

CAPÍTULO V

PROPUESTAS DE MEJORA

En este capítulo se expondrán las diferentes propuestas de mejora obtenidas del análisis de la situación actual. Lo que se buscará, es que éstas sean factibles y generen un beneficio cuantificable a la empresa.

5.1 Balanceo de línea

Una vez determinado uno de los problemas que existen en la línea de ensamble derivados de una mala distribución de la carga de trabajo, se buscó balancear la línea tratando de cumplir con la propuesta de Criollo (1998) de “reducir el recurso y mantener el mismo producto”. Primero, se presentará el análisis detallado de las operaciones de cada estación de trabajo y de cómo se eliminaron o simplificaron algunos de sus elementos en cuanto a tiempo se refiere. Posteriormente, se propondrán nuevas estaciones de trabajo donde la carga de trabajo y el tiempo de duración de las operaciones estén equilibrados.

5.1.1 Análisis de elementos de las operaciones

Como primer paso, se hizo la descripción de cada uno de los elementos que conformaban las distintas operaciones; posteriormente, del estudio de tiempos se obtuvo la duración de cada elemento con el fin de que al momento de balancear la línea se tuvieran datos que sirvieran para dividir y/o combinar las operaciones.

El siguiente paso fue analizar cada elemento de las operaciones descomponiéndolo en movimientos básicos para establecer los necesarios e innecesarios y que con la propuesta de mejora pudieran ser reducidos y de ser posible eliminados.

Con el propósito de obtener el tiempo que sería reducido de la duración de cada elemento por la eliminación de movimientos innecesarios se utilizó el sistema de tiempos predeterminados “Methods-Time Measurement” (MTM-1) ya que, además de ser el sistema más utilizado para métodos muy repetitivos, la duración de sus elementos son menores a un minuto. Dicho sistema “es definido como el procedimiento que analiza cualquier método de operación manual en sus movimientos básicos para realizar la operación y asignar a cada movimiento un tiempo estándar predeterminado dependiendo de la naturaleza del movimiento y las condiciones en las cuales es realizado” (Barnes, 1980). Las unidades de tiempo utilizadas para los movimientos predeterminados son representadas con las siglas TMU (Time-Measurement Unit) y cada TMU equivale a 0.00001 horas ó 0.0006 minutos según sea el caso.

5.1.2 Propuesta de mejora al método de trabajo

Los movimientos innecesarios son derivados de la obtención de materia prima mal ubicada y de los movimientos generados por la carga y descarga del conveyor, lo que provoca un aumento en la duración de las operaciones que puede ser eliminada implementando un nuevo sistema.

Por lo anterior, se propone eliminar el sistema de transporte actual entre estaciones y que la entrega de los subensambles sea de mano a mano entre las mismas utilizando un sistema kanban donde por medio de una tarjeta de color verde por un lado y roja por otro el operario anuncie si ha terminado su operación, lo que permite que el flujo sea continuo a lo largo de la línea de producción y el manejo de un lote unitario (mover pieza por pieza) reduciendo el trabajo en proceso; además, de un ritmo de producción estable y uniforme y la utilización de un sistema de jalar. De esta forma se logran eliminar un número considerable de movimientos innecesarios, cifras que se muestran en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Número de movimientos innecesarios que se eliminarían.

Estación de trabajo	Movimientos eliminados
Ensamble tanque-chasis	36
Ensamble aparato	41
Inspección visual	13
Prueba funcional (tester)	7
Prueba funcional (cocina)	18
Limpieza	20
Preparación final	16
Empaque individual	10
Empaque final	7
Total	168

* Elaboración propia

Por otro lado, en la tabla 5.2 se presenta un resumen de la simplificación de las operaciones por estación de trabajo con la finalidad de hacer un comparativo claro y sencillo de ellas antes de la propuesta y después de la misma.

Tabla 5.2. Resumen de simplificación de operaciones por estación de trabajo

Estación	Elementos	Tiempos (Seg.)	Duración total de la actividad	Elementos a quitar o simplificar	TMU's quitados	Segundos quitados	Nuevos tiempos (Seg.)	Nueva duración total de la actividad			
Ensamble tanque-chasis	Colocar chasis en base de ensamble	5.6	38	Simplificar	69.2	2.4	3.2	15			
	Montar tanque a chasis	5.4		Simplificar	69.2	2.4	3.0				
	Ensamblar tapa con fuente	5.5		Simplificar	69.2	2.4	3.1				
	Ensamblar tapa con fuente en tanque	4.0					4.0				
	Colocar ensamble en charola	4.4		Simplificar	69.2	2.4	2.0				
	Colocar placa y base en charolas	7.8		Quitar							
	Colocar charola en conveyor	4.9		Quitar							
										
	Ensamble aparato	Bajar charola de conveyor		5.6	88	Quitar					62
		Colocar disco en base de ensamble		2.7						2.7	
Colocar anillo sobre disco en base de ensamble		2.8					2.8				
Colocar ensamble tanque-chasis sobre disco-anillo		8.3	Simplificar	115.3		4.1	4.2				
Montar válvula en ensamble		3.1					3.1				
Colocar calefactor en ensamble		4.9					4.9				
Colocar vaina en ensamble		2.0					1.8				
Colocar resorte en ensamble		1.8					5.3				
Colocar tuerca en ensamble		5.3					5.8				
Colocar cable e insertar terminales		9.6	Simplificar	106.6		3.8	4.6				
Colocar interruptor con soporte		4.6					8.9				
Acomodar cables de calefactor		8.9					3.1				
Colocar base metálica sobre ensamble		3.1					5.3				
Colocar tuerca en ensamble		5.3					6.0				
Colocar tornillo en ensamble		6.0					3.5				
Marcasr pieza con crayón		3.5	Quitar								
Colocar pieza en charola		5.8	Simplificar	115.3		4.1	1.7				
Colocar charola en conveyor	4.5	Quitar									
.....											
Inspección visual	Tomar charolas con cafeteras de conveyor	1.5	9	Quitar				6			
	Tomar una cafetera	1.3					1.3				
	Inspección visual	3.2					3.2				
	Colocar cafetera en charola	1.1		Quitar							
	Empujar charola a siguiente estación	1.9					1.9				
.....											
Prueba funcional (tester)	Tomar cafetera de charola	2.8	15	Simplificar	37.2	1.3	1.5	11			
	Trabajo de máquina	8.0		Quitar			8.0				
	Colocar cafetera en charola	1.5		Simplificar	18.6	0.6	1.8				
	Empujar charola a siguiente estación	2.4									

Tabla 5.2. (Continuación)

Estación	Elementos	Tiempos (Seg.)	Duración total de la actividad	Elementos a quitar o simplificar	TMU's quitados	Segundos quitados	Nuevos tiempos (Seg.)	Nueva duración total de la actividad		
Prueba funcional (cocina)	Tomar charola de rodillos	3.3	720	Quitar				712		
	Tomar cafetera de charola	2.0		Simplificar	9.6	0.3	1.7			
	Verificar funcionamiento de interruptor	1.0					1.0			
	Prueba de cocina	90.0					90.0			
	Secado y enfriado	617.1					617.1			
	Colocar cafetera en charola	3.9		Simplificar	54.2	1.9	2.0			
	Colocar charola en rodillos	2.7		Quitar						
.....										
Limpieza	Tomar charola de rodillos	1.7	17	Quitar				11		
	Tomar cafetera de charola	1.5		Simplificar	9.6	0.3	1.2			
	Limpia cafetera	4.1					4.1			
	Colocar tapa en cafetera	3.9		Simplificar	67.2	2.4	1.5			
	Preparar cafetera para siguiente estación	2.1					2.1			
	Colocar cafetera en charola	2.5		Simplificar	18.6	0.6	1.9			
	Colocar charola en conveyor	1.3		Quitar						
.....										
Preparación final	Tomar charola de conveyor	2.5	28	Quitar				15		
	Tomar cafetera de charola	1.5		Simplificar	9.6	0.3	1.2			
	Realizar inspección	2.4		Quitar						
	Colocar filtro	5.6		Simplificar	69.4	2.4	3.2			
	Colocar tapa en jarra	8.8		Simplificar	153.4	5.5	3.3			
	Colocar jarra en cafetera	5.6					5.6			
	Deslizar cafetera a la siguiente estación	1.6					1.6			
.....										
Empaque individual	Armar caja individual	3.4	34				3.4	28		
	Colocar inserto inferior en caja	6.3					6.3			
	Colocar cafetera en caja	5.5		Simplificar	58.4	2.1	3.4			
	Colocar hule espuma, instructivos e inserto superior	12.2					12.2			
	Colocar caja en banda transportadora	7.1		Simplificar	138.6	4.9	2.2			
									
	Armar caja colectiva	9.6					9.6			
Empaque	Introducir cuatro cafeteras	22.2	41	Simplificar	148.0	5.3	4.3	36		
	Cerrar y sellar caja	4.5					22.2			
	Colocar caja en tarima	4.8					4.5			
							4.8			

* Elaboración propia

Como se puede observar, se lograría una reducción considerable en varias estaciones de trabajo lo que se traduciría en un método de trabajo más eficiente y simple; a

su vez, se daría una reducción importante en el tiempo de ciclo de las cafeteras. En la tabla 5.3 se presenta un comparativo de los tiempos antes y después de la propuesta de mejora.

Tabla 5.3. Comparativo de tiempos de operación antes y después de propuesta de mejora.

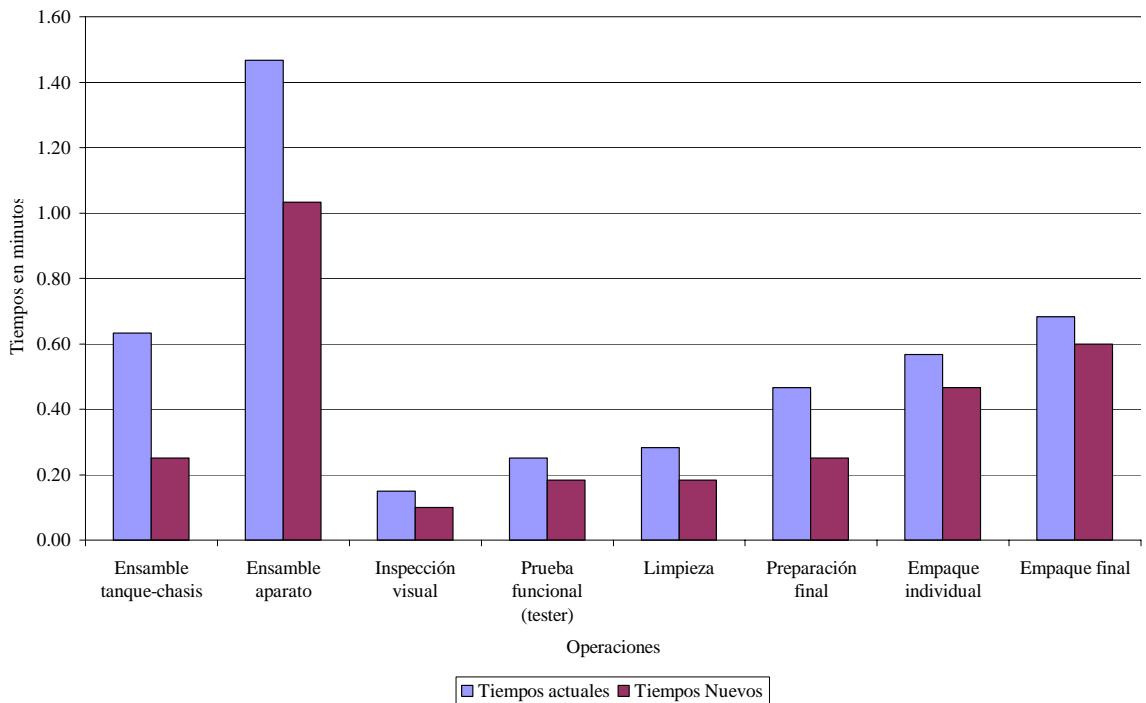
Estaciones	Tiempos actuales	Tiempos Nuevos	Porcentaje de reducción
Ensamble tanque-chasis	0.63	0.25	60.5%
Ensamble aparato	1.47	1.03	29.5%
Inspección visual	0.15	0.10	33.3%
Prueba funcional (tester)	0.25	0.18	26.7%
Limpieza	0.28	0.18	35.3%
Preparación final	0.47	0.25	46.4%
Empaque individual	0.57	0.47	17.6%
Empaque final	0.68	0.60	12.2%
Totales	4.50	3.07	31.9%

* Elaboración propia

Las reducciones más importantes se darían en las estaciones de ensamble tanque-chasis y preparación final; aunque, la mayoría de las estaciones vería su tiempo de operación reducido en más de un 25%. En total, el tiempo de ciclo se vería disminuido en un 32%. Cabe aclarar que en la tabla 5.3 no se incluyó, nuevamente, la prueba de cocina para fines comparativos más efectivos, por lo que se debe considerar que el 20% de las

cafeteras producidas tendría un tiempo de ciclo mayor al mencionado por 12 minutos. Así mismo, en la gráfica 5.1 se pueden apreciar mejor las reducciones antes mencionadas.

Gráfica 5.1. Comparativo de tiempos de operación antes y después de propuesta de mejora.



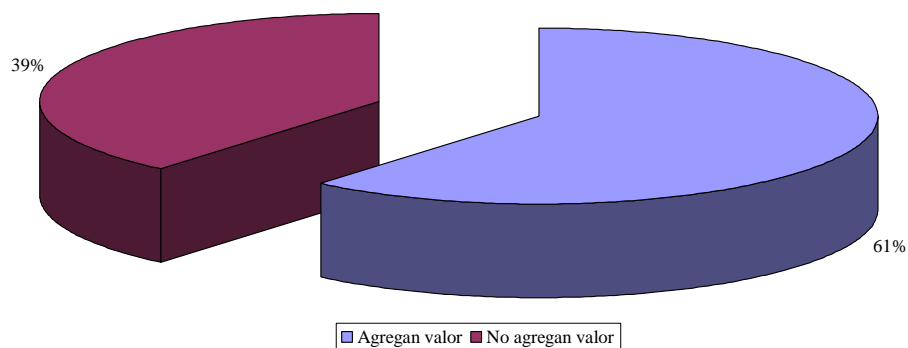
Por consiguiente, el número de actividades que agregan valor y las que no lo hacen, se verá modificado. Quedando un proceso con una cantidad mayor, en forma más significativa, de actividades por las que el cliente está dispuesto a pagar. Es decir, de una diferencia de porcentajes entre dichas actividades del 4% se pasaría a un 22%. En la tabla 5.4 y la gráfica 5.2 se observa con más claridad los datos descritos en este párrafo.

Tabla 5.4. Concentrado y clasificación de actividades por estación de trabajo después de propuesta de mejora.

Estaciones	Total	Agregan valor	No agregan valor
Ensamble tanque-chasis	6	5	1
Ensamble aparato 1	5	4	1
Ensamble aparato 2	6	4	2
Ensamble aparato 3	4	2	2
Ensamble aparato 4	5	3	2
Inspección visual-tester	5	2	3
Prueba funcional (cocina)	5	2	3
Preparación final	7	4	3
Empaque individual 1	4	3	1
Empaque individual 2	3	1	2
Empaque final	4	3	1
	54	33	21

* Elaboración propia

Gráfica 5.2. Porcentaje de actividades después de propuesta de mejora.



Las reducciones en tiempo de ciclo y operación por estaciones de trabajo que se lograrían, permitirían reducir la mano de obra ya que, como se puede observar en la tabla 5.3, no se necesitarían varios servidores en estaciones que antes sí lo requerían. Esto, porque quedarían por debajo del takt time que es de 0.30 minutos, sólo las estaciones de ensamble aparato y empaque individual lo necesitarían. De este modo, el número de trabajadores se disminuiría a 12 empleados; sin embargo, la carga de trabajo por estación continuaría desigual. Por esta razón, se propondrá la división y/o combinación de operaciones de modo que los operarios tengan una carga de trabajo similar y el tiempo de cada estación se encuentre por debajo del takt time.

Así, a continuación se presenta una propuesta de redistribución de actividades para generar nuevas estaciones de trabajo, las cuales son descritas en la tabla 5.5. Las operaciones fueron mezcladas y/o divididas tomando en cuenta los tiempos de sus elementos y la factibilidad de partir la secuencia de ensamble en ciertos puntos.

Tabla 5.5. Nuevas estaciones de trabajo.

Estación	Elementos	Estación de origen	Tiempos (Seg.)	Duración total de la actividad
Ensamble tanque-chasis	Colocar chasis en base de ensamble	Ensamble tanque-chasis	3.2	18
	Montar tanque a chasis	Ensamble tanque-chasis	3.0	
	Ensamblar tapa con fuente	Ensamble tanque-chasis	3.1	
	Ensamblar tapa con fuente en tanque	Ensamble tanque-chasis	4.0	
	Montar válvula en ensamble	Ensamble aparato	3.1	
	Pasar ensamble a siguiente estación	Ensamble tanque-chasis	2.0	
.....				
Ensamble aparato 1	Colocar disco en base de ensamble	Ensamble aparato	2.7	17
	Colocar anillo sobre disco en base de ensamble	Ensamble aparato	2.8	
	Colocar ensamble tanque-chasis sobre disco-anillo	Ensamble aparato	4.2	
	Colocar calefactor en ensamble	Ensamble aparato	4.9	
	Pasar ensamble a siguiente estación	Nueva	2.3	
.....				
Ensamble aparato 2	Tomar ensamble de estación anterior	Nueva	1.2	18
	Colocar vaina en ensamble	Ensamble aparato	2.0	
	Colocar resorte en ensamble	Ensamble aparato	1.8	
	Colocar tuerca en ensamble	Ensamble aparato	5.3	
	Colocar cable e insertar terminales	Ensamble aparato	5.8	
	Pasar ensamble a siguiente estación	Nueva	2.3	
.....				
Ensamble aparato 3	Tomar ensamble de estación anterior	Nueva	1.3	17
	Colocar interruptor con soporte	Ensamble aparato	4.6	
	Acomodar cables de calefactor	Ensamble aparato	8.9	
	Pasar ensamble a siguiente estación	Nueva	2.3	
.....				
Ensamble aparato 4	Tomar ensamble de estación anterior	Nueva	1.2	17
	Colocar base metálica sobre ensamble	Ensamble aparato	3.1	
	Colocar tuerca en ensamble	Ensamble aparato	5.3	
	Colocar tornillo en ensamble	Ensamble aparato	6.0	
	Pasar ensamble a siguiente estación	Ensamble aparato	1.7	
.....				
Inspección visual-tester	Tomar ensamble de estación anterior	Inspección visual	1.3	18
	Inspección visual	Inspección visual	3.2	
	Trabajo de máquina	Prueba funcional (tester)	8.0	
	Limpiar cafetera	Limpieza	4.1	
	Pasar ensamble a siguiente estación	Prueba funcional (tester)	1.8	
.....				
Preparación final	Tomar ensamble de estación anterior	Limpieza	1.2	18
	Colocar tapa en cafetera	Limpieza	1.5	
	Preparar cafetera para siguiente estación	Limpieza	2.1	
	Colocar filtro	Preparación final	3.2	
	Colocar tapa en jarra	Preparación final	3.3	
	Colocar jarra en cafetera	Preparación final	5.6	
	Pasar ensamble a siguiente estación	Preparación final	1.6	
.....				
Empaque individual 1	Armar caja individual	Empaque individual	3.4	16
	Colocar inserto inferior en caja	Empaque individual	6.3	
	Colocar cafetera en caja	Empaque individual	3.4	
	Pasar caja a siguiente estación	Nueva	2.5	
.....				
Empaque individual 2	Tomar caja de estación anterior	Nueva	2.1	17
	Colocar hule espuma, instructivos e inserto superior	Empaque individual	12.2	
	Pasar caja a siguiente estación	Empaque individual	2.2	
.....				
Empaque final	Armar caja colectiva	Empaque final	4.3	36
	Introducir cuatro cajas con cafeteras	Empaque final	22.2	
	Cerrar y sellar caja	Empaque final	4.5	
	Colocar caja en tarima	Empaque final	4.8	

* Elaboración propia

El tiempo que aparece en la estación de empaque final es para empaclar las cuatro cafeteras que requiere el lote en ese punto. En la columna de estación de origen se especifica la estación, según el diseño actual, de la que ese elemento proviene. En la tabla 5.6 se muestra un resumen de los tiempos que tendría cada nueva estación con el respectivo número de operarios que en total suman 11 (considerando el operario de la estación de cocina que no se incluye en dicha tabla), es decir, 58% de reducción en mano de obra directa en la línea. Nuevamente, se debe considerar un aumento de 12 minutos al tiempo de ciclo del 20% de la producción por turno debido a la estación de prueba de cocina.

Tabla 5.6. Tiempos entre salidas y servidores por estación después de propuesta de mejora (min.).

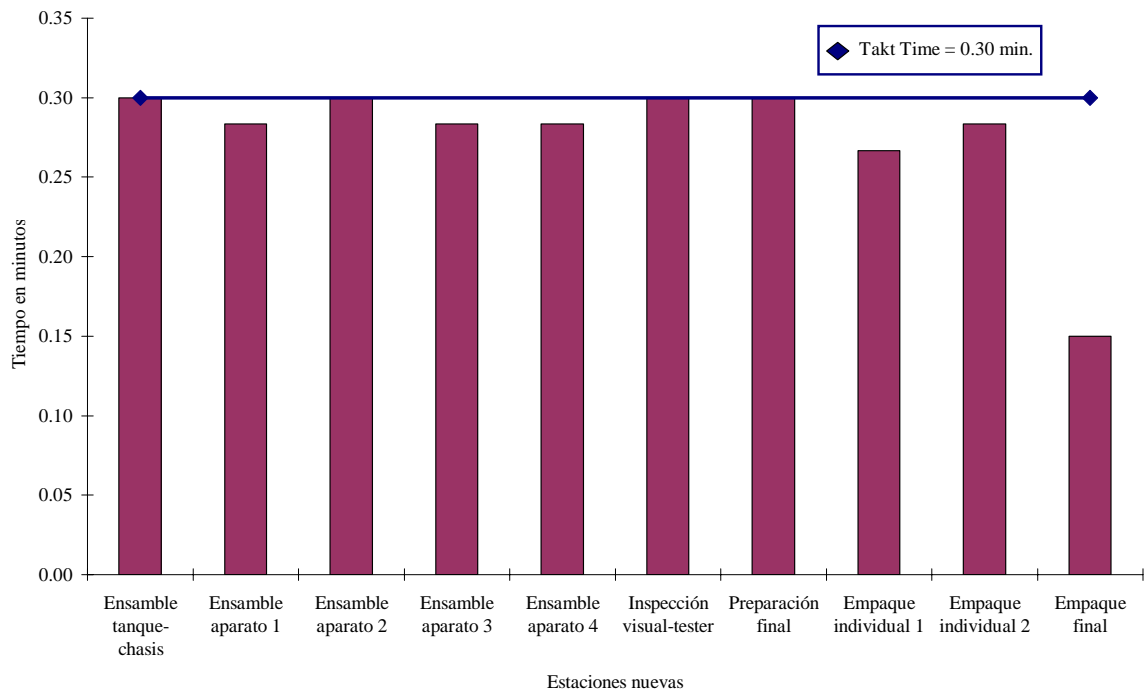
Nuevas Estaciones de Trabajo	Tiempo entre salidas	Servidores
Ensamble tanque-chasis	0.30	1
Ensamble aparato 1	0.28	1
Ensamble aparato 2	0.30	1
Ensamble aparato 3	0.28	1
Ensamble aparato 4	0.28	1
Inspección visual-tester	0.30	1
Preparación final	0.30	1
Empaque individual 1	0.27	1
Empaque individual 2	0.28	1
Empaque final	0.15	4**
Totales	2.75	10

* Elaboración propia

** En esta estación no se tienen realmente cuatro servidores, sino que hay un cambio de tamaño de lote, es decir, se tienen que juntar cuatro cafeteras para poder completar la operación. El tiempo que aparece es el considerado para una cafetera.

En la gráfica 5.3 se muestra un comparativo de la duración de las operaciones contra el takt time. Como se puede observar, todas las estaciones se encuentran por debajo de este tiempo, lo cual permitirá que se cumpla la producción esperada por turno que es de 1,500 cafeteras (30,000 mensuales).

Gráfica 5.3. Tiempo entre salidas vs. Takt Time después de propuesta de mejora (min.).



La estación de cocina, cuyo tiempo de proceso es de 12 minutos, se colocaría fuera de la línea, adyacente en un punto entre las nuevas estaciones de inspección visual-tester y

preparación final. De esta forma, no entorpecería el flujo continuo de la célula y las cafeteras que deban ser muestreadas saldrían de la línea para probarse y al finalizar dicha prueba se regresarían a la misma. Para esto, se deberá contar con un buffer de ocho cafeteras de modo que cada vez que entre una cafetera a la estación, salga otra del buffer y la estación de preparación final tenga material para trabajar. La mecánica de muestreo para que este sistema funcione consistiría en tomar una cafetera (la primera de la producción) y dejar pasar cuatro y así sucesivamente. La fórmula utilizada para el cálculo del buffer es la que se muestra a continuación:

$$\text{Tamaño de buffer} = \text{Tasa de producción (piezas/hora)} \times \text{Tiempo de retraso (horas)}$$

$$\text{Tamaño de buffer} = (200 \text{ piezas/hora})(0.2 \text{ horas}) = 40 \text{ piezas}$$

Como se prueba únicamente el 20% de la producción se necesita un buffer del 20% de las 40 cafeteras que pasan enfrente de la estación, es decir, 8 cafeteras.

Pasados 12 minutos desde el inicio del turno, al entrar la novena cafetera a la estación de prueba de cocina, la primera que ingresó estaría lista para regresar a la línea y continuar el flujo normal para finalizar el proceso. Lo anterior se haría hasta 24 minutos antes de finalizar el turno, durante los siguientes 12 minutos se deberá muestrear el doble (es decir, tomar dos y deja pasar tres) y durante los últimos 12 minutos del turno no se muestreará; esto, evitaría que se quede trabajo en proceso en la estación de cocina cumpliendo con el requerimiento del muestreo del 20% de la producción total. Este sistema generaría un costo por llenado de buffer de \$6.6¹ por turno.

¹ Unidades en pesos. Cifra codificada por políticas de la empresa.

Para el mejor desempeño del sistema descrito con anterioridad se propone la implementación de una mesa con banda transportadora, cuyo sistema funcione mecánicamente por medio de una palanca giratoria movida por el operario (misma que será construida por el departamento de mantenimiento de la empresa). La banda tendrá capacidad para ocho cafeteras (que es el tamaño del buffer) y será ésta el lugar donde se sequen y enfríen las cafeteras. La mesa se colocará de modo que la cafetera que va a regresar a la línea pueda ser tomada por el trabajador de la estación preparación final (estación siguiente) de la misma mesa. Para probar que este sistema permite la producción de las 1,500 cafeteras por turno se realizó una simulación utilizando el Software Arena versión 8. En el anexo E se muestra una imagen del modelo y las hojas de resultados obtenidas después de 10 corridas. Se debe aclarar que la confiabilidad de esta simulación no es muy alta ya que se utilizaron tiempos determinísticos en la misma y al realizarse sólo con fines ilustrativos no influye en el contenido de la tesis.

5.2 Rediseño de línea

Como primer paso para el rediseño de la línea de ensamble se tuvo que definir qué tipo de layout utilizar dependiendo del enfoque que se le deseaba dar al tipo de producción.

Según Tompkins (1996) existen cuatro tipos clásicos de distribución:

- Distribución con localización fija de material.
- Distribución por línea de producción o por producto.
- Distribución por familia de productos.
- Distribución por proceso.

El mismo autor menciona las ventajas y desventajas de cada distribución, y recomienda el uso de la línea de producción o distribución por producto cuando el número de piezas o productos a fabricar sea alto, el diseño del producto esté más o menos estandarizado, la demanda del producto sea razonablemente estable y en caso de que sea posible mantener el equilibrio de las operaciones y la continuidad del flujo de material (Tompkins, 1996).

Una vez hecho el análisis de la situación actual y definidos los objetivos que se persiguen con este proyecto, se pudo enunciar los requerimientos para la planeación del nuevo layout, los cuales son:

- Se desea una distribución que permita el flujo continuo del producto.
- Una reducción de WIP, por lo cual, se buscará una distribución que evite el almacenaje de producto en proceso.
- Un tiempo de proceso bajo (es decir, se perseguirá que el material esté el menor tiempo posible en proceso desde que entra la materia prima hasta que sale como producto terminado).
- Un buen control de la producción que permita detectar fallos en calidad a tiempo y que de esta manera el porcentaje de retrabajo se vea reducido.

Todo lo anterior nos lleva a una distribución por producto ya que debido al tipo de producto que se elabora, se debe de seguir cierta metodología para su ensamble y no es posible agrupar los procesos; además, debido a las características con las que cuenta dicha distribución se permitiría el alcance de todos los objetivos.

5.2.1 Propuesta para reubicación de la línea de producción

Un punto importante para la reubicación de la línea es el manejo de material, buscando siempre una distancia mínima del recorrido del mismo. Dicho punto ha sido analizado, en especial los traslados entre el origen de la materia prima y el destino del producto terminado, así como el método y equipo que se utilizan para el mismo.

En el anexo B se muestra un plano general de la planta, en el que se puede apreciar la ubicación actual del almacén de producto terminado, materia prima y de la línea de producción KF 400. Como se había mencionado en el capítulo anterior, debido a la estructura de las instalaciones de la planta sería muy costoso el movimiento del almacén de producto terminado a un área más cercana a la línea de producción de cafeteras KF 400 con la finalidad de que el producto tuviera un recorrido más corto a su destino final (actualmente recorre 124 m. de la línea de producción al almacén de producto terminado); aunado a esto, el movimiento mencionado con anterioridad provocaría un manejo de material mayor al que existe en otras cuatro líneas de producción importantes (Hilo dental, Molinos, Motores y Jarras) cuyo volumen de producción es mayor al de cafeteras; por lo cual, se buscó una propuesta más factible y que tuviera un mayor beneficio, dando como resultado una propuesta de mover la línea KF 400 a un área más cercana al almacén de producto final.

Dicha área actualmente se encuentra desocupada, las dimensiones son 11 m. X 8.5 m., cerca de la misma se encuentran ubicados los subensambles que necesita el ensamble de las cafeteras KF 400 y que son suministrados a la línea en pallets por medio de

montacargas. Por lo cual, en caso de implementarse la propuesta de mejora se eliminaría el transporte de los subensambles a la línea mediante montacargas, lo que reduciría 117 m. de manejo de material innecesario y una menor utilización del medio de transporte permitiendo una reducción de gastos de mantenimiento y servicio del mismo. En lugar de montacargas se utilizaría un gato hidráulico para pallets (*pallet jack*).

Uno de los requerimientos de la gerencia de la empresa es la reducción del área de la línea de producción de cafeteras KF 400 debido a que, por las dimensiones del conveyer que utiliza dicha área fue necesario instalarla en un área cercana al almacén de materia prima y la renta de una nave. Por lo anterior, se enfocarán todos los esfuerzos al diseño de la nueva línea de producción de tal manera que sea ubicada en el área disponible que se encuentra en el área productiva de la fábrica.

5.2.2 Propuesta para rediseño físico de estaciones de trabajo

Después de haber realizado el balanceo de línea y haber generado una propuesta de actividades para las nuevas estaciones de trabajo que en tiempo de operación se encuentren por debajo del takt time. Es necesario realizar una propuesta para el diseño físico de dichas estaciones. En esta sección se presenta esta propuesta.

Para la propuesta de diseño físico de las estaciones de trabajo se tomó en cuenta el tipo de materia prima que se tendría en cada estación si se aplicara la propuesta de mejora así como su método de almacenamiento. En la tabla 5.7 se presenta un listado de la materia prima que se utilizaría, el modo de almacenamiento de ésta en la línea, el equipo y las

herramientas necesarias en su caso; de igual manera, en la tabla 5.8 se muestran las dimensiones de estos sistemas de almacenamiento.

Tabla 5.7. Materia prima por estación de trabajo después de la propuesta.

Estaciones de Trabajo	Materia prima necesaria	Forma de almacenamiento	Equipo utilizado en estación	Herramientas
Ensamble tanque-chasis	Chasis	Gaveta 1	Base ensamble chasis	Bayoneta
	Tanque	Pallet		
	Tapa depósito	Gaveta 2		
	Fuente	Gaveta 3		
	Válvula	Bin 1		
...				
Ensamble aparato 1	Placa calentadora	Gaveta 4	Base ensamble	Esponja c/jabón
	Aniyo Inyectado	Gaveta 4		
	Calefactor	Gaveta 1		
...				
Ensamble aparato 2	Vaina	Bin 2	Base ensamble	Pinzas
	Resorte	Bin 2	Desarmador neumático	
	Tuerca	Bin 2		
	Cable	Gaveta 1		
	...			
Ensamble aparato 3	Soporte interruptor	Gaveta 3	Base ensamble	Pinzas c/esponja
				Empujador
...				
Ensamble aparato 4	Base metálica	Gaveta	Base ensamble	
	Tuerca	Bin 2	Desarmador neumático	
	Tornillo	Bin 2		
...				
Inspección visual-tester			Tester	Ajax y trapo
				Marcador
...				
Preparación final	Tapa tanque	Gaveta 1		
	Filtro	Pallet		
	Jarra	Pallet		
	Hule espuma	Gaveta 3		
	Inserto jarra	Gaveta 3		
	Tapa jarra	Gaveta		
...				
Empaque individual 1	Caja Individual	Embalaje		
	Inserto inferior	Gaveta 2		
...				
Empaque individual 2	Hule espuma	Gaveta 3		
	Instructivos	Gaveta 3		
	Inserto superior	Gaveta 2		
...				
Empaque final	Caja colectiva	Embalaje	Selladora automática	Sello
	Etiqueta UCC	Rollos		

* Elaboración propia

Tabla 5.8. Dimensiones de sistemas de almacenamiento en línea después de propuesta de mejora (m.).

Método de almacenamiento	Largo	Ancho	Alto
Pallet	1.20	0.80	1.60
Gaveta 1	0.70	0.50	0.40
Gaveta 2	0.50	0.30	0.30
Gaveta 3	0.30	0.20	0.20
Gaveta 4	0.70	0.40	0.40
Bin 1	0.30	0.20	0.40
Bin 2	0.10	0.10	0.10
Embalaje	NA	NA	NA
Rollos	NA	NA	NA

* Elaboración propia

Otro de los aspectos importantes en este proceso de rediseño es que se buscó que las distancias entre operadores y materia prima fueran lo más reducidas posibles y la ubicación de ésta no generara movimientos innecesarios nuevamente. Así, el diseño de las 10 estaciones que se encuentran dentro de la línea y la estación de prueba funcional de cocina que se realiza fuera de la línea, se encuentran en el anexo F, en los dibujos se muestran las dimensiones de las mesas y el acomodo propuesto de materia prima por cada estación de trabajo. Es importante recalcar que los diseños propuestos son simples y en su mayoría se realizaron pensando en la utilización de sistemas de almacenamiento, equipo o partes que la

empresa actualmente posee; esto, con la finalidad de minimizar el costo de instalación de la nueva línea.

5.2.3 Forma de la línea de producción propuesta

Una vez determinada la distribución que se desea y, en este caso, el área disponible para la reubicación, además de haber propuesto nuevas estaciones de trabajo, se investigaron y analizaron los tipos de patrones de flujo más conocidos para la distribución, enunciados en la figura 3.1 que se encuentra ubicada en el Capítulo 3 de este proyecto.

Analizando las ventajas y desventajas que ofrece cada patrón de flujo y en búsqueda de una menor utilización de espacio, que es una restricción para el diseño de la línea, se propone un diseño en *forma de U o circular* ya que permite hacer una serie de operaciones largas en un espacio limitado, un mejor uso de la fuerza laboral mediante la implementación del balanceo de operaciones propuesto en la sección anterior y un suministro de materia prima por fuera de la línea de producción lo que permite que sea directo y no entorpezca las operaciones, por consiguiente el flujo de la pieza es continuo.

En el anexo G se muestra la propuesta de la línea utilizando las estaciones de trabajo diseñadas en este proyecto. El resultado es una línea en forma de U que abarca un área de 52.35 m^2 (8.35 m. X 6.27 m.) la cual es 79% más pequeña que los 251 m^2 que se ocupan actualmente. Es necesario considerar que los subensambles de válvula, fuente y filtro deberán ser reubicados en el área de subensambles para que sean entregados junto con el resto de estos, a la línea directamente donde sea requerido.

5.3 Beneficios de la propuesta de mejora

Al aplicar la propuesta de mejora que se desarrolla en este trabajo se tendrían beneficios importantes para la empresa A. G. Universal Motors. Dichos beneficios se traducen en ahorros en costos generados por el método actual de trabajo. En la tabla 5.9 se presenta un comparativo de los costos actuales, los costos nuevos y el ahorro que se obtendría en los ramos que más impacto se tendría si se llevara a cabo el cambio.

Tabla 5.9. Comparativo costos actual vs. después de propuesta de mejora (pesos).²

Descripción	Actual	Propuesta	Ahorro	Porcentaje de ahorro
Mano de obra directa en línea	\$84,864	\$35,904	\$48,960	58%
Renta	\$126,000	\$66,000	\$60,000	48%
Luz	\$144,000	\$100,800	\$43,200	30%
Costo de setup	\$5,569	\$1,310	\$4,259	76%
Costo de oportunidad	\$9,566	\$1,196	\$8,370	88%

* Elaboración propia

En el campo de descripción se enuncian los cinco rubros en los cuales la propuesta tendría un fuerte impacto, para un mejor entendimiento se describirá a continuación cada uno de ellos:

- Mano de obra directa en línea. Se refiere a los trabajadores empleados directamente en la línea de producción sin contar a supervisores, abastecedores

² Cifras codificadas.

de línea, etc. Se podrá prescindir de ellos a menos de que la empresa decida otra cosa.

- Renta. El gasto por arrendamiento que se tiene actualmente debido al espacio ocupado por la línea KF 400, comparado con el gasto que se tendría al mover la línea y reducir el espacio de la misma.
- Luz. Gasto total de la empresa por servicio eléctrico. La disminución se debe al ahorro en alumbrado de nave y energía para el funcionamiento del conveyor en el sistema actual.
- Costo de setup. Costo de vaciar y llenar la línea cada vez que se hace cambio de modelo (color, país) traducido en horas de mano de obra ociosa.
- Costo de oportunidad. Costo generado por las cafeteras que se dejan de producir y por ende de vender durante el tiempo de setup, sumado al dinero generado por el rendimiento que se tendría de la inversión de ese costo en el banco³.

Por otro lado, otra de las mejoras que se obtendrían y que, debido al ramo de la empresa, resultaría en un gran beneficio traducido en una mayor utilidad, es la productividad. Ésta es medida por la empresa como el número de cafeteras producidas por trabajador por mes. La empresa actualmente cuenta con una productividad promedio de 1,698 cafeteras por trabajador por mes⁴. De llevarse a cabo la mejora, se tendría una productividad de 2,727 cafeteras por trabajador por mes (20 días laborales), es decir, un aumento del 61%. Esto, debido a una capacidad de producción por turno con 11 empleados

³ Tasa de interés anual del 2.33% publicada por el Banco de México al día 7 de abril de 2004.

⁴ Dato proporcionado por A. G. Universal Motors.

de 1,500 cafeteras, lo que nos arroja 30,000⁵ cafeteras al mes. En caso de aumento de la demanda, la nueva línea tendría una capacidad máxima de 135,000 cafeteras, laborando tres turnos de 8 horas 30 días por mes.

5.4 Implementación de propuesta de mejora

En caso de que la empresa decida hacer la implementación de dicha propuesta se incurrirían en los gastos presentados en la tabla 5.10.

Tabla 5.10. Costo aproximado de implementación de propuesta de mejora.

Concepto	Cantidad	Costo
Mobiliario y Equipo	12 Mesas	\$11,400
Instalacion Eléctrica y de aire.	NA	\$5,000
Mano de obra	NA	\$3,000
Costo Total		\$19,400

* Elaboración propia

Aunado a esto, se agrega un cronograma donde se expone el tiempo que tomaría poner en marchar la propuesta de mejora, cabe aclarar que durante este periodo de implementación la línea actual continuará funcionando hasta que se pueda hacer el cambio totalmente, el cual se llevaría a cabo en un día no laboral. Esto aparece en la tabla 5.11.

⁵ Cifra meta por mes acordada con la empresa.

Tabla 5.11. Cronograma de implementación de propuesta de mejora.

Concepto	Línea de tiempo (Días)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Construcción de mobiliario	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Instalaciones necesarias	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Capacitación de personal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Preparación final de línea	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

* Elaboración propia

En conclusión, la implementación de la propuesta de mejora tiene un costo mucho menor que los beneficios económicos que se esperan tener con la misma, los cuales se comenzarían a ver desde el primer mes. Además, su implementación tomaría poco tiempo (el más largo es la construcción de las mesas) y no se requeriría un paro de línea.