

Desarrollo de Nueva Línea de Ensamblaje de Producto X

*Laura Consuegra Cruz
Maestría en Gerencia de Ingeniería
Héctor J. Cruzado, PhD, PE
Escuela Graduada
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Resumen — *El objetivo de este proyecto fue desarrollar una nueva línea de ensamblaje y establecer procedimientos operativos estándar para el Producto X en una empresa especializada en dispositivos médicos estériles. Se analizó el proceso de ensamblaje existente, enfocándose en los pasos de corte y ensamblaje, y se recopilaron y analizaron datos utilizando técnicas de cronometraje. Se determinó el tiempo promedio de operación y se proyectó la demanda y el tiempo de takt para evaluar la capacidad de producción. Se identificaron cuellos de botella y actividades innecesarias, lo que llevó a propuestas de mejoras y su impacto financiero. Se presentaron dos propuestas de despliegue y se calcularon los costos de implementación y el tiempo de recuperación de la inversión. Se recomendaron acciones para mantener las soluciones, como capacitación, supervisión y mantenimiento. En resumen, el proyecto logró su objetivo al proponer una línea de ensamblaje eficiente para el Producto X y proporcionar análisis de costos y tiempos para la toma de decisiones.*

Términos Claves — *Análisis de costos y tiempo, dispositivos médicos estériles, línea de ensamblaje, procedimientos operativos estándar*

INTRODUCCIÓN

La compañía en la que se condujo este proyecto, cuyo nombre se mantendrá en confidencialidad, es una destacada en la industria de dispositivos biomédicos, especialmente en el campo del moldeo, fabricación y esterilización de componentes. Su enfoque empresarial se centra en satisfacer las necesidades de los clientes, ya que la atención quirúrgica de los pacientes no puede esperar a que se cumplan las regulaciones, los estándares de calidad y los requisitos de seguridad. Además, la empresa se dedica a la mejora constante de sus servicios, procesos, tecnología y sistema de gestión de calidad

con el fin de incrementar la satisfacción de los clientes.

La compañía planifica comenzar a ensamblar un producto nuevo (X) en sus instalaciones. Debido al uso constante de las demás líneas de producción, se necesita crear una nueva línea exclusivamente para este producto. El propósito de este proyecto es evaluar el proceso y el área provisional donde se está realizando el ensamblaje, para poder montar la nueva línea de acuerdo con las especificaciones y requisitos del producto.

Estos procesos se realizan en cuartos limpios, lo que implica que los operadores deben utilizar sobre su vestimenta equipo de seguridad que la compañía les provee tales como: bata, guantes, mascarillas y cobertores de zapatos. En dichas áreas se trabajan productos que no deben recibir ningún tipo de contaminación y se deben seguir los protocolos de las regulaciones de calidad en la manufactura establecidas para proteger al consumidor, evitando algún daño adverso al paciente.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Diseñar de la línea de ensamblaje del producto nuevo (X).
- Crear los procedimientos operativos estándar (SOP, por sus siglas en inglés) para la nueva línea de producción.

METODOLOGÍA

El proceso de ensamblaje del producto X consta de impresión, corte y ensamblaje, pero el enfoque del proyecto se centra en los pasos de corte y ensamblaje debido a la ubicación separada de la impresión. Las estaciones de corte y ensamblaje operan con el flujo continuo de una sola pieza y carecen de automatización, incluyendo tareas como transporte, acomodo, división y corte en la estación de corte, y transporte, acomodo, adición de solvente,

adición de conector y almacenamiento en la estación de ensamblaje.

Las variables por analizar para este proyecto son el tiempo del proceso y las dimensiones del área provisional y designado. El tiempo se tomó en segundos, y las dimensiones en pies. Una vez el operador corta el producto X, este se divide en producto XA, representando el tubo corto, y XB, que es el largo.

Se observó la línea por un periodo de 20 unidades para familiarizarse con el proceso. La operación es completamente manual y se utilizó la técnica de cronometraje para recopilar datos de tiempo en cada estación. Se determinó que el tiempo promedio total de la operación es de 163.745 segundos. Luego, se utilizó el método de Westinghouse para calcular el tiempo normal, que resultó ser de 197.33 segundos, considerando factores de nivelación para los operadores. Se aplicaron compensaciones por fatiga utilizando OIT, lo que resultó en un 36.5% de compensaciones y un tiempo estándar de 264.882 segundos, lo que significa que un operador normal debe tomar 4.414 minutos por unidad.

La implementación de una nueva línea de ensamblaje para un producto nuevo es un proceso crítico para las empresas que buscan mejorar la eficiencia y aumentar la producción. Para esta investigación, se propuso la metodología de DMAIC. La metodología DMAIC es un enfoque estructurado y sistemático que se utiliza para mejorar los procesos y reducir los errores. Cuenta con cinco etapas:

- Definir
- Medir
- Analizar
- Mejorar
- Controlar

La identificación de cuellos de botella y la equilibración de la línea de producción, el diseño de la línea de ensamblaje y la creación de procedimientos operativos estándar, y la evaluación de las condiciones de trabajo y los factores

ergonómicos son aspectos críticos que considerar en este proceso.

RESULTADOS

En la etapa de Definir se estableció el objetivo principal y para cumplirlo, se definieron las variables a estudiar, el alcance, los miembros necesarios del equipo de trabajo, los objetivos y las fechas propuestas para entregar cada una de las partes. En la etapa de Medir, la empresa proveyó 50 muestras en la estación de corte y 100 en la estación de ensamblaje, de las cuales se utilizaron 49 en la estación de corte y 92 en ensamblaje (las otras 9 se eliminaron por causas especiales). Se dividió el proceso en 14 elementos (7 por cada estación) para tomar el tiempo de cada uno de ellos. El tiempo estándar de la estación de corte dio igual a 81.310 seg/unidad y en ensamblaje, 183.572 seg/unidad, para un total de 310.767 seg/unidad. Además, en esta etapa se estudió el despliegue actual y el flujo del producto en el mismo.

La información obtenida durante el muestreo se utiliza como base para la toma de decisiones. En la etapa de Analizar se realizó un pronóstico de la demanda, se calculó el tiempo de takt para evaluar la capacidad de cumplir con las expectativas del cliente, y se identificaron cuellos de botella y actividades sin valor añadido utilizando un Mapa de Flujo de Valor. El tiempo de takt es el tiempo total que debe tomar el proceso en sacar una unidad terminada, de manera que la producción pueda cumplir con la demanda.

En la Figura 1, se observa el cuello de botella de la estación de ensamblaje para poder calcular el tiempo actual de proceso. Con estos datos, se propuso un despliegue más eficiente y se analizó el impacto financiero de implementar las soluciones. La demanda prevista para el producto es de 2,000 unidades mensuales, lo que equivale a 24,000 unidades al año. La empresa ha establecido un margen de ganancia anual del 22% y ha determinado que se necesitan 10.5 turnos mensuales para satisfacer la demanda.

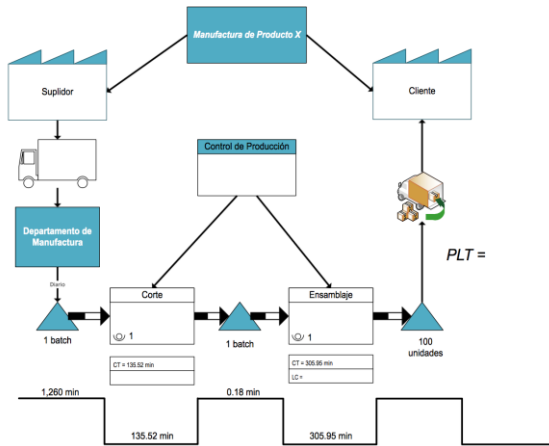


Figura 1
Mapa de Flujo de Valor del Proceso de Ensamblaje de Producto X

Para calcular el tiempo de takt, es necesario conocer la demanda, el tiempo de un turno de trabajo diario y los tiempos no productivos que quitan tiempo de producción. La demanda diaria (DD) se calculó asumiendo una demanda mensual de 2,000 unidades según requerida por el cliente:

$$DD = 2,000 \frac{uni}{mes} * \left(\frac{1 mes}{4 sem}\right) * \left(\frac{1 sem}{5 dias}\right) = 100 uni/dia \quad (1)$$

Con esta información, se puede calcular el tiempo de takt (TT) utilizando la siguiente ecuación:

$$TT = \frac{TDD}{DD} = \left(\frac{(530-10-30-10)min}{100 uni}\right) = 4.3 min/uni \quad (2)$$

donde:

TDD = tiempo diario disponible

Por lo tanto, para cumplir con la demanda mensual de 2,000 unidades establecida por el cliente, el proceso debe tener un tiempo de producción de 4.3 minutos por unidad, equivalentes a 258 segundos por unidad. Al comparar el tiempo estándar de 264.882 segundos por unidad con el tiempo de takt, se concluye que el proceso actual puede cumplir con la demanda. Sin embargo, se identifica que el ensamblaje es el cuello de botella y se deben realizar ajustes para reducir su tiempo y equiparlo al tiempo de corte.

El proceso actual cumple con la demanda, ya que el takt time es mayor que el tiempo de ciclo, refiérase a la Figura 2. Sin embargo, se podría equilibrar la estación de ensamblaje agregando un

tercer operador, lo que reduciría a la mitad el tiempo promedio actual por unidad, pasando de 183.572 segundos a aproximadamente 91.79 segundos, como se observa en la Figura 3.

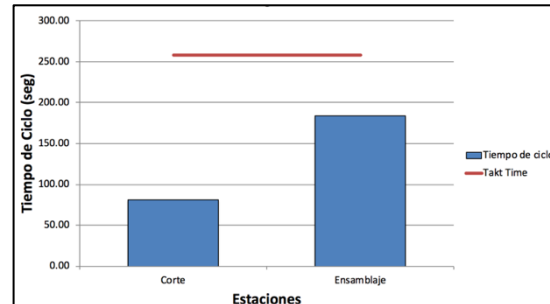


Figura 2
Balanceo de operaciones de sub-ensamblaje del Producto X con un operador

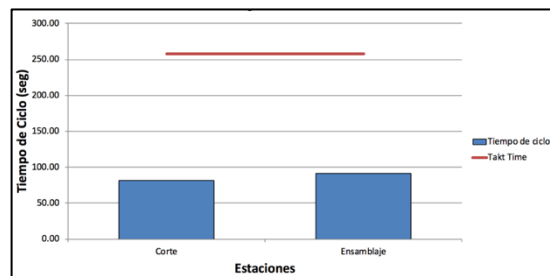


Figura 3
Balanceo de Operaciones de Sub-Ensamblaje del Producto X con Dos Operadores en Estación de Ensamblaje

El nuevo tiempo de ciclo total para producir una unidad sería de 173.10 segundos, lo que equivale a 2.885 minutos por unidad. Esto representa un ahorro de 1.53 segundos por unidad, lo que se traduce en un total de 3,060 segundos ahorrados mensualmente de 12 unidades mensuales adicionales.

SUGERENCIAS DE MEJORAS

Para la Propuesta A, presentada en la Figura 4, se implementa un rediseño de la línea utilizando tres estaciones. En esta propuesta se añaden dos anaqueles al principio y al final de la línea para el manejo del producto. A su vez, se añade un anaquel circular giratorio entre la estación de corte y de ensamblaje para reducir el cuello de botella y fomentar el manejo efectivo del producto. Se añade la estación de secado y empaque para reducir el retroceso.

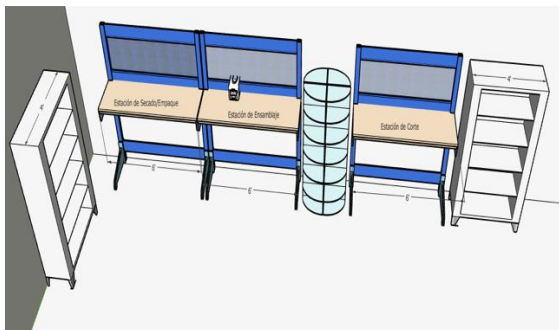


Figura 4
Despliegue de la Propuesta A

El producto se encontrará en las bandejas y de ahí pasará a la estación de corte, una vez el tubo sea cortado pasará por el anaquel circular giratorio que permitirá un fácil manejo del producto. De ahí pasa a la estación de ensamblaje donde se dejará reposar y luego será empacado.

La Propuesta B se presenta en la Figura 5. A pesar de ser semejante a la Propuesta A en su despliegue, la Propuesta B considera dos recursos en la estación de ensamblaje que es donde se presenta el cuello de botella de la línea. El primero recurso que recibe el producto XA ensamblará el primer conector y le pasará al segundo recurso el producto para que ensamble el segundo conector. Mientras que para el producto XB brinda el beneficioso de trabajar ambos recursos con el ensamblaje de los conectores de forma simultánea, sosteniéndolo por las puntas.



Figura 5
Despliegue de la Propuesta B

La etapa de Mejorar se enfoca en resumir y desglosar los hallazgos de la etapa de Analizar y proponer sugerencias para que ambos el proceso como el despliegue tengan el mayor nivel de

eficiencia posible. Además, se estimarán los gastos de implementación y la tasa de retorno como herramienta de ayuda a la hora de tomar decisiones. En la Tabla 1 se desglosan las oportunidades halladas en este proyecto que tienen potencial de mejoramiento. Mientras en la Tabla 2, se desglosan las sugerencias de implementación, incluyendo cantidad y costo de cada material.

Tabla 1
Sugerencias de Mejoras en el Proceso y Despliegue de Ensamblaje de Producto X

Área de Oportunidad	Oportunidad Hallada	Sugerencia
Proceso	1. Cuello de botella en estación de ensamblaje (102.262 seg/unidad adicionales a corte)	Añadir un operador (tres en total) en la estación de ensamblaje
	2. Operador de corte termina su trabajo antes que el de ensamblaje	Que continúe en estación de empaque
	3. Tiempo promedio de acomodar producto X en molde es 37.727 seg/unidad	Automatizar el proceso de corte
Despliegue	1. Existen retrocesos para estación de "Extracción de gases" por falta de espacio	Colocar un carrusel entre estación de corte y ensamblaje
	2. No existe área de empaque	Añadir estación de empaque al final de la línea
	3. El producto XB mide 49.5" de largo y las mesas 60" de largo; hace difícil el manejo del producto	Colocar un carrusel entre estación de corte y ensamblaje

Tabla 2
Implementaciones en Línea del Producto X

Sugerencia	Implicación Monetaria
Extractor de gases	\$700
Compartimiento para piezas	\$4 por compartimiento. \$16 por 4 compartimientos
Anaqueles redondos giratorios	\$120
Dispenser de solvente	\$500
Anaqueles	\$120 por anaquel. \$240 por 2 anaqueles
Estaciones de trabajo	Se obtendrán de una antigua línea de Striker inoperante (3 unidades)

Al aplicar las sugerencias mencionadas anteriormente, se calcula el período de recuperación (PR) utilizando la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{II}{GAP} = \frac{1,576.00}{28,697.00} = 0.0549 \approx 15 \text{ días} \quad (3)$$

donde:

II = inversión inicial

GAP = ganancia anual proyectada

Por lo tanto, con una ganancia anual proyectada de \$28,697.00, el período de recuperación de la inversión inicial sería de aproximadamente 15 días.

En la última etapa conocida como Control tiene como propósito principal desglosar las acciones a tomar para el sostenimiento de las soluciones antes mencionadas, y proponer un flujograma nuevo del proceso de ensamblaje del producto X.

Para sostener las sugerencias que se mencionaron anteriormente, es necesario tomar acciones para vigilar y mantener el control de estas. Se recomienda realizar lo siguiente:

- Entrenamiento a los tres operadores sobre el proceso estandarizado y el área.
- Supervisión, y si es necesario, corregir algún comportamiento o acción de los operadores fuera del estándar.
- Realizar mantenimiento periódico de los equipos de corte y ensamblaje.

CONCLUSIÓN

El propósito principal del proyecto asignado por la compañía fue cumplido satisfactoriamente. Se propuso el montaje de una nueva línea del proceso de sub-ensamblaje del producto X. Para lograrlo, se estudió el proceso y despliegue provisional del área de ensamblaje del producto X utilizando algunas herramientas de la metodología de DMAIC.

Se implementó un plan de recolección de muestras utilizando la técnica de cronometraje para registrar los datos de la línea de producción del Producto X en cada estación. Utilizando estos tiempos observados, se determinó el tiempo promedio por elemento y se calculó el tiempo promedio total de la operación, que resultó ser de 163.745 segundos. Luego, se aplicó el método de Westinghouse para equilibrar la carga de trabajo entre los operadores, lo que resultó en un tiempo normal de 197.33 segundos. Utilizando este tiempo normal, se asignaron compensaciones por fatiga utilizando la técnica de OIT, lo que llevó a un 36.5% de compensaciones y un tiempo estándar de 264.882 segundos. Esto significa que un operador promedio debe tomar 4.414 minutos por unidad. Además, se llevó a cabo un análisis de las estaciones de trabajo para evaluar el flujo del producto.