

Optimización de la Eficiencia: Un Enfoque 5S/DMAIC para la Gestión del Inventario de Reactivos en un Laboratorio Químico

Michael A. Portalatín-Mouliert
Manufactura Competitiva
Carlos J. González-Miranda, Ph.D.
Ingeniería Industrial y Sistemas
Universidad Politécnica de Puerto Rico

Abstract — Este proyecto ataca el problema de la pobre gestión de inventario en el laboratorio de control de calidad de una farmacéutica situada en el área sureste de Puerto Rico. Para abordar los problemas que encontramos en el manejo de inventario se estuvo utilizando las reconocidas metodologías DMAIC y 5S en paralelo. Al trabajar con ambas de estas dos metodologías en paralelo se obtuvieron mejores resultados, ya que ambas de estas metodologías se complementan. Con la implementación de este proyecto se obtuvo como resultado una mejor organización en el área del cuarto reactivos y junto con esto se logró una disminución del tiempo de búsqueda de los analistas en encontrar un reactivo dentro del área. Con la implementación de estas mejoras en el manejo del inventario del laboratorio podemos mejorar la eficacia del laboratorio y junto con esto logramos un lugar de trabajo más fluido.

Palabras Claves — 5S, DMAIC, Inventario, Lean Six Sigma

INTRODUCCIÓN

El manejo de inventario en cualquier industria es parte esencial del buen funcionamiento de cualquier área de trabajo. Tener mucho inventario como tener poco inventario son un problema para una industria. Tener mucho inventario es un problema ya que se incurre en más gastos, esto debido a que el inventario ocupa espacio y este espacio se traduce en gastos financieros. Por el otro lado tener poco inventario también es un problema, ya que esto puede provocar que cuando se necesite algo del inventario este lo tengamos en pocas cantidades o no lo tengamos. Tener poco inventario puede provocar la paralización de cualquier proceso en cualquier industria. Es por estas dos razones,

primordialmente, que es muy importante mantener un inventario saludable y bien organizado.

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Se estará impactando el área de almacenaje de reactivos del laboratorio químico de una farmacéutica en el área sureste de Puerto Rico. El cuarto de reactivos del laboratorio, situado en el Departamento de Control de Calidad, está actualmente plagado de prácticas ineficientes de gestión de inventario. La consecuencia de esta ineficiencia es un desafío de doble filo: no solo genera una considerable pérdida de tiempo cuando los analistas buscan los reactivos necesarios para sus análisis, sino que también algunas de las veces, resulta en el desafortunado descubrimiento de reactivos expirados. Algunas veces también se incurre en compras de reactivos innecesarios que ya se encuentran en inventario, pero como no se logran localizar fácilmente se compran nuevamente, incurriendo en gastos adicionales. Estos problemas obstaculizan significativamente la capacidad del departamento para operar debidamente.

La gestión eficiente del inventario es crucial para el buen funcionamiento del Departamento de Control de Calidad. Los problemas identificados no sólo interrumpen los flujos de trabajo diarios, sino que también plantea un riesgo para la eficiencia operativa y la precisión de los resultados de las pruebas. El tiempo innecesario dedicado a la búsqueda de reactivos y la presencia de reactivos expirados, incluso cuando estos no se utilizan, crean un efecto dominó que afecta la eficacia general de los procesos de control de calidad.

Objetivo de la Investigación

Este proyecto busca mejorar la gestión de inventario del cuarto de reactivos del departamento

de control de calidad implementando la reconocida metodología 5S. El objetivo principal es organizar y optimizar el espacio de inventario existente para con esto reducir el tiempo que toman los analistas al buscar los reactivos en su área de almacenamiento en al menos un 30%. Este enfoque estratégico tiene como objetivo reducir significativamente el tiempo y el esfuerzo actualmente invertidos en localizar reactivos específicos. Simultáneamente, el enfoque DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) se estará aplicando para examinar y mejorar los procesos generales de gestión de inventario. De particular énfasis es el esfuerzo dedicado a minimizar la aparición de reactivos expirados, fortaleciendo así la confiabilidad y precisión de los procesos de control de calidad del laboratorio. El objetivo general es marcar el comienzo de una nueva era de eficiencia operativa, reducción de residuos y mayor eficacia en el ámbito del control de calidad.

Contribución de la Investigación

La ejecución de este proyecto dentro del cuarto de reactivos del laboratorio aportará contribuciones multifacéticas al panorama operativo. En primer lugar, la implementación de la metodología 5S actuará como catalizador, reduciendo significativamente el tiempo que los analistas actualmente invierten en localizar reactivos a ser utilizados en sus análisis del día a día. El resultado sería un flujo de trabajo acelerado y optimizado que impacta directamente en la productividad.

Además, la iniciativa tiene como objetivo proporcionar una mayor visibilidad del inventario, garantizando que los analistas estén protegidos de la molestia de tener que lidiar con reactivos difícil de encontrar y expirados. Esto no sólo salvaguarda la precisión de los análisis, sino que también contribuye a un entorno de trabajo más seguro. Otro impacto del proyecto se extiende a los aspectos financieros, ya que se esfuerza por reducir los gastos innecesarios evitando la compra innecesaria de reactivos.

Lo que buscamos con esta investigación es crear un entorno en el que los recursos se utilicen de forma óptima, se minimicen las interrupciones y el laboratorio funcione lo más eficaz posible. Logrando estos objetivos, el proyecto busca elevar la calidad general de las operaciones del laboratorio, estableciendo un nuevo estándar de excelencia en la gestión del inventario de reactivos.

Revisión de Literatura

Podemos definir inventario como todos los artículos o stocks usados en la producción (materia prima y productos en proceso), actividades de apoyo (suministros de mantenimiento y reparación) y servicio al cliente (productos terminados y repuestos) [1]. Cuando hablamos de inventario es importante hablar de los diferentes tipos de enfoques utilizados en un inventario, entre los enfoques más utilizados encontramos el enfoque “Push” y el enfoque “Pull”. La elección entre estrategias de “Push” y “Pull” en un laboratorio de química depende de la naturaleza de los experimentos, la necesidad de reactivos y el equilibrio entre tener suficiente inventario y minimizar el desperdicio. La implementación de un enfoque híbrido permite a los laboratorios optimizar la eficiencia y la utilización de recursos en función de los diferentes requisitos de los experimentos.

El inventario en un laboratorio suele ser uno donde mayormente predominan los reactivos peligrosos. Dentro de los reactivos que podemos encontrar en un inventario de un laboratorio están: explosivos, corrosivos, cancerígenos, inflamable, entre otros. Es por esta razón por lo que es de suma importancia conocer el manejo adecuado de cada uno de estos materiales. Por lo tanto, los laboratorios regulados cuentan con un área dedicada a los MSDS (“Material Safety Data Sheet”) por sus siglas en inglés (Figura 1). Los “Material Safety Data Sheet” identifican información sobre productos que incluyen ingredientes peligrosos (incluidas propiedades toxicológicas específicas), medidas de precaución

para la manipulación e información relevante sobre primeros auxilios y emergencias [2].



Figura 1
Pictograma MSDS
Lean Six Sigma

Lean Six Sigma es un enfoque importante para la mejora de procesos que combina los principios y herramientas de las metodologías Lean y Six Sigma. La metodología Lean se centra en eliminar el desperdicio a través de herramientas de resolución de problemas, gestión visual y estandarización, mientras que la metodología Six Sigma tiene como objetivo reducir las variaciones en los procesos de producción para mejorar la calidad y satisfacer las expectativas del cliente [3]. ¿Qué son desperdicios para Lean? Para Lean toda aquella actividad que no le agrega valor a nuestro producto es un desperdicio.

Por otro lado, Six Sigma es un método que proporciona a las organizaciones herramientas para mejorar la capacidad de sus procesos de negocio. Este aumento en el desempeño y disminución en la variación del proceso ayuda a reducir los defectos y mejorar las ganancias, la moral de los empleados y la calidad de los productos o servicios [4]. Una de las herramientas más utilizadas de Six Sigma lo es DMAIC, la cual estaremos discutiendo a continuación. Cuando se utiliza esta metodología se logra eliminar el desperdicio y optimizar los procesos, Lean Six Sigma contribuye a una mayor eficiencia, tiempos de entrega más cortos y una mayor productividad.

DMAIC

Cuando de metodologías hablamos en lo que es gerencia de calidad, no hablar de DMAIC es un error. La metodología DMAIC (Figura 2) nos proporciona estrategias avanzadas y métodos ordenados para recopilar datos, además es un

método de análisis estadístico para identificar las causas de errores o defectos y eliminar estos errores [5]. DMAIC es un acrónimo en inglés el cual cada sigla significa: Define (Definir), Measure (Medir), Analyze (Analizar), Improve (Mejorar) y Control (Controlar).

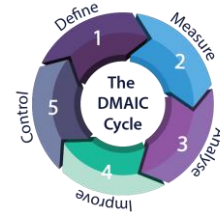


Figura 2
DMAIC

A continuación, se estará discutiendo un poco, en general, lo que se lleva a cabo en cada una de estas fases:

- **Definir** – El equipo del proyecto trabaja para definir claramente el problema u oportunidad de mejora. Esto implica establecer metas, objetivos y alcance del proyecto.
- **Medir** – Se identifican métricas claves y se recopilan datos para cuantificar el desempeño del proceso.
- **Analizar** – El equipo del proyecto utiliza herramientas estadísticas y analíticas para analizar los datos recopilados de la fase anterior.
- **Mejorar** – El objetivo es implementar cambios que aborden las causas fundamentales y conduzcan a mejoras que puedan ser medidas en el proceso.
- **Control** – Esta fase consiste en sostener las mejoras realizadas durante las fases anteriores.

5S

Otra de las metodologías más utilizadas en el área de gerencia de calidad lo es la metodología 5S. El propósito de implementar la herramienta 5S es crear lugares de trabajo ordenados y adecuadamente organizados [6]. Esta metodología consiste en aplicar 5 fases, las cuales son Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (brillar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (mantener). A continuación, se estará discutiendo un poco, en

general, lo que se lleva a cabo en cada una de estas etapas:

Seiri (Clasificar) – Se identifican los elementos innecesarios y se toma una decisión sobre si conservarlos, reubicarlos o descartarlos.

Seiton (Poner en orden) – Consiste en organizar los elementos necesarios de una manera lógica y eficiente.

Seiso (Brillar) – Se enfatiza la importancia de la limpieza y el mantenimiento regular del área de trabajo.

Seiketsu (Estandarizar) – Esta implica crear y mantener prácticas laborales estandarizadas.

Shitsuke (Mantener) – Se enfatiza en crear una cultura de mejora continua y disciplinada. Implica capacitación continua, auditorías periódicas y apoyo de liderazgo para garantizar que los principios de las 5S se apliquen de manera consistente.

METODOLOGÍA

Para lograr obtener los objetivos esperados se estarán utilizando las dos herramientas de Lean Six Sigma antes mencionadas, estas dos herramientas son DMAIC y 5S. Ambas metodologías tienen propósitos complementarios y trabajarlas en paralelo puede mejorar la efectividad general del proyecto. A continuación, estaré explicando que se estará haciendo en cada fase del proyecto y como estaremos trabajando estas dos herramientas simultáneamente.

Definir – Para comenzar esta primera fase se estará generando un Project Charter. También en esta etapa se estará generando un SIPOC, el cual es un modelo de sistema organizacional utilizado para la gestión de procesos y la mejora de tecnologías [7]. SIPOC es un acrónimo el cual lo compone Suplidor, Input, Proceso, Output y Cliente.

Medir – Se estará realizando una evaluación de los procesos de gestión de inventario ya existentes dentro del laboratorio, para de esta forma determinar que procesos son los cuales nos están provocando que el trabajo no fluya correctamente. Conjunto con esta evaluación se estará realizando

un mapa de algunos de los procesos que se llevan a cabo en el área. También se estará llevando a cabo un estudio de tiempo para determinar el éxito del proyecto cuantitativamente al finalizar este.

Analizar – Se identificarán y analizarán las causas raíz del problema dentro del inventario del cuarto de reactivos del laboratorio. Para llevar a cabo este análisis de causa raíz estaremos utilizando el diagrama de Ishikawa. Este diagrama nos dará una mayor visibilidad de cuáles son las verdaderas causa raíz de este problema. Conjunto con esto también estaremos haciendo un análisis comparativo del estado actual dentro del área de reactivos del laboratorio vs el estado del área deseado.

Mejoras – Para comenzar con las mejoras se estará implementando la herramienta 5S. Comenzaremos con Seiri (clasificar), donde se estará removiendo todo aquello que sea innecesario en el área del cuarto de reactivos. Conjunto con eliminar todo aquello innecesario también estaremos buscando todo aquel reactivo que este expirado en el área y lo estaremos removiendo. Luego se estará pasando entonces a Seiton (poner en orden). Ya eliminado todo aquel material innecesario y expirado del área procedemos a organizar el cuarto de reactivos de manera que todos los reactivos se encuentren visibles y accesibles. Luego vendríamos pasando a lo que es Seiso (brillar). En esta etapa es importante enfatizar la limpieza del área, no tan solo durante el proyecto sino la importancia de mantener el área siempre limpia y organizada en todo momento.

Ya todo clasificado, en orden y limpio procedemos entonces a Seiketsu (estandarizar). Se estará asignando a un equipo del laboratorio la tarea de inspeccionar el área al menos una vez en semana para asegurarnos que el área se mantiene limpia y organizada en todo momento. También se estarán realizando unas guías para que los analistas tengan presente la importancia de mantener el área en óptimas condiciones. Por último, estaremos trabajando con Shitsuke (mantener). En esta etapa se estará capacitando a todas las personas que se ven directamente impactadas por este proyecto,

para con esto lograr que todos estemos armonizados en estas nuevas mejoras y poder mantener el área recogida.

Control – Es importante que en esta etapa establezcamos un sistema de monitoreo de los reactivos para evitar la sobrecompra de reactivos y los reactivos expirados. Así como es importante un sistema que nos ayude a organizarnos mejor dentro del área, conjunto con esto es importante llevar a cabo auditorias de esta área regularmente. Parte crucial de esta etapa es el adiestramiento al personal del laboratorio para lograr sostener estas mejoras que se estarán implementando en el área de reactivos del laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta parte se estarán discutiendo los resultados de cada fase que se estuvo llevando a cabo en el proyecto. Recordemos que la metodología utilizada para lleva a cabo este proyecto lo fue la metodología DMAIC, por consiguiente, se estará discutiendo primero la fase de definir y así sucesivamente se estarán discutiendo los resultados de cada una de las otras cuatro fases.

Definir

Como parte primordial de un proyecto es importante definir claramente el problema cual queremos atacar con este. Junto con definir los problemas presentes también discutimos las metas del proyecto. Es por esta razón por la cual se estuvo generando un Project Charter (Tabla 1).

Tabla 1
Project Charter

Project Charter	
Título del proyecto	Optimización de la eficiencia: un enfoque 5S/DMAIC para la gestión del inventario de reactivos en un laboratorio químico
Miembros del equipo	Michael A. Portalatin Mouliert
Caso de negocio	A los analistas del departamento de control de calidad se le hace difícil encontrar los reactivos dentro del cuarto de reactivos.
Planteamiento del problema	El mal manejo de inventario del cuarto de reactivos ha provocado tiempos de búsqueda prolongados, el descubrimiento de reactivos expirados y la compra innecesarias de reactivos ya presentes en el inventario.
Objetivos	Mejorar la eficiencia en el área de almacenamiento de reactivos mediante la implementación de las metodologías 5S y DMAIC. Este proyecto busca reducir el tiempo de búsqueda de reactivos.

Medir

Durante la fase de medir se estuvo evaluando los procesos que se están llevando a cabo para el control del inventario en el laboratorio. Con esta evaluación lo que estábamos buscando era determinar qué procesos nos estaban provocando el problema en el manejo de inventario. Evidentemente dentro del laboratorio contamos con un pobre manejo de inventario. Dentro de los procesos que se llevan a cabo para el manejo de inventario son los siguientes (Figura 3):

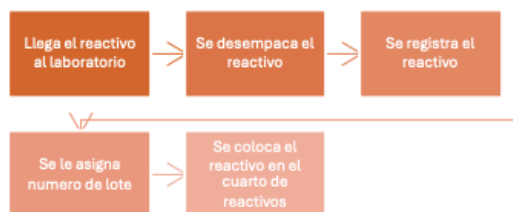


Figura 3
Mapa de Procesos

También se estuvo llevando a cabo el estudio de tiempo. Para llevar a cabo el estudio de tiempos se comenzó seleccionando dos analistas del laboratorio al azar. A estos dos analistas se les asignaron aleatoriamente diez (10) reactivos del libro de reactivos. Una vez asignados los reactivos, los analistas debían ubicarlos lo más rápido posible dentro del cuarto de reactivos. El proceso de seleccionar reactivos aleatorios tenía como objetivo simular un escenario del día a día en el laboratorio, en el que los analistas del laboratorio necesitan buscar periódicamente varios reactivos para sus análisis.

El objetivo principal de este estudio era observar y registrar el tiempo que tarda un analista en completar la tarea de encontrar físicamente un reactivo en el cuarto de reactivos. Este estudio de tiempo fue diseñado no tan solo para cuantificar las ineficiencias existentes en el proceso de gestión de inventario, sino también para identificar puntos débiles y desafíos específicos que enfrentaron los analistas durante su búsqueda. A continuación, se estarán presentando los resultados de esta primera parte del estudio de tiempo (Tabla 2), cabe destacar que estos resultados más adelante se estarán

comparando con los resultados obtenidos ya implementadas las mejoras en el cuarto de reactivos del laboratorio.

Tabla 2
Estudio de Tiempo antes de Mejoras

Antes (Analista 1)		Antes (Analista 2)	
Corrida	Tiempo	Corrida	Tiempo
1	162	1	210
2	50	2	74
3	65	3	107
4	103	4	35
5	54	5	32
6	30	6	210
7	210	7	56
8	160	8	210
9	30	9	210
10	30	10	45
Promedio	89.4	Promedio	117.4
SD	65.8	SD	81.2
Rango	180	Rango	178

Observando los resultados de esta primera parte del estudio de tiempo podemos observar que el analista 2 tuvo más dificultad para encontrar los reactivos en comparación con el analista 1, esto lo podemos comprobar ya que el tiempo promedio del analista 1 es menor al del analista 2. Podemos observar tiempos bajos como tiempos altos, la mayoría de las veces que los analistas lograban un tiempo bajo se debe a que son reactivos con los cuales trabajan con regularidad en su trabajo diario, por tanto, estos ya conocen donde se ubican. Por otro lado, el tiempo de 210 segundos fue asignado arbitrariamente cada vez que un reactivo no era encontrado por el analista dentro de las estanterías para evitar una desviación mayor en los resultados, normalmente cuando un analista no encuentra un reactivo dentro del cuarto de reactivos este solicita ayuda a otro analista que esté más familiarizado con el área. Ya que en el estudio los analistas no tuvieron la oportunidad de solicitar ayuda a otros analistas se le dio el tiempo de 210 segundos arbitrariamente. Observando esta data podemos observar que el analista 2 tuvo mayor dificultad a la

hora de encontrar los reactivos ya que este no encontró 4 reactivos en comparación con el analista 1 el cual no encontró solamente 1 reactivos. A esto se debe a que el tiempo promedio del analista 2 sea mayor al del analista 1.

Analizar

En esta fase se utilizó el diagrama de Ishikawa. Entre las posibles causas raíz que encontramos utilizando este diagrama (Figura 4) lo fueron: Falta de organización, sistema de inventario obsoleto, personal, procesos ineficientes. De estas 4 causas raíz pudimos determinar que las más que afectan actualmente el laboratorio y las cuales se pueden atacar con más prontitud lo es la falta de organización en el cuarto de reactivos y el personal.



Figura 4
Diagrama Ishikawa

Llevando a cabo el análisis comparativo (Figura 5) se pudo observar que es evidente la falta de organización dentro del área de almacenaje de los reactivos. Esta falta de organización se la podemos atribuir a la falta de un enfoque sistemático a la hora de organizar los reactivos en sus estanterías y las prácticas ineficientes del manejo del inventario.

Estado actual Vs Estado deseado



Figura 5
Análisis Comparativo

Mejora y Control

Luego de haber llevado a cabo el 5S en el área de almacenamiento de los reactivos obtuvimos un área mucho más organizada y mucho más cómoda para trabajar. Se logró identificar todos aquellos reactivos que se encontraban expirados en el área y se procedieron a descartar debidamente. También en el área se encontraban herramientas de otras áreas, estas fueron removidas y regresadas a sus áreas correspondientes. Ya eliminado todo reactivo y herramienta innecesaria del área se procedió entonces a organizar esta. A diferencia de cómo se encontraba este cuarto de reactivos se procedió a organizar todas las estanterías por orden alfabético, entiéndase todos los reactivos con la letra A en la misma área de la estantería, todos los reactivos con la letra B en la misma área y así sucesivamente con todas las letras. Todo el cuarto de reactivos se organizó de esta manera con la excepción de uno de los gabinetes de reactivos inflamables el cual cuenta con reactivos en grandes cantidades, entiéndase más de 10 botellas, a estos se les asignó un lugar en específico por reactivo dentro del gabinete, el cual fue rotulado. Importante hay que mencionar que todas las estanterías fueron debidamente rotuladas para facilitar el flujo de trabajo.

Para lograr un mantenimiento efectivo del área y que esta no se vea afectada con las mismas malas prácticas de inventario se estuvo asignando un equipo de trabajo dedicado a monitorear el área. Este equipo de trabajo estará verificando el área del cuarto de reactivo al menos una vez por semana para de esta forma asegurarnos que los reactivos se encuentran en su lugar correcto y estos no se encuentren expirados. Mencionado los reactivos expirados, se está trabajando en el proceso de adquirir un sistema de manejo de inventario de laboratorio digitalizado. Este sistema no tan solo nos estará ayudando en lo que es el monitoreo de las fechas de expiración de los reactivos, sino que también nos estará brindando información sobre donde se encuentran los reactivos localizados dentro del área del almacén como también la

cantidad de estos que tenemos en inventario. Por esta parte el grupo encargado de mantener el área, luego de la implementación de este sistema, solo estarán encargados de verificar que el área se mantenga organizada en todo momento. Por último, se estuvo orientando al personal sobre cómo se estarán organizando los reactivos en el área y la importancia de mantener esta área organizada para poder trabajar sin problema alguno a la hora de buscar un reactivo. También se estuvo presentando al equipo de trabajo que estará encargado del área por si de tener alguna duda donde encontrar algún reactivo se dirijan a estos.

Ya implementada las mejoras que se tenían planificadas para el área de almacén de reactivos del laboratorio se estuvo realizando nuevamente el estudio de tiempo. Este estudio se llevó a cabo nuevamente con el propósito de comparar el tiempo que les tomaba a los analistas antes y después de la implementación de estas mejoras. Cabe destacar que uno de los propósitos de este proyecto es disminuir el tiempo que se toman los analistas buscando los respectivos reactivos a ser utilizados. A continuación, se estarán presentados los resultados del estudio de tiempo luego de las mejoras (Tabla 3), y junto con estos se estarán comparando con los resultados obtenidos antes de las mejoras.

Tabla 3
Estudio de Tiempo Después de Mejoras

Después (Analista 1)		Después (Analista 2)	
Corrida	Tiempo	Corrida	Tiempo
1	90	1	80
2	35	2	37
3	38	3	95
4	47	4	34
5	50	5	53
6	74	6	29
7	38	7	90
8	40	8	67
9	86	9	93
10	47	10	76
Promedio	54.5	Promedio	65.4
SD	41.7	SD	37.3
Rango	130	Rango	116

Estos tiempos se estuvieron comparando mediante el porcentaje de reducción (1) obtenido con los tiempos obtenidos antes de las mejoras.

$$\left| \text{Porcentaje de reducción} = \left(\frac{\text{Tiempo inicial} - \text{Tiempo final}}{\text{Tiempo inicial}} \right) \times 100 \right. \quad (1)$$

Para el analista 1 se obtuvo un tiempo promedio de 54.5 minutos lo cual se traduce a un porcentaje de reducción de un 39% versus el tiempo obtenido antes de las mejoras. Por otro lado, para el analista 2 se obtuvo un tiempo promedio de 65.4 minutos lo cual se traduce a un porcentaje de reducción de un 45% versus el tiempo obtenido antes de las mejoras. Entre ambos analistas obtuvimos un promedio de 42% de reducción al tiempo inicial, lo cual es un logro para el proyecto.

CONCLUSIONES

Durante el transcurso de este proyecto se pudo implementar las herramientas necesarias, entiéndase 5S y DMAIC, para obtener con éxito los objetivos que fueron expuestos al inicio del proyecto. Se logró conseguir un espacio de trabajo con mayor armonía y ordenado, donde cada reactivo del área del cuarto de reactivos tiene su lugar designado, promoviendo el flujo de trabajo. El logro más significativo de este proyecto cae sobre la reducción del tiempo de búsqueda de reactivos. Como objetivo se buscaba reducir este tiempo en al menos un 30 % y se obtuvo una reducción mayor de 41%. Con esta reducción en el tiempo logramos que los analistas puedan redirigir este tiempo que antes perdían en tareas más importantes dentro del laboratorio. Esto no solo mejora la productividad de los analistas, sino que también contribuye a la eficiencia dentro del departamento de control de calidad.

Con la adquisición del programa de inventario digitalizado estaremos logrando un mejor manejo del inventario, donde podremos monitorear los reactivos por sus fechas de expiración. La implementación y el éxito de este proyecto nos sirve como impulsor de mejora continua e innovación en el área del laboratorio. A medida que el departamento de control de calidad se embarca

en esta nueva era de eficiencia operativa, debe permanecer atento a monitorear las métricas de desempeño para no caer nuevamente en el mal manejo del inventario. Al mantenerse adaptable y receptivo a las necesidades cambiantes, el laboratorio puede solidificar su posición como modelo de excelencia en gestión de inventarios y control de calidad dentro de la planta.

REFERENCIAS

- [1] Durán, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Visión gerencial*, (1), 55-78.
- [2] Nicol, A.-M., Hurrell, A.C., Wahyuni, D., McDowall, W. and Chu, W. (2008), Accuracy, comprehensibility, and use of material safety data sheets: A review. *Am. J. Ind. Med.*, 51: 861-876. <https://doi.org/10.1002/ajim.20613>
- [3] Sasikumar, A., Acharya, P., Nair, M., & Ghafar, A. (2023). Applying lean Six Sigma for waste reduction in a bias tyre manufacturing environment. *Cogent Business & Management*, 10(2), 1–22. [Online] Available: <https://ezproxy.pupr.edu:2093/10.1080/23311975.2023.2228551>
- [4] American Society for Quality. (2022). Six sigma definition - what is lean six sigma? Asq.org. <https://asq.org/quality-resources/six-sigma>
- [5] Kanyinda, K., Lazarus, I. J., & Olanrewaju, O. A. (2023). Improving Energy Usage in Commercial Buildings Using Six Sigma Dmaic. *South African Journal of Industrial Engineering*, 34(2), 138–151. [Online] Available: <https://ezproxy.pupr.edu:2093/10.7166/34-2-2392>
- [6] Pawlak,S.,Nowacki,K. & Kania,H.(2023). Analysis of the impact of the 5S tool and Standardization on the duration of the production process - case study. *Production Engineering Archives*, 29(4) 421-427. [Online] <https://doi.org/10.30657/pea.2023.29.47>
- [7] Zhang, H., Fan, L., Chen, M., & Qiu, C. (2022). The Impact of SIPOC on Process Reengineering and Sustainability of Enterprise Procurement Management in E-Commerce Environments Using Deep Learning. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC)*, 34 (8), 1-17. [Online] Available: <http://doi.org/10.4018/JOEUC.306270>