



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA



“Estandarización del proceso de ensamblado de ruedas, eje y motor eléctrico para trenes de carga”

Equipo 3 Autores:

Hernán Alejandro Rojas Nájera

Martha Patricia Uresti Pérez

Brandon Azael López Piña

Bernardo André De León Ramírez

Supervisado por:

Isaac Estrada García

Índice

I. Introducción	3
1.1 Justificación.....	3
1.2 Conceptos	3
1.2.1 Estandarización de procesos.....	3
1.2.3 Línea de ensamblaje	4
1.2.4 Tren de Carga	4
1.2.5 Takt time	4
1.2.6 Grafica Yamazumi	4
1.2.7 Diagrama Spaguetti.....	4
1.2.8 Diagrama de Pareto.....	5
II. Antecedentes y Estado del Arte.....	6
2.1 Conocimiento sobre herramientas de Lean Manufacturing	6
2.2 Antecedentes	6
III. Hipótesis y Objetivos	7
3.1 Hipótesis	7
3.2 Objetivo	7
IV. Desarrollo Experimental	9
4.1 Enfoque.....	9
4.2 Planteamiento del problema	9
4.3 Registro de datos.....	10
4.3.1 Análisis de causa raíz	11
4.4 Layout de áreas de oportunidad	15
4.5. Propuesta de soluciones	17
V. Resultados y Discusión	18
VI. Conclusiones	25
VII. Referencias	26

I. Introducción

1.1 Justificación

Actualmente en el proceso de ensamblado hay operaciones que son desempeñadas manualmente por los operadores, esto hace que algunos movimientos en la operación dependan del criterio y habilidad del operador, lo que puede provocar variación en el ritmo de producción, riesgos de seguridad y afectar la calidad.

Vale la pena verlo si se requiere estandarizar un proceso, a veces realizar esto es un poco complicado porque puede haber muchas fallas ya sea en la estructuración y la planificación puede salir de manera incorrecta, nosotros queremos presentar esto como una forma de apoyo a toda esa persona que requiera una ayuda para optimizar el proceso en su empres/trabajo.

Lo que esperamos aportar a la comunidad, es la enseñanza de la estandarización en procesos de producción y ensamble, para que se pueda tener una mayor confiabilidad en estos y al tener esta confiabilidad poder lograr una optimización de tiempo, un beneficio monetario mucho mayor y aliviar la carga de trabajo a los empleados.

1.2 Conceptos

1.2.1 Estandarización de procesos

La estandarización de procesos es el ajuste de las etapas de los procesos dentro de una empresa para que éstos se asemejen a un modelo en común. Es la metodología indicada para quienes buscan organizar la rutina a través de pasos estandarizados, seguidos por todos los empleados.

1.2.3 Línea de ensamblaje

Es un proceso de manufactura o fabricación de un producto o bien, en el cual se disponen estaciones de trabajo que van en secuencia. En cada estación se van agregando y acoplando piezas para ir armando el diseño original hasta obtener el ensamble final del producto.

1.2.4 Tren de Carga

Un tren de carga (también denominado tren de mercancías) es una composición compuesta de una locomotora de gran potencia y una serie de vagones preparados para el transporte de carga

1.2.5 Takt time

El takt time es la velocidad a la que se debe completar un producto para satisfacer la demanda del cliente.

1.2.6 Grafica Yamazumi

La palabra Yamazumi significa "apilar", y un gráfico Yamazumi es un gráfico de barras apiladas que detalla el tiempo que se tarda en realizar tareas específicas, proporcionando una forma clara y sencilla de visualizar los procesos de trabajo. Un gráfico Yamazumi evalúa los tiempos de ciclo o el tiempo que tardan los empleados y la maquinaria en terminar las diferentes tareas.

1.2.7 Diagrama Spaguetti

Un diagrama de espagueti, también conocido como "gráfico de espagueti", "diagrama de espagueti" o "modelo de espagueti", es una herramienta de visualización utilizada en el mapeo de procesos para mostrar el flujo de información, personas y productos.

En un diagrama de espagueti, cada parte del flujo del proceso se representa como una hebra. Estos hilos se unen en puntos de decisión o "intersecciones" para formar una red.

1.2.8 Diagrama de Pareto

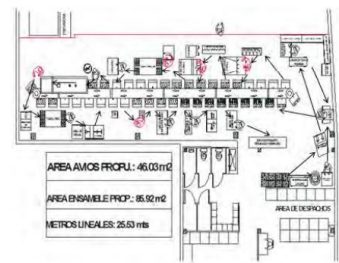
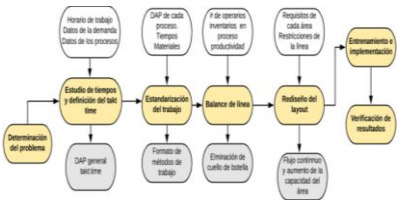
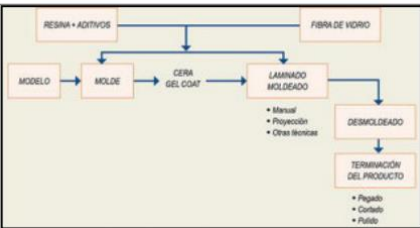
El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica donde los datos se ordenan de mayor a menor, lo que deja más claro qué aspectos deben resolverse primero. Se apoya en el principio de Pareto, que dice que el 80 % de las consecuencias son el resultado del 20 % de las causas.

II. Antecedentes y Estado del Arte

2.1 Conocimiento sobre herramientas de Lean Manufacturing

Se realiza un análisis del proceso donde se ve la cantidad de operaciones, las máquinas que se utilizan, el número de operadores por operación, los movimientos que realizan, el tiempo promedio que tardan por ciclo para después compararlo con el takt time. Todo esto con la finalidad de identificar los tiempos muertos y cuellos de botella para después hacer un balance en la línea y disminuir esos desperdicios.

2.2 Antecedentes

Nombre	Fecha	Descripción	Ilustración
Propuesta en estandarización de procesos en planta de producción de ensamble de línea de calzado para Dama	01 de diciembre de 2015	En el inicio de la investigación se evidencia un problema de prácticas de producción no adecuadas en la planta de ensamble que no permiten aumentar la productividad en la producción, para atacar esta problemática se realiza un estudio de métodos y tiempos soportado de una distribución en planta que se acople y de solución a esta principal problemática.	
Modelo de Estandarización del Trabajo y Rediseño del Layout para Incrementar la Eficiencia en los Procesos de Ensamble.	08 de agosto de 2020	El presente estudio aborda el problema de ineficiencia en una línea de ensamble de sanitarios. En este contexto, el siguiente caso de estudio propone un modelo de estandarización de trabajo integrado por las técnicas de Ingeniería de Métodos.	
Propuesta de estandarización de procesos en el área de Fibra de vidrio en una empresa de fabricación de Carrocerías	2020	Debido a la existencia de muchos problemas aún por resolver en el área se propondrá estandarizar todo el proceso productivo en el área de fibra de vidrio, enfocado a solucionar las no conformidades y demás desperdicios en los puntos críticos del proceso.	

III. Hipótesis y Objetivos

3.1 Hipótesis

Se propone reducir los tiempos de espera, traslados innecesarios, riesgos de seguridad, ergonomía y aumentar la productividad con la creación de un modelo estandarizado en el proceso de ensamblado de ruedas, eje y motor eléctrico para trenes de carga.

3.2 Objetivo

Reducir el tiempo de producción y ensamble que lleva la realización de los ejes, las ruedas y los motores eléctricos (combo).

3.3 Objetivos Específicos

Realizar un recorrido por la línea de producción para conocer a los operadores, observar con atención el desarrollo de los procesos e identificar todas las acciones que se realizan.

Para conocer la situación actual y poder evaluar se realizará toma de tiempos de cada operación, diagramas Spaghetti para registrar los recorridos que realiza el operador, una tabla con observaciones donde se identificarán cualquiera de los 8 grandes desperdicios y graficas Yamazumis que nos permitirán ver de forma gráfica cuanto tiempo muerto hay.

Todos los datos obtenidos en el análisis se pasarán a un formato de registro digital que nos servirá para poder observar de una forma mas clara y limpia todo lo que ocurre en la operación.

En base a la demanda de producción del proceso se calculará el takt time

que será nuestro límite en cuanto al tiempo que debe tardar un ciclo de producción en la operación. Habiendo identificado los desperdicios y riesgos de seguridad, se proponen ideas de solución y se hace el balanceo de los tiempos eliminando estos desperdicios, creando así un modelo estandarizado del proceso.

Se comparan los tiempos que se tomaron antes durante el análisis contra los tiempos que se deberán de tener al reducir los desperdicios, es decir, al aplicar el modelo estándar del proceso, y podremos observar que tanto beneficio hubo.

Volver a realizar las tomas de tiempos, diagramas Spaghetti, hojas de observaciones, graficas Yamazumi para comprobar que en realidad se esté aplicando correctamente el modelo estándar y que si se eliminaron los desperdicios y riesgos de seguridad.

IV. Desarrollo Experimental

4.1 Enfoque

Enfoque cuantitativo: el objetivo principal de nuestro proyecto consiste en la recolección de datos numéricos como la toma de tiempos para que a partir de ahí se pudiera balancear el proceso y poder optimizarlo.

4.2 Planteamiento del problema

Este proyecto se dio ya que una empresa quería aumentar la eficiencia en su producción, pero para eso debía contar con distintos tipos de datos, como lo son la toma de tiempos, el lay out, el takt time, los recorridos y cuantos operadores laboran,

Los procesos que son desempeñados manualmente por los operadores, esto hace que algunos movimientos de las operaciones dependan del criterio, habilidades, o entrenamiento, pudiendo generar variación y afectación en el ritmo de la producción, riesgos de seguridad y el cuidado de la calidad. Aunado a que no se cuentan con registros actualizados de los tiempos ni acomodo del lay out para un proceso eficiente.

Entregable:

- Toma de tiempos
- Análisis de takt time.
- Análisis de tiempos estándar de labor.
- Propuesta, evaluación y ejecución de mejoras que permitan la creación en un Standard Work eficiente.
- Reducción o eliminación de riesgos de seguridad o ergonomía.

4.3 Registro de datos

Se formularon las siguientes preguntas:

1. ¿Dónde estamos actualmente?

No contamos con un documento que contenga los tiempos actuales, la organización del layout y el flujo de operación.

Tiempos actuales de operación vs Takttime	0%
Organización de Layout	0%
Flujo de producción	0%
Recorridos y cantidad de operadores	0%

2. ¿Dónde queremos estar?

Tener un documento standard work donde podamos tener documentada la operación con sus diferentes variantes

Tiempos actuales de operación vs Takttime	100%
Organización de Layout	100%
Flujo de producción	100%
Recorridos y cantidad de operadores	100%

En la línea de ensamble se trabajan con dos modelos, el modelo 13 y el modelo 24, pero para nuestro trabajo nos enfocaremos únicamente en el modelo 13.

Proceso modelo 13

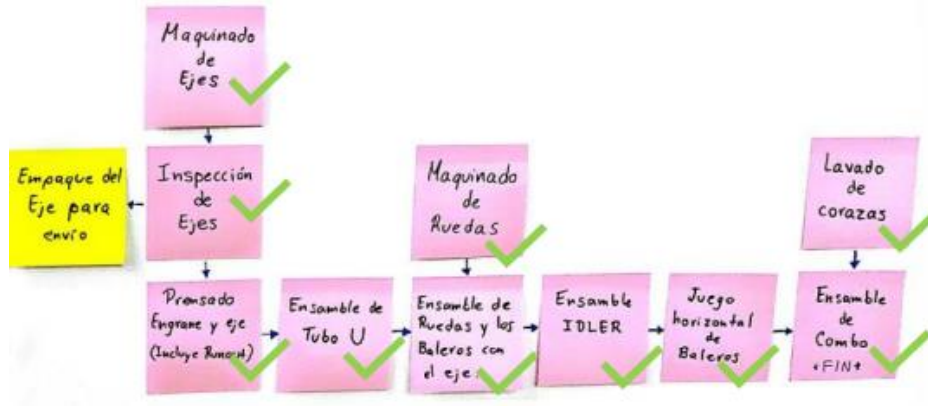


Figura 1. Proceso de ensamblaje del modelo 13

4.3.1 Análisis de causa raíz

Para encontrar la causa raíz de los problemas se utilizaron las siguientes herramientas:

Toma de tiempos

Area / Departamento		Circuito		TIME OBSERVATION SHEET										Fecha		Nombre del Observador		Nombre del Operario	
Observación o Descripción		Dispositivo, equipo, OEEB												Hora		Hora de Inicio		Hora de Fin	
No.	Tarea / Componente	Punto de inicio	Punto de fin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo Min.	Tiempo Max.	Tiempo Prom.	Observaciones		
1	Revisar y preparar el																		
2	Trabaja todo el día en																		
3	Revisar y preparar el																		
4	Trabaja todo el día en																		
5	Revisar y preparar el																		
6	Trabaja todo el día en																		
7	Revisar y preparar el																		
8	Trabaja todo el día en																		
9	Revisar y preparar el																		
10	Trabaja todo el día en																		
11	Revisar y preparar el																		
12	Trabaja todo el día en																		
13	Revisar y preparar el																		
14	Trabaja todo el día en																		
15	Revisar y preparar el																		
16	Trabaja todo el día en																		
17	Revisar y preparar el																		
18	Trabaja todo el día en																		
19	Revisar y preparar el																		
20	Trabaja todo el día en																		
21	Revisar y preparar el																		
22	Trabaja todo el día en																		
23	Revisar y preparar el																		
24	Trabaja todo el día en																		
25	Revisar y preparar el																		
26	Trabaja todo el día en																		
27	Revisar y preparar el																		
28	Trabaja todo el día en																		
29	Revisar y preparar el																		
30	Trabaja todo el día en																		
31	Revisar y preparar el																		
32	Trabaja todo el día en																		
33	Revisar y preparar el																		
34	Trabaja todo el día en																		
35	Revisar y preparar el																		
36	Trabaja todo el día en																		
37	Revisar y preparar el																		
38	Trabaja todo el día en																		
39	Revisar y preparar el																		
40	Trabaja todo el día en																		
41	Revisar y preparar el																		
42	Trabaja todo el día en																		
43	Revisar y preparar el																		
44	Trabaja todo el día en																		
45	Revisar y preparar el																		
46	Trabaja todo el día en																		
47	Revisar y preparar el																		
48	Trabaja todo el día en																		
49	Revisar y preparar el																		
50	Trabaja todo el día en																		
51	Revisar y preparar el																		
52	Trabaja todo el día en																		
53	Revisar y preparar el																		
54	Trabaja todo el día en																		
55	Revisar y preparar el																		
56	Trabaja todo el día en																		
57	Revisar y preparar el																		
58	Trabaja todo el día en																		
59	Revisar y preparar el																		
60	Trabaja todo el día en																		
61	Revisar y preparar el																		
62	Trabaja todo el día en																		
63	Revisar y preparar el																		
64	Trabaja todo el día en																		
65	Revisar y preparar el																		
66	Trabaja todo el día en																		
67	Revisar y preparar el																		
68	Trabaja todo el día en																		
69	Revisar y preparar el																		
70	Trabaja todo el día en																		
71	Revisar y preparar el																		
72	Trabaja todo el día en																		
73	Revisar y preparar el																		
74	Trabaja todo el día en																		
75	Revisar y preparar el																		
76	Trabaja todo el día en																		
77	Revisar y preparar el																		
78	Trabaja todo el día en																		
79	Revisar y preparar el																		
80	Trabaja todo el día en																		
81	Revisar y preparar el																		
82	Trabaja todo el día en																		
83	Revisar y preparar el																		
84	Trabaja todo el día en																		
85	Revisar y preparar el																		
86	Trabaja todo el día en																		
87	Revisar y preparar el																		
88	Trabaja todo el día en																		
89	Revisar y preparar el																		
90	Trabaja todo el día en																		
91	Revisar y preparar el																		
92	Trabaja todo el día en																		
93	Revisar y preparar el																		
94	Trabaja todo el día en																		
95	Revisar y preparar el																		
96	Trabaja todo el día en																		
97	Revisar y preparar el																		
98	Trabaja todo el día en																		
99	Revisar y preparar el																		
100	Trabaja todo el día en																		

Figura 2. Formato de hoja para toma de tiempos

Diagramas spaguetti

Operation name: Ensamble de enguaje (Pistola) C16004 Date: 14/03/22 Product Line: C-16004 Operator #
Spaghetti Chart Part Number Part Name Of total of:

Scope of Operations From: To: Total Steps: 362 Total Time: 105.2 min Total Distance: 270 mts Total touches: Waiting time: 45 min Observations:

Wabtec Confidential. Not to be copied, distributed, or reproduced without prior approval.

Figura 3. Formato de hoja para el diagrama spaguetti

Observation Sheet

Observation Sheet

Process Step	Op (Pistola 24)	Op	Op
Waste	Op Pistola enguaje que		
Safety	No se guardan pistolas en el caso de limpieza inmediata		
Defects			
Extra Processing			
Wait	Retraso en el ingreso del eje (45 min)		
Unnecessary Movements	Regresaba a limpiar el eje y engrane varias veces.		
Inventory	Mucho inventario en el engrane		
Overproduction	Mucho de este con enguaje lleno		
Transportation	Envío aleatorio de la zona		
Other	Tronchado a COMAC por movimiento de revisión, al estar en la preparación del sistema.		
Comments:			

Wabtec Confidential. Not to be copied, distributed, or reproduced without prior approval.

Figura 4. Formato de hoja para observaciones

Grafica Yamazumi

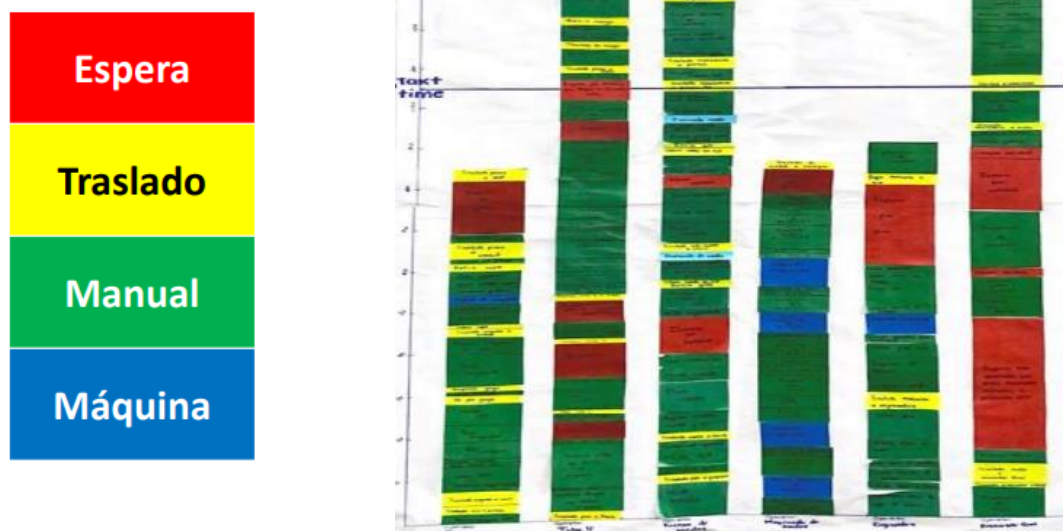


Figura 5. Grafica Yamazumi de todas las estaciones de la línea de ensamble

Análisis de Pareto

Tiempos de operación				
OPERACIÓN	FR	%	CUM	CUM%
Ensamble final	228	29%	228	29%
Prensa de ruedas	151	19%	379	48%
Prensa de engrane	85	11%	464	59%
Maquinado de ruedas	85	11%	549	70%
Engrasadora	83	11%	632	80%
Tubo U	156	20%	788	100%
TOTAL	788			

Tabla 1. Datos para el diagrama de Pareto

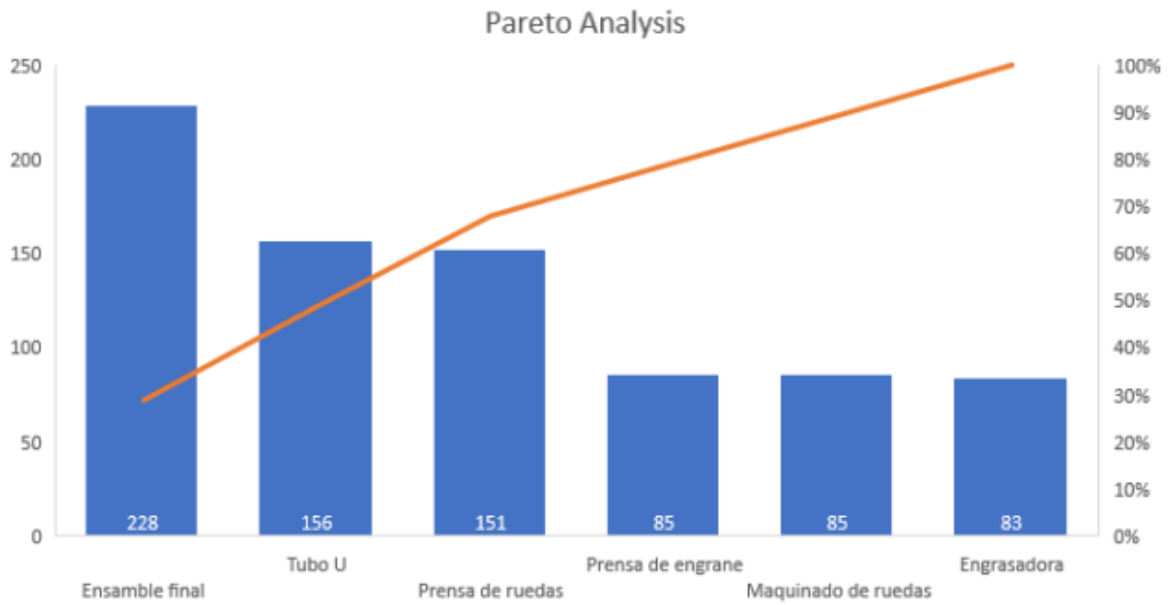


Figura 6. Diagrama de Pareto

Conclusiones:

- Tiempos de espera de grúa
- Espera operadores
- 3 operaciones sobrepasan Takt Time
- Riesgos de ergonomía
- Cargas de trabajo desbalanceadas

4.4 Layout de áreas de oportunidad

Prensa Engrane

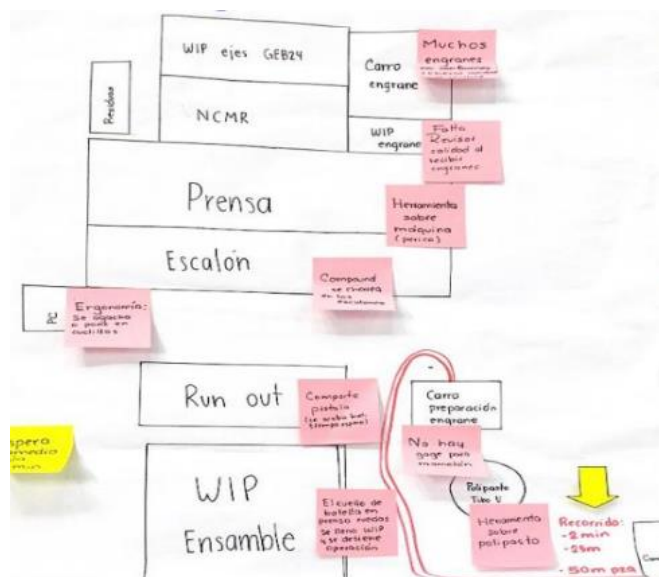


Figura 7. Layout de Prensa de Engrane

Áreas de oportunidad

- Variación de rugosidad
- Herramienta sobre maquina
- Compound en suelo
- Ergonomía en el monitor
- No hay gage (recorre 50 m por pieza)
- Herramienta sin delimitar en polipasto
- Inactividad por WIP lleno

Ensamble Tubo U

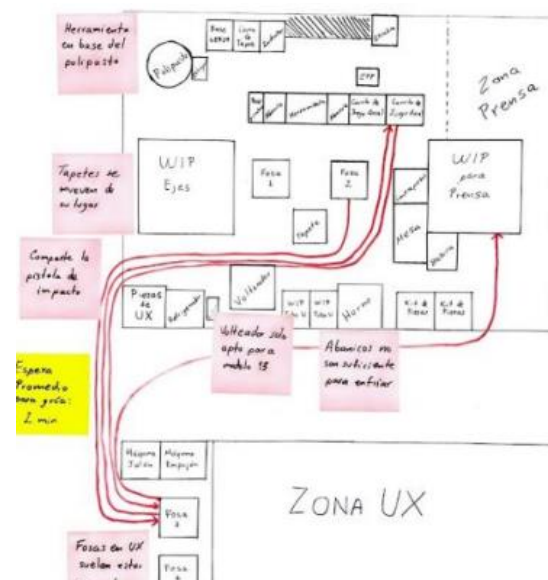


Figura 8. Layout de Tubo U

Áreas de oportunidad

- Abanicos no son suficientes para enfriar
- Volteador de tubo U no es apto para modelo GEB24
- Fosas en UX suelen estar ocupadas
- Herramientas en base de polipasto
- Comparte la pistola de impact

Prensado de ruedas

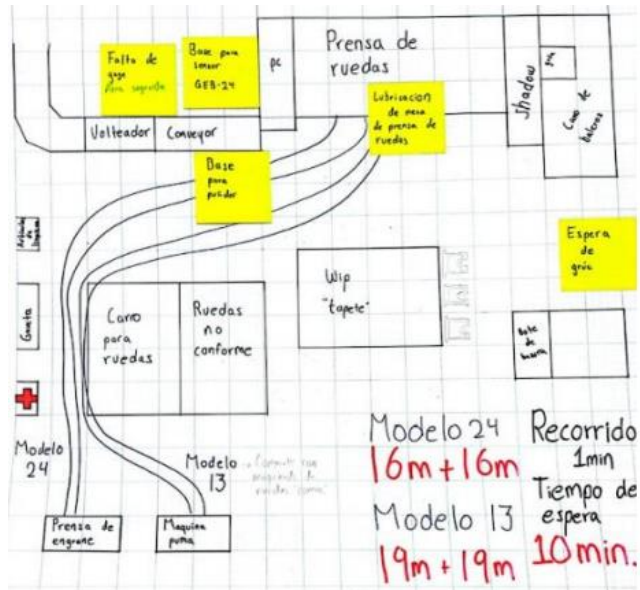


Figura 9. Layout de Prensa de ruedas

Áreas de oportunidad

- Falta gage
- Falta de lubricación en prensa
- Esperas de grúa
- Base para pulidor

Ensemble final

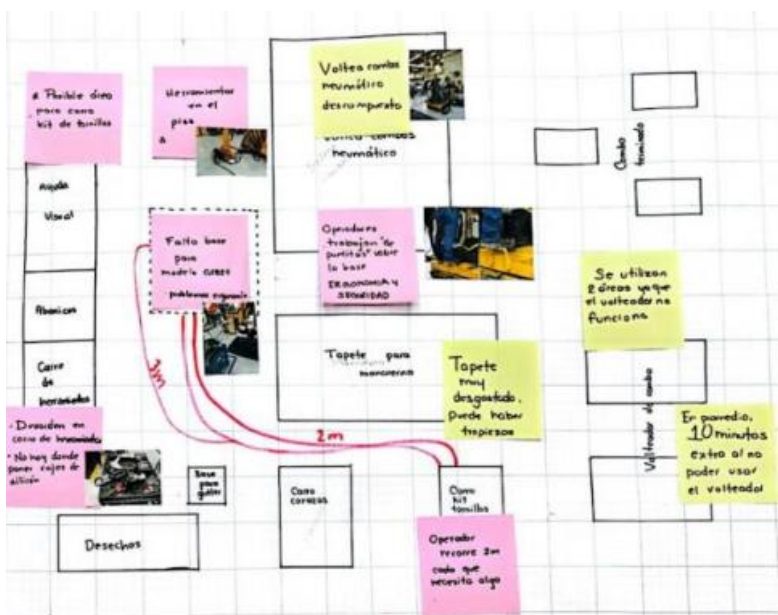


Figura 10. Layout de Ensamble final

Áreas de oportunidad

- Falta base para modelo GEB24, generando tiempos extra de volteo
- Operador torquea sobre el volteador neumático
- Herramientas desordenadas
- Volteador neumático descompuesto

4.5. Propuesta de soluciones

1	Poder utilizar la volteadora de tubo U para ambos modelos.	Adaptar la volteadora que se utiliza en el tubo U del modelo 13 para que tambien pueda utilizarse para el modelo 24.	Pass
2	Colocar una base para la tarima en ensamble final.	Calcular altura ergonómica para que el operador embarque el eje	No pass
3	Establecer un protocolo para verificar la calidad de los engranes.	Crear un protocolo de calidad antes de utilizar engranes en prensa.	No pass
4	Colocar shadow boards, carritos y racks en areas donde haga falta.	Diseñar y fabricar elementos para colocar herramientas y materiales fuera de lugar.	Pass
5	Reparar volteadora de ensamble final de combo.	Analizar el sistema neumatico para encontrar la falla	Pass
6	Reparar estampadora de combos en juego horizontal.	Analizar porque no esta funcionando la estampadora de esta area.	Pass
7	Añadir fosa en zona de ensamble de tubo U.	Crear un espacio adicional para trabajo o enfriamiento.	No pass
8	Delimitar area de embarque	Organizar el area, asi como delimitar el area de trabajo.	Pass
9	Añadir gages en areas de combos donde hagan falta.	Agregar herramienta en prensa de engrane.	Pass
10	Capacitar operadores para rotar operaciones.	Preparar a los operarios para que sean capaces de trabajar en tres operaciones	Pass
11	Modificar carro axial de Tubo U.	Adaptar los sujetadores del carrito axial para que puedan ser montados con pistola de impacto	Pass
12	Agregar un operador comodin en ensamble final de combo.	Agregar un tercer operador para reducir esperas	No pass
13	Evaluar lubricacion de mesa de prensa de rueda.	Facilitar el desplazamiento de la base de la prensa	Pass
14	Colocar mesa para embrillas en polipasto.	Colocar un shadow board para un mejor orden	Pass
15	Mejorar abanicos en ensamble de tubo U.	Cambiar los abanicos actuales	No pass
16	Controles inalambricos para gruas	Adaptar controles inalambricos a las gruas como se ha hecho en otras areas.	Pass
17	Alarma en el torno PUMA cuando hace paros (luz ambar)	Adaptar una bocina que este conectada con los paros de la PUMA	Pass

Tabla 2. Soluciones propuestas

V. Resultados y Discusión

Hasta el día de hoy, de las catorce propuestas aceptadas, solo se han logrado implementar cinco de acuerdo a las posibilidades y limitantes.

Operación	Problema	Acción tomada	Resultado
Ensamble de tubo U	Riesgo por falta de advertencias en superficies calientes	Se colocó señalización adecuada de advertencia en donde hacía falta	Superficies calientes con menor probabilidad de accidentes por quemaduras



Antes de la mejora



Después de la mejora

Operación	Problema	Acción tomada	Resultado
Zona de madera y cajas vacías	Confusión con los avisos marcados en las cajas	Se añadieron avisos para informar de la ubicación de las cajas	Se evitaron confusiones



Antes de la mejora



Operación	Problema	Acción tomada	Resultado
Combos	Materiales y herramientas en desorden	Colocar shadow boards para ordenar los materiales y herramientas en el área	Área ordenada que permite un mejor flujo de operación



Antes de la mejora



Después de la mejora

Operación	Problema	Acción tomada	Resultado
Embarque de Combos	El operador se acuesta al colocar eslingas debido a que la varilla no es estable	Utilizar un palo al que se pueda amarrar la eslinga que sea más estable y lo mantenga derecho	Utilizando el nuevo palo el operador no necesita acostarse ya que la eslinga pasa correctamente



Antes de la mejora



Después de la mejora

Operación	Problema	Acción tomada	Resultado
Embarque de combos	Las herramientas y materiales se encuentran combinadas y en desorden	Se colocó un rack en el área para separar y ordenar herramientas y materiales	Se colocó un rack en el área para separar y ordenar herramientas y materiales



Antes de la mejora



Después de la mejora

Entregables

Plantillas editables

Nuevo / Rev _____		Página _____ de _____	Fecha _____	Línea de producción :		Operador _____	
Área: Combos		Supervisor _____	Standard Work Sheet		Número de parte _____		Nombre de la parte/ensamble _____
				Pasos de Operación		time (min)	T/T = _____
							Man Auto Tras
				20.-			
				19.-			
				18.- Limpia COMAC			
				17.- Saca rueda 2 a tarima			
				16.- Traslada rueda 0 y 1 a conveyor			
				15.- Limpia rebaba y mide rueda 2			
				14.- Segundo maquinado			
				13.- Checa medida de herramienta en COMAC			
				12.- Limpia, mide y llena papelería de rueda 1			
				11.- Primer maquinado de desbaste			
				10.- Mide planicidad			
				9.- Mete rueda 2 de WIP a COMAC			
				8.- Saca rueda 1 a tarima			
				7.- Limpia rebaba y mide rueda 1			
				6.- Segundo maquinado			
				5.- Checa medida de herramienta en COMAC			
				4.- Limpia, mide y llena papelería de rueda 0			
				3.- Primer maquinado de desbaste			
				2.- Mide planicidad			
				1.- Mete rueda 1 de WIP a COMAC			
Alcance de la operación:		Chequeo de Calidad	Precaución de Seguridad	Standard Work-in-Process	# Total de piezas de SWIP	Tiempo Total Manual & Traslados	Takt Time
Desde :						Manual Traslados	Rate x día
Hasta :							

Figura 11. Plantilla editable de Standard Work para cada una de las estaciones

Instructions											
Keep running clock track time and record in the top of the divider (Yellow row). Make video if possible and record.											
After timing is complete, subtract the component task time from the previous time and record in the lower half of each box (blue automatically in this spreadsheet).											
When repeating a task or recording, the lowest repeatable observed time in the task time.											
Keep notes of any abnormal happening and be sure to record the manual, automatic, waiting and Setup time to the right.											
#	Process elements	Time (mm:ss)	Observed times (hh:mm:ss)				Time specification			Lowest repeatable	Notes to be considered for improvement
			Observation 1	Observation 2	Observation 3	Observation 4	VA Time	INVA Time	Waste		
1	Mete forja a PUMA 031	Click running time	0:06:00	0:03:00	0:03:00		00:03:00			00:03:00	Espera por gas
		Etapas de tiempo	0:06:00	0:03:00	0:03:00					VA Time	
2	Cambios de aceite y program	Click running time	0:14:00	0:10:00	0:10:00		00:07:00			00:07:00	
		Etapas de tiempo	0:08:00	0:07:00	0:07:00					VA Time	
3	Maquinado de desbaste PUMA 031	Click running time	1:05:00	1:05:00	1:05:00					VA Time	
		Etapas de tiempo	1:05:00	1:05:00	1:05:00					VA Time	
4	Mete forja a PUMA 032	Click running time	0:20:00	0:15:00	0:17:00					VA Time	Espera por gas
		Etapas de tiempo	0:06:00	0:05:00	0:07:00		00:05:00			00:05:00	
5	Cambios de aceite y program	Click running time	0:28:00	0:22:00	0:23:00					VA Time	
		Etapas de tiempo	0:08:00	0:07:00	0:06:00		00:06:00			00:06:00	
6	Maquinado de desbaste PUMA 032	Click running time	1:05:00	1:05:00	1:05:00					VA Time	
		Etapas de tiempo	1:05:00	1:05:00	1:05:00					VA Time	
7	Medir y chequeo medidas de eje en mesa	Click running time	0:40:00	0:30:00	0:32:00					VA Time	
		Etapas de tiempo	0:12:00	0:08:00	0:09:00		00:08:00			00:08:00	
8	Espera	Click running time	1:13:00	1:15:00	1:13:00					VA Time	Tiempo de espera que podría ser aprovechado en otra área
		Etapas de tiempo	0:33:00	0:45:00	0:41:00					VA Time	
9	Soportes, mide radios PUMA 031	Click running time	1:28:00	1:26:00	1:23:00					VA Time	
		Etapas de tiempo	0:03:00	0:11:00	0:10:00		00:03:00			00:03:00	
10	Maquinado de acabado primera cara PUMA 031	Click running time	0:27:00	0:27:00	0:27:00					VA Time	
		Etapas de tiempo	1:27:00	1:38:00	1:33:00					VA Time	
11	Soportes, mide radios PUMA 032	Click running time	0:03:00	0:12:00	0:10:00					VA Time	
		Etapas de tiempo	0:03:00	0:12:00	0:10:00		00:03:00			00:03:00	
12	Maquinado de acabado primera cara PUMA 032	Click running time	0:27:00	0:27:00	0:27:00					VA Time	
		Etapas de tiempo	0:27:00	0:27:00	0:27:00					VA Time	

Figura 12. Plantilla editable de toma de tiempos para cada una de las estaciones



Figura 13. Archivo en Excel de Grafica Yamazumi balanceada

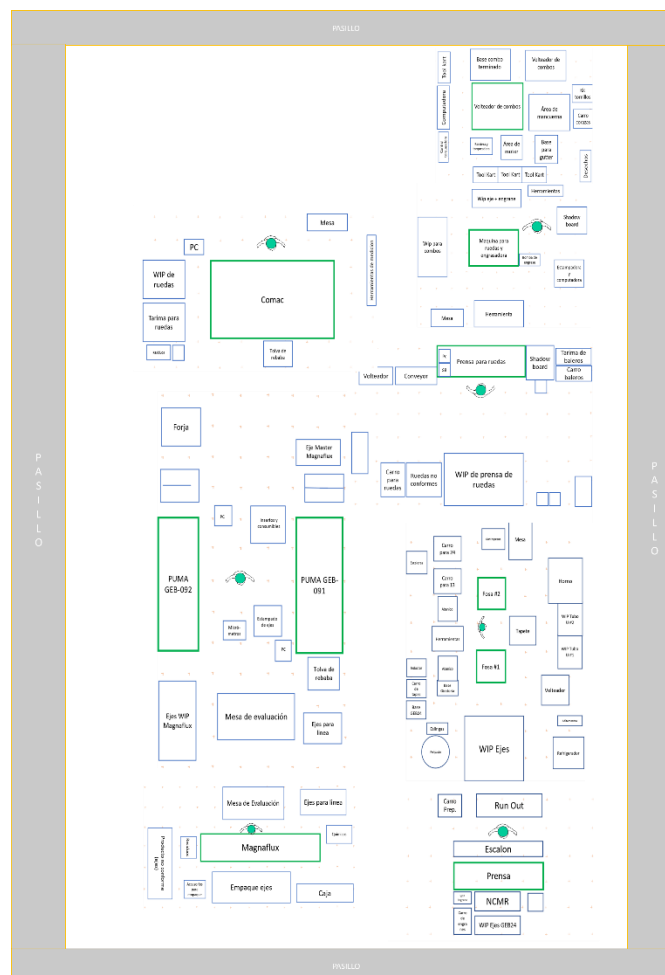


Figura 14. Layout de toda la linea de ensamble

VI. Conclusiones

Con las propuestas implementadas se lograron reducir riesgos de seguridad y mejorar el flujo de operación lo que conlleva a la reducción de tiempos y aumento de la productividad.

Debido a las limitantes no se han podido llevar a la practica todas las soluciones planteadas en el proyecto. El propósito principal a futuro es ejecutar todas y cada una de ellas de la mejor manera posible, para así reducir los tiempos de espera, traslados innecesarios y riesgos de seguridad al máximo

VII. Referencias

- [1] Ferrer Rosales, J. B., & Magallan Tejada, V. Modelo de Estandarización del Trabajo y Rediseño del Layout para Incrementar la Eficiencia en los Procesos de Ensamble.
- [2] Molina Diaz, A. H. (2020). Propuesta de estandarización de procesos en el área de fibra de vidrio en una empresa de fabricación de carrocerías.
- [3] Carpintero Sánchez, Y. M. (2017). Propuesta en estandarización de procesos en planta de producción de ensamble (soldadura) de línea de calzado para dama en Vivaldi.