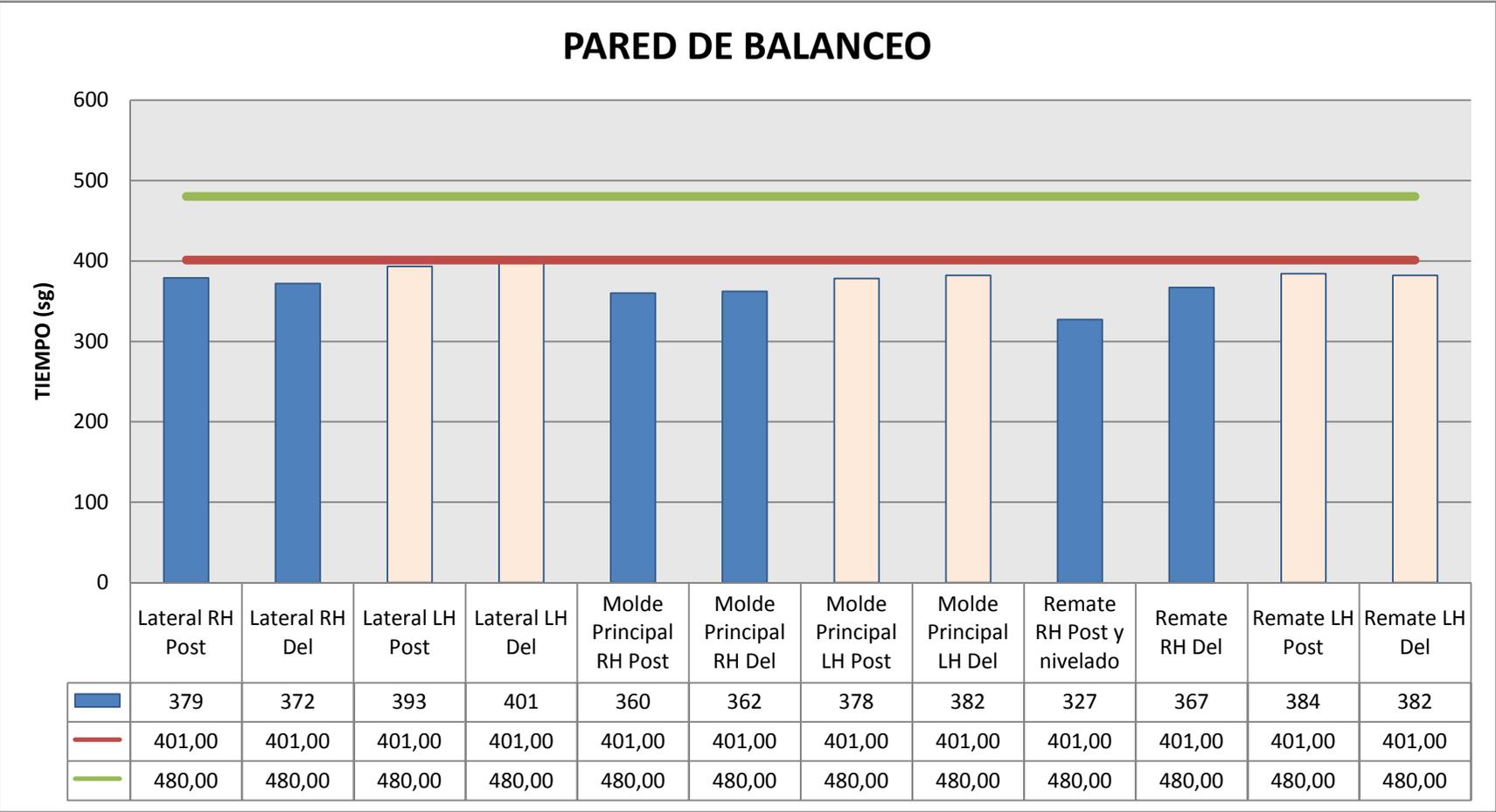
Fuente. Autores

Para determinar el número de operadores se divide el tiempo de ciclo total del chasis entre el takt time.

$$\text{Numero de operadores necesarios} = 4487 \text{ seg.} / 401 \text{ seg.} = 11.19$$

Se requieren de 11.19 personas, lo cual quiere decir que se cuenta con más del número necesario de operarios, ya que se requieren doce para que puedan manejar el proceso. Este hecho representa un problema, pero también un área de oportunidad para mejorar el proceso. Si se eliminara el suficiente desperdicio en el proceso, se lograría hacer todo con once operadores; además se mantendría el costo de trabajo directo por parte y no se requería de otra persona. Según el pensamiento esbelto, cuando se saca el número de operadores y el decimal obtenido tiene un valor que es menor o igual a 0.5 (en este caso, 0.19) es un buen indicador, ya que se podrá trabajar para eliminar el operador de más y disminuir los desperdicios. En el proceso de mejora, cada uno de estos operadores debe decir que es lo que requieren para hacer una parte dentro de los 401 segundos. Entonces, el tiempo de ciclo total debe ser menor o igual a 4487 segundos. La solución debe ser la repartición de las operaciones para lograr concluir el trabajo en los 401 segundos.

Figura 59. Gráfica de balanceo propuesta del ensamble de chasis



Fuente. Autores

4.5 Resultados

Con la optimización del proceso de ensamble de rieles y chasis se logra disminuir los tiempos de ciclo. La estandarización propuesta se indica en los diferentes diagramas que se consideran necesarios para una correcta aplicación en la línea de ensamble.

Tabla 27. Tabla de resumen de los tiempos propuestos en el ensamble de rieles

Estaciones de trabajo	Demanda Diaria	Tiempo Ciclo	No de Turnos	Horas por turno	Tiempo Disponible	Tiempo disponible - Paradas Planificadas	Takt Time Teórico (min)	Paradas No Planificadas (min) 5%	Tiempo real disponible (min)	Takt Time Real (seg)
Tuercas y Refuerzos RH Post Interna	66	196	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Tuercas y Refuerzos RH Post Externa	66	58	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Tuercas y Refuerzos RH Del Interna	66	146	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Tuercas y Refuerzos RH Del Externa	66	173	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Tuercas y Refuerzos LH Post Interna	66	223	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Tuercas y Refuerzos LH Post Externa	66	47	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Tuercas y Refuerzos LH Del Interna	66	179	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Tuercas y Refuerzos LH Del Externa	66	247	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Ensamble Riel Delantera RH Operario 1	66	372	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Ensamble Riel Delantera RH Operario 2	66	412	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Ensamble Riel Delantera LH Operario 1	66	323	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Ensamble Riel Delantera LH Operario 2	66	323	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Ensamble Riel Posterior RH Operario 1	66	213	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Ensamble Riel Posterior RH Operario 2	66	240	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Ensamble Riel Posterior LH Operario 1	66	243	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Ensamble Riel Posterior LH Operario 2	66	230	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Ensamble Riel Central LH Operario 1	66	87	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Ensamble Riel Central RH Operario 1	66	160	1	8	28800	28800	480,00	24	456,00	414,00
Tiempo de ciclo en el ensamble de rieles	3873 segundos									

Fuente. Autores

Tabla 28. Tabla de resumen de los tiempos propuestos en el ensamble de chasis

Estaciones de trabajo	Demanda Diaria	Tiempo Ciclo	No de Turnos	Horas por turno	Tiempo Disponible	Tiempo disponible - Paradas Planificadas	Takt Time Teórico (min)	Paradas No Planificadas (min) 7%	Tiempo real disponible (min)	Takt Time Real (seg)
Lateral RH Post	66	379	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Lateral RH Del	66	372	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Lateral LH Post	66	393	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Lateral LH Del	66	401	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Molde Principal RH Post	66	360	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Molde Principal RH Del	66	362	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Molde Principal LH Post	66	378	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Molde Principal LH Del	66	382	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Remate RH Post y nivelado	66	327	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Remate RH Del	66	367	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Remate LH Post	66	384	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Remate LH Del	66	382	1	8	28800	28800	480,00	38	442,00	401,00
Tiempo de ciclo en el ensamble de Chasis	4487 segundos									

Fuente. Autores

El ritmo de trabajo de la línea es el mas alto de las estaciones de trabajo, en este caso es 401 segundos. El tiempo total de ensamble de rieles y chasis hasta obtener el producto terminado es de 8360 segundos, es decir 139,20 minutos por chasis.

Conocidos los ritmos de trabajo actual y propuesto, se determina el porcentaje de mejora en la línea

$$Mejora = \frac{(\text{Ritmo trabajo actual} - \text{Ritmo trabajo propuesto})}{\text{Ritmo trabajo actual}} \times 100$$

$$Mejora = \frac{(453 - 401)}{453} \times 100$$

$$Mejora = 11.48\%$$

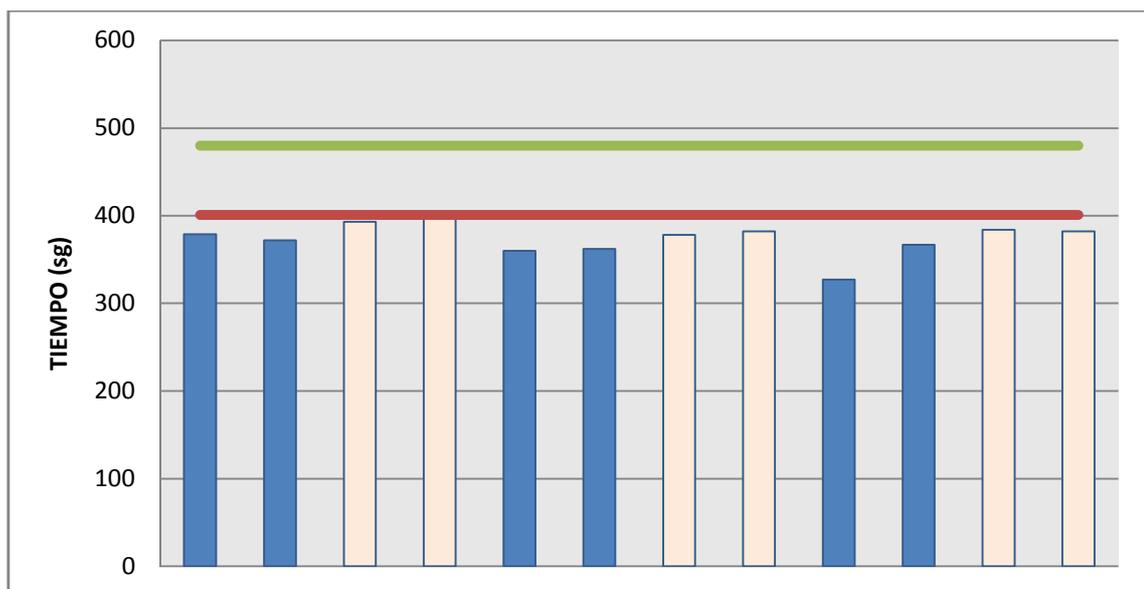
Para determinar la capacidad de producción de la línea con la optimización de sus procesos se tiene los siguientes datos: ritmo de trabajo 401 segundos, 442 minutos por turno, es decir 26520 segundos.

$$\text{Chasis por turno} = \frac{26520 \text{ segundos}}{401 \text{ segundos}}$$

$$\text{Chasis por turno} = 66,13 \text{ unidades}$$

El balanceo de línea de ensamble de chasis se realiza con la reorganización de las actividades del proceso para tener tiempos similares, estos tiempos deben ser inferiores al takt time real como se puede observar en la Figura 23.

Figura 60. Gráfica de balanceo de la línea de ensamble de chasis



Fuente. Autores

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS ECONÓMICO - PRODUCTIVO

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad es aumentando su productividad. Y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios.

Del costo total a cubrir en una empresa típica de manufactura de productos metálicos, 15% es para mano de obra directa, 40% para gastos generales. Se debe comprender claramente que todos los aspectos de un negocio o industria: ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración son áreas fértiles para la aplicación de métodos, estudio de tiempos y sistemas adecuados de pago de salarios.

Hay que recordar que las filosofías y técnicas de métodos, estudio de tiempos y sistemas de pago de salarios son igualmente aplicables en industrias no manufactureras. Por ejemplo: Sectores de servicio como hospitales, organismos de gobierno y transportes. Siempre que hombres, materiales e instalaciones se conjugan para lograr un cierto objetivo la productividad se puede mejorar mediante la aplicación inteligente de los principios de métodos, estudios de tiempos y sistema de pago de salarios.

5.1 Indicadores técnicos

5.1.1 *Indicadores de productividad.* Con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el Índice de Productividad (P) como punto de comparación:

$$P = 100 * (\text{Productividad observada}) / (\text{Estándar de productividad})$$

La productividad observada es la productividad medida durante un periodo definido (día, semana, mes, año) en un sistema conocido (taller, empresa, sector económico,

departamento, mano de obra, energía, país) El estándar de productividad es la productividad base o anterior que sirve de referencia.

Cálculo de la productividad actual

Los datos obtenidos en el CAPÍTULO III nos servirán como base para realizar el cálculo de la productividad de rieles y chasis.

Para la línea de ensamblaje el horario de trabajo es de 07h00 a 15h45, disponiendo de 525 minutos de lo cual se necesita 5 minutos para la reunión del equipo de trabajo al comienzo del día, 10 minutos de refrigerio a las 10h20 y 30 minutos para el almuerzo. Es decir se dispone de 480 minutos y el 8% de paradas no planificadas por lo cual nos resulta 442 minutos (7,36 Horas) para el proceso de ensamble en la línea.

Tabla 29. Producción obtenida actual

Producto	Producción actual
	Producción obtenida por turno /8 Horas
Rieles	58
Chasis	58

Fuente. Autores

- Rieles

$$Productividad\ física = \frac{58\ rieles}{7,36\ Horas}$$

$$Productividad\ física = 7,88\ rieles/hora$$

- Chasis

$$Productividad\ física = \frac{58\ chasis}{7,36\ horas}$$

$$Productividad\ física = 7,88\ chasis/hora$$

Cálculo de la productividad histórica

Los datos de la producción histórica del 2007 al 2011 nos servirán como base para obtener la productividad histórica de rieles y chasis.

Tabla 30. Producción obtenida en base a los informes de producción

Producto	Producción histórica
	Producción obtenida por turno /8 Horas
Rieles	48
Chasis	48

Fuente. Autores

- Rieles

$$Productividad\ física = \frac{48\ rieles}{7,36\ horas}$$

$$Productividad\ física = 6,52\ rieles/hora$$

- Chasis

$$Productividad\ física = \frac{48\ chasis}{7,36\ horas}$$

$$Productividad\ física = 6,52\ chasis/hora$$

Cálculo de la productividad propuesta

Los datos obtenidos en el CAPÍTULO IV nos servirán como base para realizar el cálculo de la productividad propuesta. Para este caso también se logró disminuir la mano de obra (una persona) en la estación del nivelado.

Tabla 31. Producción obtenida con el método propuesto

Producto	Producción obtenida con el método Propuesto turno / 8 Horas
Rieles	66
Chasis	66

Fuente. Autores

- Rieles

$$Productividad\ física = \frac{66\ rieles}{7,36\ horas}$$

$$Productividad\ física = 8,96\ rieles/hora$$

- Chasis

$$Productividad\ física = \frac{66\ chasis}{7,36\ horas}$$

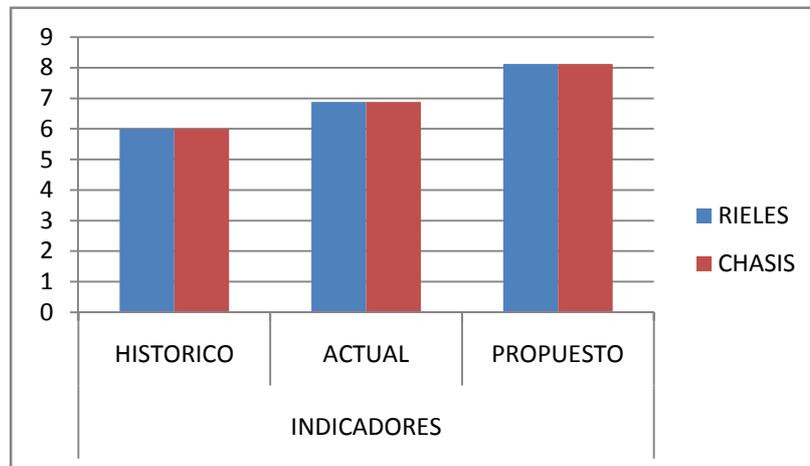
$$Productividad\ física = 8,96\ chasis/hora$$

Tabla 32. Resumen de los indicadores de productividad

Producto	Indicadores de productividad unidades/ Hora		
	Histórico	Actual	Propuesto
RIELES	6,52	7,88	8,96
CHASIS	6,52	7,88	8,96

Fuente. Autores

Figura 61. Indicadores de productividad



Fuente. Autores

En la gráfica se puede observar el aumento de la productividad a través del tiempo, con la aplicación del método propuesto de optimización de la línea se logra un aumento en la productividad.

5.1.2 Índice de productividad

Cálculo P_1 con la productividad actual

$$P_1 = 100,00\%$$

Calculo P_2 con la productividad propuesta

$$P_2 = 100x \frac{\text{Productividad propuesta}}{\text{Productividad actual}}$$

$$P_2 = 100x \frac{8,96}{7,88}$$

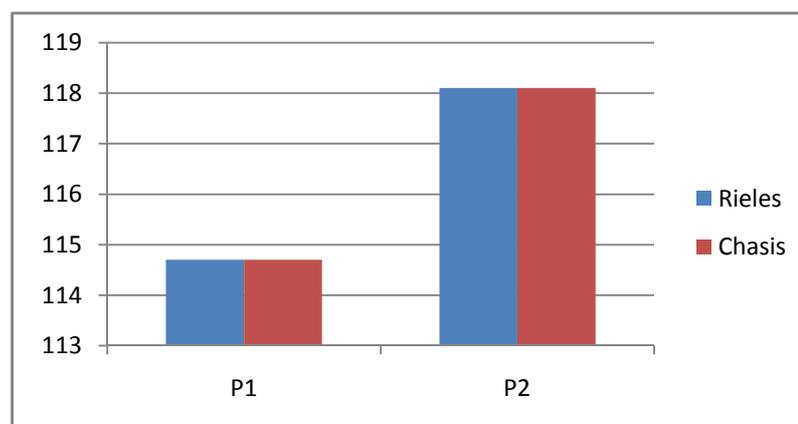
$$P_2 = 113,7\%$$

Tabla 33. Resumen de índices de productividad

Producto	P_1	P_2	Diferencia
Rieles	100,00	113,7	13,7
Chasis	100,00	113,7	13,7

Fuente. Autores

Figura 62. Índices de productividad



Fuente. Autores

Mediante la gráfica se puede evidenciar cómo ha evolucionado la productividad dentro del tiempo antes mencionado, con el análisis de la situación actual y la propuesta realizada en el ensamble de rieles y chasis se obtiene un índice creciente de producción equivalente al 13,7% lo cual recalca que el estudio ejecutado es totalmente óptimo.

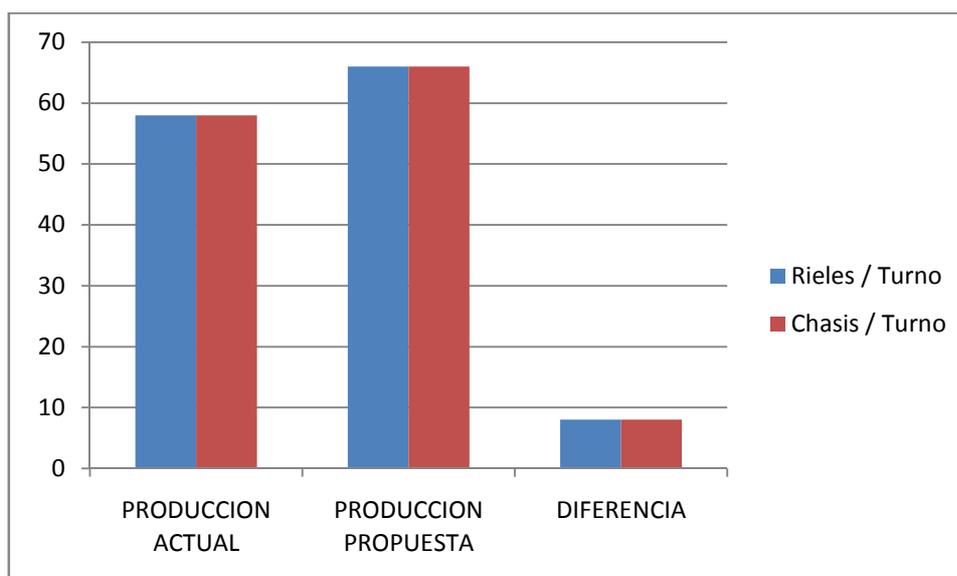
5.1.2 Análisis de la producción actual vs producción propuesta

Tabla34. Producción actual vs producción propuesta

Productos	Análisis de la producción		
	Producción actual	Producción propuesta	Diferencia
Rieles / Turno	58	66	8
Chasis / Turno	58	66	8
Rieles / Día	116	132	16
Chasis / Día	116	132	16
Rieles / Mes	2320	2640	320
Chasis / Mes	2320	2640	320
Rieles / Año	27840	31680	3840
Chasis / Año	27840	31680	3840

Fuente. Autores

Figura 63. Análisis de la producción actual vs producción propuesta



Fuente. Autores

La productividad se va a elevar en un 13,7% lo cual se puede apreciar en la gráfica de manera que el número de unidades variara de 2320 en la actualidad a 2640 chasis / mensual con la propuesta realizada, con un aumento de 320 chasis/ mensual, dando como resultado un beneficio económico que se verá reflejado dentro del aumento de las ventas de los productos de rieles y chasis.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se evidenció que en la línea de ensamble no cumplen con el trabajo estandarizado vigente, debido al desarrollo de nuevos métodos de trabajo aportados por los operarios, mediante la experiencia adquirida en las líneas de ensamble. Estos métodos han sido adquiridos e implementados en forma empírica. La falta de cumplimiento del trabajo estandarizado da como resultado la variación de tiempos de cada operario en procesos similares, debido a metodologías adoptadas por los mismos.

En el análisis actual se pudo determinar los cuellos de botella de la línea de ensamble de rieles y chasis a las estaciones de ensamble de los laterales LH y RH, estas estaciones tienen los mayores tiempos de ciclo en la línea por lo cual son las que determinan el ritmo de trabajo. Los tiempos ciclo de los dos operarios de cada estación deben ser similares para concluir las actividades y comenzar con el siguiente ciclo, pero al tener una diferencia en los ciclos de operación de dos operarios en una misma estación se producen tiempos de espera.

Se realizó el cálculo del tiempo tipo para las estaciones de ensamble de laterales Lh y Rh que han sido consideradas cuellos de botella, con lo cual se comprobó estos tiempos con un mayor número de tomas de ciclo de operación, siendo la estación de lateral Rh operario derecho el tiempo mayor de ciclo con 7 minutos y 33 segundos.

Los diagramas de análisis del proceso propuestos son el resultado del proceso de optimización de la línea de ensamble, con lo cual tenemos los tiempos propuestos de cada actividad de las operaciones de las estaciones de rieles y chasis. La mejora en los tiempos y secuencias de las operaciones se las puede evidenciar en los diagramas de los laterales Lh y Rh.

Con la propuesta de optimización se procede al cálculo del tiempo tipo propuesto, con lo cual se evidencia la disminución de los tiempos de las operaciones de ensamble.

Se determinó la capacidad de producción de la línea con la optimización de sus procesos, obteniendo una producción de 66 chasis por turno.

El balanceo de línea de ensamble de chasis se realizó con la reorganización de las actividades del proceso para tener tiempos similares en los ciclos de operación, estos tiempos deben ser inferiores al takt time real.

Al aplicar el nuevo método de optimización del proceso de ensamble se aumenta la producción de la línea en 8 chasis por turno, y en la producción anual 3840 chasis.

Con el análisis de la situación actual y la propuesta realizada en el ensamble de rieles y chasis se obtiene un índice creciente de producción equivalente al 13,7% lo cual recalca que el estudio ejecutado es totalmente óptimo como se puede observar en la siguiente gráfica.

Todos los objetivos planteados han sido cumplidos en su totalidad obteniendo una propuesta para la optimización de la línea de ensamble, con la cual se aumenta la producción y se eliminan las demoras producidas por el método de trabajo anterior.

6.2 Recomendaciones

Aplicar la propuesta de optimización con lo cual se aumentara la producción de la línea de ensamble y se eliminaran demoras en el proceso.

Realizar una capacitación a los operarios de la línea, para lograr una eficaz ejecución de un nuevo método de trabajo.

Es importante que el líder de equipo realice un seguimiento de la línea de ensamble, teniendo énfasis en las estaciones que han sido identificadas como cuellos de botella.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing paso a paso. Pág. 125-130
- [2] SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing paso a paso. Pág. 131-145
- [3] http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/
- [4] FUERTES, Marcelino. Apuntes Ingeniería de plantas. Ecuador: ESPOCH, 2011. Pág. 30-45
- [5] http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/default4
- [6] VILLASEÑOR, Alberto. Manual de Lean Manufacturing. Editorial Tecnológico de Monterrey. Pág. 74-77
- [7] CUATRECASAS, Lluís. Gestión Integral de la Calidad. Barcelona 2005. Pág. 25-27
- [8] <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantarodri.htm>
- [9] http://ingindstg.com/website/index.php?option=com_content&task=view&id=57&Itemid=55
- [10] FUERTES, Marcelino. Apuntes Métodos y tiempos. Ecuador: ESPOCH, 2010. Pág. 17-23, 32-45.
- [11] <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>
- [12] <http://es.wikipedia.org/wiki/Coste>
- [13] <http://www.zonaeconomica.com/definicion/competitividad>
- [14] METALTRONIC S.A. Manual de calidad. Ecuador. 2008, Pág. 15.

BIBLIOGRAFÍA

CUATRECASAS, Lluís. Gestión Integral de la Calidad. Barcelona 2005

FUERTES, Marcelino. Apuntes Métodos y tiempos. Ecuador: ESPOCH, 2010.

FUERTES, Marcelino. Apuntes Ingeniería de plantas. Ecuador: ESPOCH, 2011.

METALTRONIC S.A. Manual de calidad. Ecuador. 2008

SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing paso a paso.

SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing paso a paso.

VILLASEÑOR, Alberto. Manual de Lean Manufacturing. Editorial Tecnológico de Monterrey.

LINKOGRAFÍA

COMPETITIVIDAD

<http://www.zonaeconomica.com/definicion/competitividad>

2012-02-21

COSTOS

<http://es.wikipedia.org/wiki/Coste>

2012-04-12

DIAGRAMAS D FLUJO

[http://ingindstg.com/website/index.php?option=com_content&task=view&id57
&Itemid=55](http://ingindstg.com/website/index.php?option=com_content&task=view&id57&Itemid=55)

2012-04-14

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

[http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantarodri.
htm](http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantarodri.htm)

2012-04-12

PRODUCTIVIDAD

<http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>

2012-04-20

TACK TIME

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/

2012-03-21

TRABAJO ESTANDARIZADO

[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/def
ault4](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/default4)

2012-03-25