

Mejoras en la eficiencia en “Tray Pack”

Jennymar Laureano Vélez, SP
Maestría en Manufactura Competitiva
Iván M. Avilés Segundo, PhD, PE
Escuela Graduada
Universidad Politécnica de Puerto Rico

Abstracto — En la línea de tray pack, donde las actividades son principalmente manuales, la producción diaria es totalmente dependiente de la cantidad y versatilidad de operadores, estaciones de trabajo, flujo de trabajo, tiempo designado para el proceso, entre otros. El objetivo de esta investigación es identificar dónde la metodología de Kaizen es más productiva y eficiente en los procesos de operación. Se aplicará la metodología de manufactura esbelta (Lean manufacturing), aplicando diferentes herramientas tales como Kaizen, Mapa de Flujo de Valor, Gráfico de Contenido de Trabajo, 5S y un Gráfico de Eventos. Con estas herramientas se conseguirá, junto a los resultados de la investigación, aumentar la eficiencia operacional y facilitará identificar cualquier otro beneficio o área de oportunidad donde se puedan implementar mejoras adicionales.

Palabras claves — Eficiencia, Kaizen, Manufactura Esbelta, Productividad.

INTRODUCCIÓN

“La manufactura esbelta se refiere a un conjunto de “herramientas” que, al utilizarlas, ayudan a la identificación, eliminación o combinación de desperdicios (muda), a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de las operaciones de producción. Algunas de estas herramientas son la mejora continua (“Kaizen”), métodos de solución de problemas como 5 porqués y sistemas a prueba de errores (“poka yokes”) [1]”. Como parte del mejoramiento continuo, Boston Scientific establece metas de mejora continua para las métricas centrales. Una de esas métricas centrales es la eficiencia laboral. Al realizar diferentes análisis para el año 2021, se identificaron y se observaron oportunidades en áreas de manufactura de *tray pack* para poder alcanzar mejoras en la métrica de eficiencia.

DECLARACIÓN DEL PROYECTO

En el Departamento de Manufactura de Boston Scientific, las líneas de producción se dividen por diferentes productos o terapias. En unas líneas se comienza la manufactura de estos productos hasta tener el producto terminado y su inspección final. Otras líneas realizan los empaques del producto, esterilizaciones y embarques del producto. Hay líneas bastante avanzadas en tecnología, las cuales están automatizadas, pero también hay líneas que dependen mayormente del recurso humano para realizar las operaciones. En estas líneas donde las actividades son principalmente manuales, la producción diaria es totalmente dependiente de la cantidad de operadores, versatilidad de éstos, de las estaciones de trabajo, flujo de trabajo, tiempo designado para el proceso, entre otros.

Los factores más influyentes en la eficiencia de esta línea son la mezcla de modelos, tiempo de cambio (“changeover”) de la línea operacional para diferentes productos a ser manufacturados, el monitoreo de proceso y el tiempo requerido para trasladarse de un lado a otro para poder mantener el flujo de operaciones. En esta área identificada para mejoras se procesa el empaque de la unidad o producto, que opera con cinco estaciones de trabajo y cinco operadores. Cuando el flujo de las estaciones no es continuo, se requiere que cada uno de los operadores cubra operaciones en más de una estación y requiere más traslados entre estaciones, lo cual impacta la eficiencia del operador.

Descripción de la Investigación

El objetivo de esta investigación es mejorar los procesos de operación, para así aumentar la productividad y la eficiencia del área, utilizando la metodología de Kaizen que permita identificar

donde es más útil aplicar mejoras. Esta investigación pretende:

- Mejorar los procesos de operación en el área de empaque, identificada con una más alta proporción de actividades manuales, reduciendo desperdicios en las estaciones, eliminando procesos/pasos que no sean necesarios y que no dan valor al proceso para obtener el producto.
- Consolidar procesos para minimizar los traslados de los operadores entre estaciones y los cambios de estación.
- Implementar cambios a las áreas operacionales, reubicando las estaciones de una manera que creen un flujo continuo y se maximice el tiempo de actividad del personal.
- Adiestrar a los operadores en las estaciones de operación reubicadas para crear un 100% de versatilidad del operador y de estación, que permitirá mayor flexibilidad en el área y sostendría el mantener un flujo de operación continuo.

Contribución de la Investigación

La implementación de estas acciones en el área de *Tray Pack* servirán para:

- Reducir el número de operadores requeridos para mantener la operación continua.
- Aumentar la eficiencia aproximadamente un 20%.
- Incrementar la productividad de la línea.
- Balancear la carga de trabajo de los operadores.
- Reducir el desperdicio en caminatas o traslados entre estaciones de los empleados.
- Incrementar el volumen de producción del producto final empaçado.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Boston Scientific es una empresa de dispositivos médicos que fabrica varios productos en varias partes del mundo. En la fábrica de Dorado, Puerto Rico se producen dispositivos médicos para las divisiones de Manejo del Ritmo Cardíaco y Neuromodulación. El área de *Tray Pack* procesa el

empaque de todos los productos fabricados, antes de ser sometidos al proceso de esterilización.

“La eficiencia laboral es una de las métricas aplicadas en Boston Scientific en cada una de las líneas de fabricación. La eficiencia laboral mide la capacidad de utilizar la mano de obra de acuerdo con las expectativas [2]”. La eficiencia se puede entender como el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible [3]”. Cada año, Boston Scientific establece metas de mejora continua para las métricas centrales. Una de esas métricas centrales es la eficiencia laboral.

Por otra parte, se reconoce hoy día que la manufactura debe jugar un rol importante en la búsqueda de la sustentabilidad debido a la gran cantidad de recursos que consume y los desperdicios que genera. “En este sentido es importante mencionar que es posible obtener mayor eficiencia en la producción como resultado de la aplicación de la manufactura esbelta [4]”.

“La manufactura esbelta se refiere a un conjunto de “herramientas” que, al utilizarlas, ayudan a la identificación, eliminación o combinación de desperdicios (muda), a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de las operaciones de producción. Algunas de estas herramientas son la mejora continua (“Kaizen”), métodos de solución de problemas como 5 porqués y sistemas a prueba de errores (“poka yokes”) [1]”.

“Kaizen se define como un mecanismo penetrante de actividades continuas, donde las personas involucradas juegan un rol explícito, para identificar y asegurar impactos de mejoras que contribuyen a las metas organizacionales [5]”. Es una filosofía y metodología que se debe aplicar de forma continua. Mediante un ejercicio Kaizen se realizan diferentes actividades como lluvia de ideas, práctica de mejora y sistema 5S, Gemba, entre otros, y permite ver dónde están las oportunidades para disminuir desperdicios en diferentes aspectos. “El método de implementación utiliza el Mapa del Flujo de Valor, que es una herramienta desarrollada en el seno del modelo productivo de la manufactura esbelta que se fundamenta en la aplicación secuenciada [6]”. Esta herramienta se puede utilizar

para ver el flujo de materiales e información sobre el proceso, desperdicios, caminatas, etc. “Arrieta [7] menciona que las 5S son bloques sobre los cuales se puede instalar la producción de flujo, el control visual y, en muchos casos, apoyar el tiempo justo. La implementación de 5S permitirá que se separe lo necesario de lo innecesario”.

La reducción en volúmenes de producción afecta la eficiencia laboral porque las horas ganadas disminuyen mientras se mantiene la misma cantidad de horas pagadas. Esto presenta la necesidad de aumentar la eficiencia para poder reducir la plantilla. Este proyecto de investigación propone aumentar la eficiencia laboral eliminando una plantilla de empleados (reduciendo las horas pagadas).

La reducción de plantilla o personal y maximización de procesos para aumentar la eficiencia operacional en este proyecto de investigación se realizará utilizando las herramientas de la manufactura esbelta (“Lean Manufacturing”), como el Kaizen, las que ayudarán a obtener mayores beneficios utilizando menos recursos.

METODOLOGÍA

La metodología que se utilizará para lograr los objetivos propuestos se dividió en cinco fases donde se distribuyeron los pasos a seguir:

Inicio

- Crear un equipo multidisciplinario
- Realizar la reunión que iniciará el proyecto
- Seleccionar el personal que participará en el ejercicio Kaizen

Planificación

- Definir el tiempo de duración del Kaizen
- Definir el Plan de Comunicación
- Definir los objetivos y las metas claramente
- Identificar los posibles riesgos
- Obtener los materiales necesarios

Ejecución

- Recopilar los datos de los últimos seis meses de unidades completadas
- Recopilar los datos de absorción y horas pagadas
- Estimar el volumen para el próximo año

- Crear el Plan de Versatilidad de Personal de Fabricación
- Recopilar los datos de los costos
- Estudiar los datos de tiempo TAKT y del ciclo de los procesos operacionales. El tiempo TAKT es el tiempo máximo aceptable para satisfacer las demandas del cliente [8]”. El tiempo de ciclo es el tiempo desde que comienza la operación hasta el momento en que finaliza la operación [8]”.
- Completar los adiestramientos necesarios
- Ejecutar el plan
- Poner en práctica el plan
- Hacer y crear la logística del plan de reubicación
- Utilizar Gemba para identificar desperdicios
- Implementar los cambios

Monitoreo y Control

- Validar las implementaciones y cambios
- Validar los resultados
- Realizar los cambios, si es necesario
- Hacer la documentación del proyecto

Cierre

- Preparar el informe final del proyecto
- Hacer la presentación final
- Comunicar los resultados a todas las partes impactadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el objetivo de lograr un aumento en la eficiencia laboral del área de *Tray Pack* en Boston Scientific, se realizó un Diagrama Gantt, según se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1
Datos de las Etapas del proyecto para la creación del Diagrama Gantt

Antecesoras	Nombre de la tarea	Duración
	Inicio	5 days
	Crear un equipo multidisciplinario	3 days
2	Realizar la reunión que iniciara el proyecto	1 day
2	Seleccionar el personal que participara	2 days
	Planificación	17 days
3,4	Escoger el tiempo de duración del Kaizen	1 day
6	Plan de comunicación	3 days
7	Tener objetivo v metas claras	5 days
8	Identificar riesgos	5 days
9	Obtener materiales necesarios	3 days
	Ejecución	82 days
10	Recopilación de datos de los últimos seis meses Horas sanas v pasadas	10 days
12	Previsión de volumen para el próximo año	2 days
13	Plan de versatilidad de personal de fabricación	5 days
14	Recopilación de la data de costos	3 days
15	Estudios de tiempo de los procesos	10 days
16	El tiempo TAKT es el tiempo mínimo aceptable para satisfacer las demandas del cliente (Verma, 2020).	5 days
17	El tiempo de ciclo es el tiempo desde que comienza la operación hasta el momento en que finaliza la operación (Verma, 2020).	5 days
18	A diestramientos	2 days
19	Ejecutar un plan	15 days
20	Poner en práctica el plan	3 days
21	Hacer v crear la logística del plan de reubicación	5 days
22	Genba para Identificar desperdicios	2 days
23	Implementar los cambios	15 days
	Monitoreo v control	20 days
24	Validar implementaciones v cambios	20 days
24	Validar resultados	10 days
24	Realizar cambios si es necesario	5 days
24	Realizar documentación del proyecto	10 days
	Cierre	8 days
29,28,27,26	Recorte final del proyecto	5 days
31	Realizar la presentación final	2 days
32	Comunicar a todas las partes impactadas los resultados	1 day

Esta herramienta es utilizada con la intención de tener en una gráfica visual de las tareas que fueron planificadas, que ayuden a cumplir con el objetivo en un tiempo determinado.

En la línea de *Tray Pack* se procesan cuatro productos diferentes. Para llegar al objetivo de este proyecto, se realizó un estudio de tiempo por cada producto y estación proceso en el área de producción. Específicamente, se tomaron videos a cada operador mientras realizaba la operación donde quedó grabado el tiempo que toma cada elemento realizado en el proceso. En la Tabla 2 se aprecian los resultados obtenidos por producto y por estación.

Tabla 2
Promedio de tiempo de ciclo por producto y estación

Flujo de proceso de Producto A	Tiempo de ciclo por segundo	Tiempo de ciclo por minutos	Tiempo disponible por estación por minutos	Demanda diaria	Tiempo en minutos requerido por demanda
Cleaning	14.52	0.24	374	7	1.8
OCR	12.58	0.21	374	7	1.5
Loading (IS1)	38.32	0.64	374	7	4.6
Inner Seal	20.78	0.35	374	7	2.5
Outer Seal (IS1)	34.89	0.58	374	7	4.2
Flujo de proceso de Producto B	Tiempo de ciclo por segundo	Tiempo de ciclo por minutos	Tiempo disponible por estación por minutos	Demanda diaria	Tiempo en minutos requerido por demanda
Cleaning	14.52	0.24	374	50	12.2
OCR	12.58	0.21	374	50	10.5
Loading (IS4)	38.32	0.64	374	50	32.2
Inner Seal	20.78	0.35	374	50	17.5
Outer Seal (IS4)	34.89	0.58	374	50	29.3
Flujo de proceso de Producto C	Tiempo de ciclo por segundo	Tiempo de ciclo por minutos	Tiempo disponible por estación por minutos	Demanda diaria	Tiempo en minutos requerido por demanda
Cleaning	14.52	0.24	374	117	28.3
OCR	12.58	0.21	374	117	24.5
Loading	40.11	0.67	374	117	78.2
Inner Seal	27.40	0.46	374	117	53.4
Outer Seal	38.92	0.65	374	117	75.9
Flujo de proceso de Producto D	Tiempo de ciclo por segundo	Tiempo de ciclo por minutos	Tiempo disponible por estación por minutos	Demanda diaria	Tiempo en minutos requerido por demanda
Cleaning	14.52	0.24	374	3	0.7
OCR	12.58	0.21	374	3	0.6
Loading	40.11	0.67	374	3	2.0
Inner Seal	27.40	0.46	374	3	1.4
Outer Seal	38.92	0.65	374	3	1.9

El análisis en la Tabla 2 se realizó tomando en consideración un promedio de la demanda de los próximos seis meses por producto, tiempo disponible por estación y tiempo de ciclo por producto y estación. El tiempo disponible por estación se calcula sobre un turno de ocho horas (480 minutos) descontando el tiempo de concesiones detallado en la Tabla 3.

Tabla 3
Ejercicios de concesiones operador

Operador	Actividad	Tiempo (minutos)
1	Tiempo de Vestimenta- entrada y salida	10
1	Reunion	5
1	Ejercicios ergonomicos	5
1	Ejercicios ergonomicos	5
1	1st Break	33
1	2nd Break	33
1	Otros	15
	Total Lost Time (min)	106

En la Tabla 3 se pueden observar diferentes actividades necesarias que los operadores realizan y no tocan producto, pero se toma en consideración al sacar el cálculo del tiempo disponible por estación. Luego de que se realiza el cálculo del tiempo disponible (480 minutos) menos el tiempo de

concesiones (106 minutos) el tiempo disponible por estación es de 374 minutos, los cuales se observan en la Tabla 2. A estos valores de la Tabla 2 se le aplicó la demanda diaria que es necesaria para cumplir con el cliente y a su vez muestra la capacidad diaria por estación y por producto. Luego de obtener los resultados individuales por producto, se realizó el análisis por estación del área para todos los productos. En la Tabla 4 se muestran los resultados.

Tabla 4
Flujo y tiempos de ciclo por estaciones incluyendo todos los productos

Estación	Operador por estación actual	Tiempo de ciclo requerido para todos los productos por minutos	Tiempo disponible por estación por minuto	Demanda diaria requerida por todos los productos
Cleaning	0.50	43.00	374	177
OCR	0.50	37.16	374	177
Loading	1.50	117.07	374	177
Inner Seal	1.00	74.78	374	177
Outer Seal	1.50	111.39	374	177

En la Tabla 4 se puede observar el tiempo requerido por cada estación con la demanda diaria de todos los productos de Tray Pack (177 unidades diarias), tiempo disponible de la estación (374 minutos) y los operadores que actualmente trabajan por estación. Adicional, se puede ver que el proceso de “loading” es el cuello de botella o el factor limitante de esta área, debido a que el tiempo de ciclo es mayor a las demás áreas y esta será la que marcará el tiempo del flujo de las unidades. Los valores adquiridos de estos datos se utilizaron para crear un contenido gráfico que permitirá ver el balanceo actual y oportunidades en el mismo. Los resultados se ven reflejados en la Figura 1.

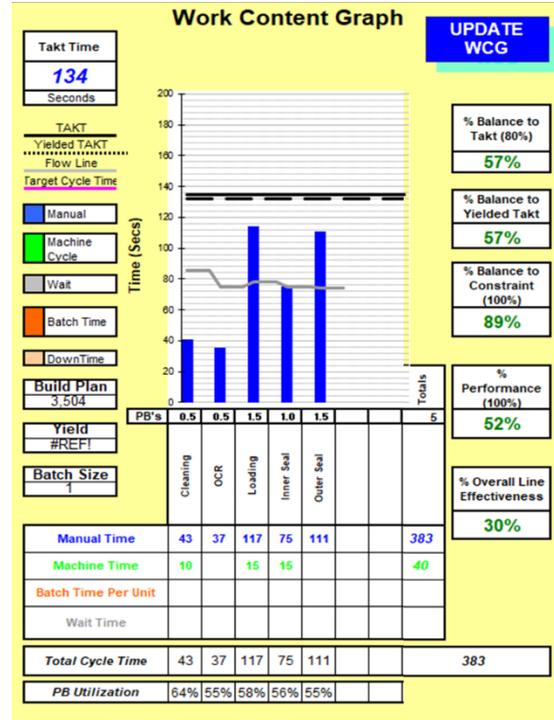


Figura 1
Gráfica del contenido de trabajo y balanceo actual

La Figura 1 muestra que, para cumplir con la demanda, la línea deberá completar una unidad cada 134 segundos (Takt Time), la utilización de los cinco empleados promedia en un 57.6%, en adición, que la línea gris es la meta que debe alcanzar cada barra por estación para mantener un flujo continuo. El contenido gráfico demuestra que esta área operacional tiene oportunidad en balanceo de trabajo, flujo y utilización de operadores. Luego de observar el gráfico en la Figura 1 se hizo un análisis en detalles de todos los pasos de cada proceso y se observaron las oportunidades de redistribuir las tareas por estación para poder crear un mejor balanceo y flujo. En la Tabla 5 se puede observar los pasos actuales de las primeras tres estaciones: Limpieza, OCR y “Loading”.

Tabla 5
Elementos por estación

Pasos	Limpieza	Pasos	OCR	Pasos	Loading
1	The alcohol is prepared and placed in the workstation.	1	The units are removed from the container and placed in the workstation.	1	The unit is grabbed from the container, unangled, and placed in the workstation.
2	The unit is wiped with alcohol	2	The label is scanned + MES	2	The tip of one end of the unit is wiped with alcohol.
3	Signoff	3	The unit is scanned in OCR + MES.	3	A purple tip is inserted in the tip of each unit.
		4	Signoff	4	The stylet is inserted in the unit.
				5	A "silicone tubing" was removed from one end, the unit was visually inspected, and the "silicone tubing" was placed again.
				6	The entire units are wiped with alcohol.
				7	The units are placed under the ionizer gun
				8	The unit is placed on a "hanger" + MES.
				9	The WIP Tag is scanned and the unit is scanned twice in MES
				10	The label is removed from the unit and placed in the tray.
				11	The tray is placed under the ionizer gun
				12	The unit, blue foam, and stylet rings are placed in the tray. + MES
				13	The tray with the unit and components is placed under the ionizer gun
				14	The tray is placed under the ionizer gun and on top of the tray + MES.
				15	Signoff

Luego de analizar los datos de la Tabla 5, se observaron varias oportunidades y se realizaron diferentes acciones para obtener mejores resultados. La estación de limpieza se consolidó con la estación de OCR en una sola mesa, utilizando un solo operador. La estación de limpieza y OCR en el nuevo balanceo se le añadirá los pasos 2, 3, 4, y 4 de la estación de "loading". En la Tabla 6 se podrá observar el resultado final del balanceo de las estaciones de limpieza, OCR y "Loading".

Tabla 6
Elementos por estación con el nuevo Balanceo

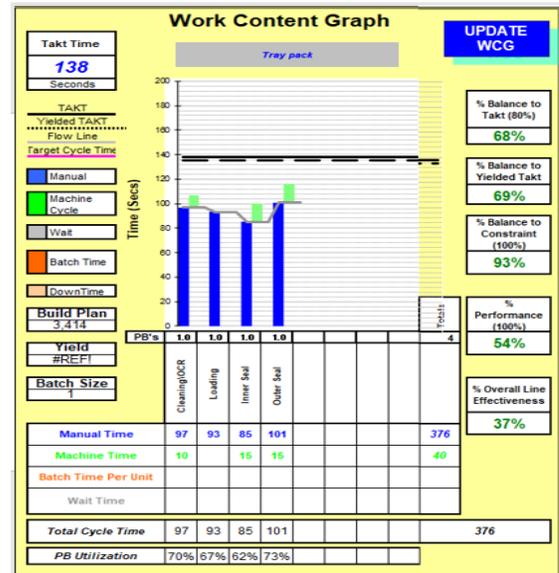
Pasos	Limpieza\OCR	Pasos	Loading
1	The alcohol is prepared and placed in the workstation	1	The unit is grabbed from the container and placed in the workstation.
2	The unit is wiped with alcohol	2	A "silicone tubing" was removed from one end, the unit was visually inspected, and the "silicone tubing" was placed again.
3	The tip of one end of the unit is wiped with alcohol.	3	The entire units are wiped with alcohol.
4	The label is scanned + MES	4	The units are placed under the ionizer gun
5	The unit is scanned in OCR + MES.	5	The unit is placed on a "hanger" + MES.
7	A purple tip is inserted in the tip of each unit.	6	The WIP Tag is scanned and the unit is scanned twice in MES
8	The stylet is inserted in the u	7	The label is removed from the unit and placed in the tray.
9	Signoff	8	The tray is placed under the ionizer gun
		9	The unit, blue foam, and stylet rings are placed in the tray. + MES
		10	The tray with the unit and components is placed under the ionizer gun
		11	The tray is placed under the ionizer gun and on top of the tray + MES.
		12	Signoff

De igual manera se balancearon los pasos de las estaciones de "inner seal" y "outer seal", creando un flujo de trabajo más constante y reduciendo de cinco operadores a cuatro. En la Tabla 7 se puede observar cómo quedó el nuevo balanceo por estación, el cual en la consolidación de pasos descritos en la Tabla 6 como resultados, quedaron cuatro estaciones y cuatro operadores.

Tabla 7
Flujo y tiempos de ciclo por estaciones en el nuevo balanceo

Estación	Operador por estación actual	Tiempo de ciclo requerido para todos los productos por minutos	Tiempo disponible por estación por minuto	Demanda diaria requerida por todos los productos
Cleaning/OCR	1.00	97.00	374	177
Loading	1.00	93.00	374	177
Inner Seal	1.00	85.00	374	177
Outer Seal	1.00	101.00	374	177

En la Figura 2 también se puede observar de una manera gráfica el nuevo balanceo. Consiguiendo aumentar la utilidad de los operadores un 10.4%, se puede observar cómo las barras se acercaron más a la línea gris, logrando un mejor flujo de unidades y balance de trabajo entre las estaciones y los operadores.



Promedio de utilización de operador
68%

Figura 2
Gráfica de contenido de trabajo con el nuevo balanceo

Para lograr balancear y poder aumentar la utilización de los operadores también se realizó una reubicación del área para minimizar el desperdicio

de la caminata. En la Figura 3, se observa el diseño del cuarto, flujo del producto (líneas rojas), ubicaciones de las estaciones y de los operadores. En dicha Figura 3, el cuarto estaba configurado para una producción de aproximadamente 12,000 unidades, el cual se producía con 14 operadores.

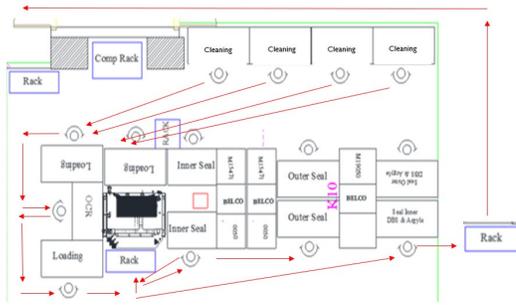


Figura 3

Diagrama del área de Tray pack para 12,00 unidades

Desde hace un año la producción de esa área ha ido disminuyendo y actualmente ronda entre los 3,000 a 3,500 unidades. Luego de esa disminución de volumen, el cuarto no fue reorganizado para la demanda actual. En la Figura 4, demuestra como hubo una reducción de 14 operadores a cinco y el cuarto continuó con el mismo diseño. Esto impactó el área de una manera negativa, ya que el tiempo de caminata de los operadores aumentó.

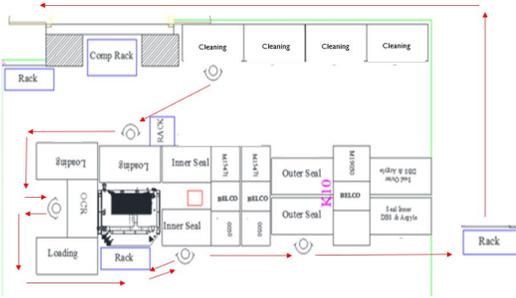


Figura 4

Diagrama del área de Tray pack para 3,000-3,500 unidades

En la Figura 4 se puede observar cómo los operadores de las estaciones de “loading” aumentan su caminata hasta la estación de OCR y al operador de OCR hasta el “rack”. Esto crea un desperdicio de tiempo en la caminata. En la Figura 5, se presenta un diagrama de espagueti donde se ve, a simple vista, el desperdicio en caminata o traslado de los operadores entre las estaciones. Las líneas rojas representan

cómo los operadores caminan de lado a lado para poder mover el producto u obtener sus componentes.



Figura 5

Diagrama de espagueti para el área de Tray pack para 3,000-3,500 unidades

La ubicación del cuarto fue una de las oportunidades encontradas en la caminata de Gemba. En esta oportunidad se trabajó con descartar estaciones que no estaban en uso, relocalizar estaciones más cerca y liberar aproximadamente 200p/c, lo cual representa un 16% de espacio liberado.

En la Figura 6 se muestra la ubicación anterior del área de Tray Pack y la nueva relocalización del área. El área marcada en azul era donde se encontraba el área y la verde es el área actual.

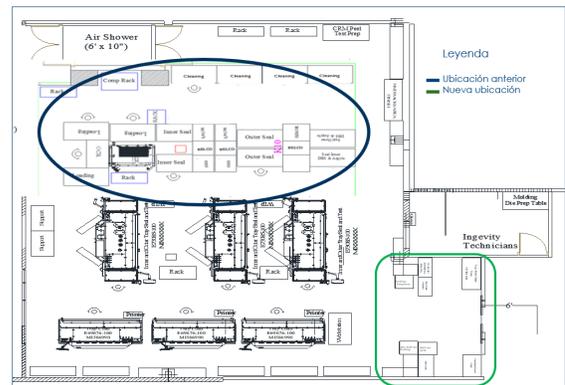


Figura 6

Diagrama de la Ubicación del Área de Tray Pack

La Figura 7 muestra la reubicación completada. También se minimizó la caminata diaria de los operadores diez minutos diarios.

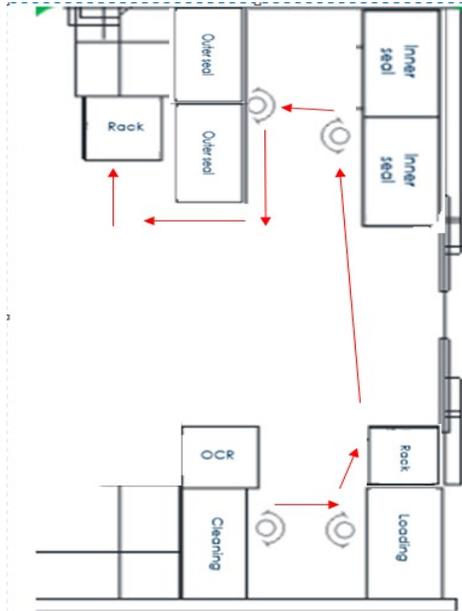
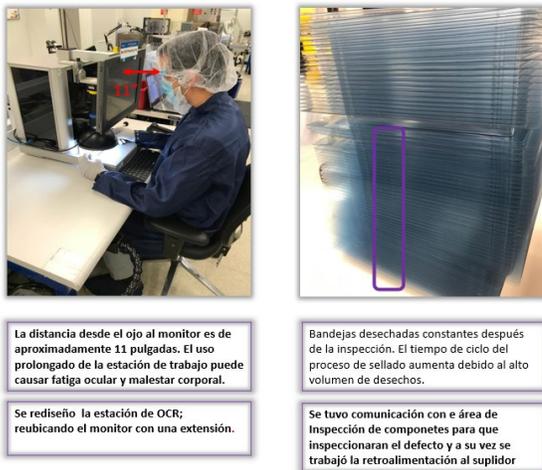


Figura 7

Diagrama del area de Tray pack y nuevo flujo de material

Otras de las herramientas utilizadas fue el Gemba, en el cual se pudieron observar oportunidades de mejoras. La Figura 8, muestra diferentes observaciones que el grupo tuvo durante esta caminata. La Figura 8 también menciona como se trabajaron los cambios para realizar la mejora.



La distancia desde el ojo al monitor es de aproximadamente 11 pulgadas. El uso prolongado de la estación de trabajo puede causar fatiga ocular y malestar corporal.

Se rediseño la estación de OCR; reubicando el monitor con una extensión.

Bandejas desechadas constantes después de la inspección. El tiempo de ciclo del proceso de sellado aumenta debido al alto volumen de desechos.

Se tuvo comunicación con e área de Inspección de componetes para que inspeccionaran el defecto y a su vez se trabajó la retroalimentación al suplidor

Figura 8

Oportunidades observadas en la caminata de Gemba

El resto de la metodología se realizó según el contenido del Diagrama Gantt. En la fase de inicio

se creó un grupo multidisciplinario seleccionando el personal de distintos departamentos tales como el Gerente del Área Operacional, Ingeniero Industrial, Ingeniero de Manufactura, Ingeniero de Calidad, Personal del Área de Planificación, Supervisor, Líder de Grupo y dos operadores. Se realizó la primera reunión con el grupo seleccionado para comunicar el proyecto, los objetivos y metas.

En la etapa de planificación se determinó que el tiempo del Kaizen sería tres días. Se realizaron las reuniones para la comunicación del proyecto a los gerentes y se identificaron riesgos como los probables cambios en volumen. En la etapa de ejecución se recopilaban todos los datos requeridos para definir el proyecto. Entre estos están los adiestramientos a los operadores, reubicación de las estaciones, rebalanceo y cambios en sistema. También en esta etapa se realizaron estudio de tiempo y caminata de Gemba. En esta etapa se implementan todos los cambios y se continúa con la siguiente etapa, en la que se validan los cambios e implementaciones con los resultados. Se realizaron varios cambios por la retroalimentación de los empleados, como el mover un microscopio del lado derecho al izquierdo por ergonomía.

En la etapa de cierre se realizó el informe final del proyecto y se presentó a todos los miembros del grupo impactado los resultados y beneficios obtenidos del proyecto.

CONCLUSIÓN

Boston Scientific trabaja con una cultura de mejora continua, por lo cual una de sus metas es mantener y mejorar la eficiencia laboral. El aumento en porcentaje de mejora anualmente es un hecho, aunque en ocasiones es un reto por cambios en volumen, productos que están en su final de vida, entre otras cosas. En relación con esto se encontró una oportunidad de mejora en el área de *Tray Pack*, que afectó el cambio en volumen y debido a eso no estaba alcanzando su meta.

Luego de realizar este proyecto se obtuvieron los beneficios esperados de aumentar la eficiencia un 20%, liberar 16% de área (en pies cuadrados),

aumentar la capacidad de producción un 3% diario y poder reducir un recurso de personal, el cual representa un ahorro anual de \$35,339.20. Otros de los resultados obtenidos que no estaban en los objetivos presentados al inicio fueron mejoras de ergonomía. Con la implementación de este proyecto se confirmó la importancia de hacer estos análisis, según varían los volúmenes y qué pasos se deben seguir cuando es necesario.

REFERENCIAS

- [1] L. Padilla, "Lean manufacturing, manufactura esbelta/ágil," *Revista Electrónica Ingeniería Primero*, vol. 15, ISSN 2076-3166, 91-98, enero 2010 [Online]. Available: https://www.academia.edu/8705181/LEAN_MANUFACTURING_MANUFACTURA_ESBELTA_%C3%81GIL. [Accedido Feb 19, 2001].
- [2] S. Bragg, "Labor efficiency variance definition," *Accounting Tools*, 2020. Available: <https://www.accountingtools.com/articles/2017/5/5/labor-efficiency-variance>. [Accedido Feb 21, 2001].
- [3] K. Mokate, "Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: ¿qué queremos decir?" Departamento de Integración y Programas Regionales, *Instituto Interamericano para el Desarrollo Social, Banco Interamericano de Desarrollo*, pp. 5-6, 2001.
- [4] C. Monge, J. Cruz, & F. López, "Impacto de la manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en México," *Información tecnológica*, 2013 [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000400003>. [Accedido Feb 22, 2021].
- [5] M. Barraza, S. F. "El kaizen/the Kaizen". *Panorama Editorial*, 2007. Available: <https://kinostuff.net/textbook/el-kaizen-the-kaizen> [Accedido Feb 27, 2001].
- [6] K. Barcia, & C. De Loor. "Metodología para mejorar un proceso de ensamble aplicando el mapeo de la cadena de valor (VSM)". *Revista Tecnológica-ESPOL*, 2007. Available: https://rraae.cedia.edu.ec/Record/ESPOL_aa47a689f0b11e228574683375939d7b. [Accedido Feb 21, 2001].
- [7] J. Arrieta. "Las 5s pilares de la fábrica visual". *Revista Universidad*, 1999. Available: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/16361>. [Accedido Feb 27, 2001].
- [8] E.Verma. "Understanding TAKT Time and Cycle Time vs. Lead Time", *SimpliLearn*, 2021. Available: <https://www.simplilearn.com/time-confusion-cycle-time-takt-time-lead-time-part-1-articleAhmed>. [Accedido Feb 20, 2001].
- [9] M. Domínguez, J. A., *Dirección de operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*, Madrid: McGraw-Hill, 1995.