



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Mejora de procesos en una
planta de Manufactura con
herramientas de lean
manufacturing y TPM**

TESINA

Que para obtener el título de
Ingeniero Industrial

P R E S E N T A

Gerardo Estrada García Bullé

DIRECTOR DE TESINA

Dr. Ricardo Torres Mendoza



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025

Índice

Introducción

Antecedentes

Planteamiento del problema

Objetivo General

Objetivos específicos

Alcance

Capítulo 1: Descripción del sistema

1.1: Entorno competitivo

Capítulo 2: Marco teórico

2.1: Estructura y gestión de equipos / Liderazgo

2.1.1: Hoshin Kanri

2.1.2: Gemba Walk

2.1.3: Daily Management System

2.1.4 FODA aplicado a equipos

2.1.5 Reconocimiento y recompensa, motivación de equipos

2.1.6 Planes de desarrollo y matriz de habilidades

2.2 Mejora continua

2.2.1 Kaizen

2.3 Enfoque en calidad

2.3.1. Herramientas resolución problemas Ishikawa y RCA

2.4 Enfoque en manufactura

2.4.1 Herramientas lean

2.4.2 Mantenimiento Autónomo

2.4.3 Mantenimiento preventivo

Capítulo 3: Implementación de proyectos específicos

Capítulo 4: Análisis y revisión de resultados

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

Capítulo 6: Agradecimientos

Capítulo 7: Bibliografía

Introducción

Los entornos de manufactura son sistemas complejos que se componen de una variedad de elementos, donde interactúan factores humanos, técnicos y de maquinaria lo que hace que su gestión se vuelva un tema complejo y a la vez fascinante.

A lo largo del presente trabajo, estaré explicando una situación la cual no es agenda en varias empresas manufactureras en donde los objetivos de desempeño basados en indicadores son inherentes a las compañías globales ya que en ellos se basan los grupos directivos para permitir que la cadena de suministro se integre a los objetivos comerciales y financieros.

Durante el desarrollo de este documento, estaré exponiendo la experiencia de implementación y aplicación de herramientas y sistemas de manufactura para poder aplicar soluciones sostenibles e integrales para mejorar los indicadores de eficiencia y en calidad en particular.

Entre las herramientas aplicadas y mencionadas se incluyen dos filosofías, unas basadas en fundamentos de manufactura esbelta como son SMED, análisis FFODA, Kaizen y análisis causa raíz y por el otro lado herramientas basados en la metodología de Sistemas de producción de Toyota y mantenimiento productivo total como son la gestión basada en mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo.

En mi opinión, ese enfoque sistemático y holístico es lo que ha permitido alcanzar y superar los objetivos establecidos para el éxito del proyecto de mejora en cuestión, aplicado en la planta de producción más grande del mundo de ensamble de bolígrafos.

Antecedentes

El presente trabajo referencia a los sistemas y estrategias implementados con el fin de alcanzar diferentes objetivos planteados y contribuir en la estrategia a total de una planta manufacturera.

La compañía en cuestión es líder en la fabricación de artículos de papelería, y el área a la cual hago referencia y donde realicé la aplicación de dichos sistemas/ estrategias es la llamada área de sub-ensamble, donde se realiza la inyección de tinta y ensamble del cartucho del bolígrafo con el resto de sus componentes (punto, soporte y tubo de inyección).

La compañía y las áreas asignadas para el proyecto parten de un escenario en el cual los resultados no habían podido alcanzarse, y aquellos indicadores que llegaron a tener mejorías no habían logrado ser mantenidos a lo largo del tiempo.

El bolígrafo es una de las herramientas fundamentales para los sistemas de escritura, que es de uso común en todas las etapas de la vida de las personas desde la etapa de la primera y durante toda la vida de las personas, pese a que existe una infinidad de tintas y presentaciones diferentes que se pueden encontrar en el mercado, inclusive bolígrafos más elaborados y de tope de gama, es uno de los productos que más destaca por su sencillez y practicidad de uso.

Por ende, el grupo de liderazgo y accionistas han determinado objetivos muy específicos que requieren para la cadena de suministro, más concretamente para las operaciones de manufactura que deben alcanzarse con el fin de construir un socio de excelencia para nuestros clientes y garantizar sumar a la cadena de valor.

Planteamiento del problema

El lograr los resultados esperados por las acciones y socios claves de negocio son fundamentales en cualquier tipo de operación, siendo el entorno de manufactura el corazón de empresas productivas de bienes de consumo.

La cantidad de indicadores que se encontraban por debajo de los parámetros requeridos del área estaban impactando directamente toda la planta, ya que como volumen el área de subensamble representa el 60% del volumen total anual fabricado siendo el área individual con mayor peso de toda la planta y teniendo un panorama bastante retador desde los últimos 6 años aproximadamente donde se había tenido la rotación ya de dos líderes de operación y el panorama era de entre el 70-80% de los KPI's por debajo de objetivo, lo que estaba generando un exceso de presión para la planta teniendo impactos financieros y comerciales debido a incumplimientos de pedidos y órdenes a surtir por la falta de componentes suministrados a los ensambles.

La relevancia del área de sub-ensamble radica en que no solo suministra el 100% de volumen para el ensamble en la planta, sino que adicional es el único proveedor para varios clientes y maquiladores como son fábricas de ensamble en Estados Unidos y Dubai donde cualquier incumplimiento se ve directamente reflejado en pérdida de venta e impactos al Fill rate con los clientes.

Objetivo general

Plantear una estrategia y sistema de gestión combinado con proyectos de mejora continua para la eliminación de pérdidas y cumplir con los indicadores de desempeño para el área de ensamble de cartuchos de bolígrafos, haciendo énfasis en el presente trabajo en los dos siguientes por su relevancia e impacto

KPI	Obj	Base marzo 2022
Eficiencia de producción	82%	74.86%
% de producción No conforme	<.95%	2.3%

Objetivos específicos

Desplegar los siguientes sistemas de gestión y metodologías de TPM / manufactura esbelta con el fin de poder alcanzar los objetivos de los indicadores generales determinados para el área

- Generación de sistema de gestión y despliegue de objetivos basados en Hoshin Kanri y generar sistema de Gemba y estándar de cumplimiento
- Generar sistema de Daily Management system y estándar de
- Lograr un sistema de gestión integral de equipos, incluyendo FODA, matriz de habilidades y planes de desarrollo
- Desarrollar un sistema de generación de ideas Kaizen ** determinar cumplimiento y objetivo
- Implementación de herramientas de resolución de problemas Ishikawa y Análisis causa raíz
- Despliegue de SMED
- Despliegue de primeros pasos de mantenimiento autónomo
- Despliegue de primeros pasos de mantenimiento preventivo

El alcanzar y consolidar dichos objetivos particulares se vuelve fundamental debido a su contribución orgánica para alcanzar los objetivos específicos generales determinados para la operación

Capítulo 1. Descripción del sistema

1.1 Entorno competitivo

El bolígrafo es un artículo considerado de primera necesidad, el cual pese a la transformación digital que se ha vivido hoy en día se mantiene vigente como un instrumento de uso común a todos los niveles de la sociedad y para todos los grupos de edades.

A lo largo de la vida de las personas, desde los primeros pasos por la escuela hasta momentos trascendentales como la firma de las escrituras, la firma de acta de matrimonio o de nacimiento, el bolígrafo es un instrumento básico cuya calidad debe estar garantizada en todo momento.

La estacionalidad de los bolígrafos con el periodo de regreso a clases es muy marcada hacia los periodos de julio-agosto, período en el cual se realizan las principales compras de este producto.

De acuerdo al Observatorio de complejidad Económica, en 2023, Bolígrafos fue el producto número 1125 más comercializado en el mundo, con un total de \$2.95 MM de USD.

Como referencia adicional Galvan (2018) refiere que, de acuerdo a cifras del INEGI, durante el periodo de enero a mayo en el 2018 se vendieron 335.8 millones de bolígrafos en el país enfatizando también la relevancia de los llamados “centennials” en revitalizar este mercado regresando a instrumentos de escritura más tradicionales y clásicos

La producción de la empresa en cuestión representa el principal proveedor para la exportación, con un 19% de la producción total del grupo a nivel mundial.



Imagen 1. Fuente sitio Guide to Ballpoint Pen Refills- The Pen Refill Guide (therefillguide.com)

El INEGI (2008) define las actividades económicas de la siguiente manera:

- 1) Primarias: Se dedican a la explotación de recursos naturales e incluye los sectores de agricultura, cría y explotación de animales
- 2) Secundaria: Se dedica a la transformación de bienes e incluye los sectores de minería, generación y distribución de energía eléctrica agua y gas / construcción e industrias manufactureras
- 3) Terciarias: Se dedican a la distribución de bienes, operaciones con información, operaciones con activos, servicios de conocimiento y experiencia personal, servicios relacionados con la recreación, servicios de residuos y actividades gubernamentales que incluyen una gran cantidad de sectores.

Entrando a mayor detalle en su publicación más reciente (2023) el INEGI define las actividades secundarias como

“Este sector comprende unidades económicas dedicadas principalmente a la transformación mecánica, física o química de materiales o sustancias con el fin de obtener productos nuevos; al ensamble en serie de partes y componentes fabricados; a la reconstrucción en serie de maquinaria y equipo industrial, comercial, de oficina y otros, y al acabado de productos manufacturados mediante el teñido, tratamiento calorífico, enchapado y procesos similares.” (p. 151)

Siguiendo esta clasificación, la compañía de aplicación del caso de estudio por el giro al que pertenece y los productos que fabrica entraría dentro del rubro de Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura dibujo y actividades de oficina (Rubro 33994 según el catálogo del INEGI en el SCIAN publicado del 2023).

La relevancia de las actividades secundarias para el PIB de México es sustancial, como se puede observar en la siguiente tabla

Producto Interno Bruto		
Cifras desestacionalizadas por grupo de actividades económicas		
Base 2018		
Variación porcentual		
2024 3T		
Concepto	Variación % respecto al trimestre anterior	Variación % respecto a igual trimestre del año anterior
PIB Total	1.1	1.6
Actividades Primarias	4.9	3.7
Actividades Secundarias	0.9	0.4
Actividades Terciarias	1.1	2.1

Notas y Llamadas:

Cifras preliminares

Fuente:

INEGI

Figura 1 Autoría INEGI, Página oficial del INEGI Economía y Sectores Productivos

Pese a que el INEGI no tiene información muy específica respecto al tamaño de la industria de útiles escolares en México, es de resaltar que una industria que va de la mano con la fabricación de estos artículos que es el comercio al por menor de artículos de papelería ocupa aproximadamente 1.54 MM de personas en el segundo semestre de 2024 de acuerdo a la secretaría de Economía)

Mas relevante aún se vuelve el dato del peso del mercado de bolígrafos que según la misma secretaría de Economía de México el intercambio comercial total de bolígrafos para México en 2023 representó 283 M de USD, siendo las entendidas federativas con más ventas internacionales Baja California (101 M USD) y en segundo lugar el Estado de México (54 M)

1.2 Descripción del sistema

La operación de sub-ensamble se compone por 25 máquinas 70 personas a repartidas en dos turnos de 23 personas y un turno de 24 personas repartidas en un esquema de operación de lunes a sábado en los 3 turnos.

La antigüedad promedio del personal es de 8 años, con una fuerza laboral compuesta 80% de mujeres entre los 28 y 38 años de edad promedio, con escolaridad de primaria terminada.

En general como proceso de subensamble se pueden ensamblar 24 tintas diferentes, con 8 tubos distintos y 10 tipos de punto diferente y 6 tipos de soporte generando aproximadamente 2400 sku's diferentes y activos actualmente.

Las maquinas se definen y clasifican con base al tipo de cartucho que ensamblan, teniendo 4 clasificaciones generales

- Célula alta velocidad, 8 maquinas
- Célula de mezcla, 12 maquinas
- Célula hot melt 7 maquinas
- Célula clic 4 maquinas
- Célula ensamble resorte 9 maquinas

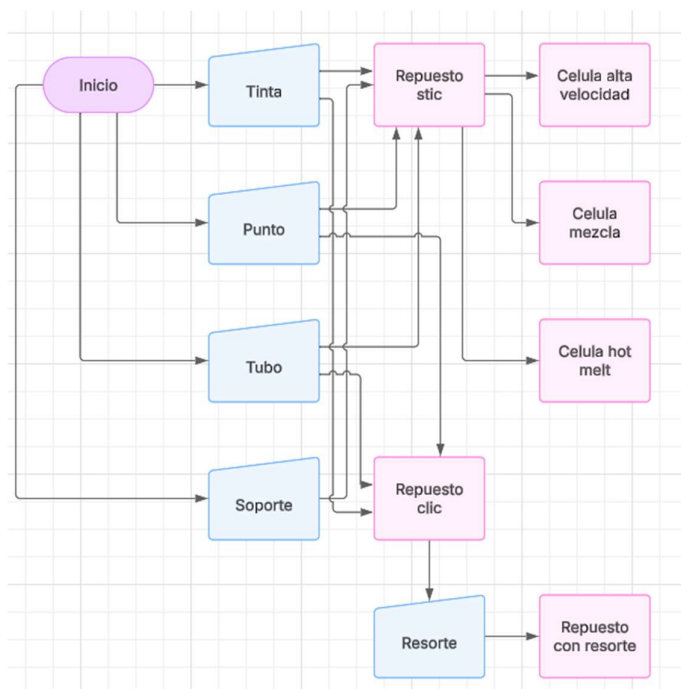


Fig. 2. Layout referencia operación subensamble Autoría propia

El principio fundamental de las máquinas de ensamble de cartuchos consta de lo siguiente:

- Sistema de dosificación de tintas: Se trata de máquinas de ensamble, la cual tiene un tanque cilíndrico de tinta con capacidad de 80 kg promedio y una bomba de embolo que dosifica la tinta mediante la acción de un pistón. Adicional hay una línea de calentamiento que mediante un termorregulador y una línea de glicol mantiene el sistema de dosificación dentro del rango de operación definido
- Sistema de colocación de tubo y hot stamping: En general consta de una tolva con aproximadamente 30 mil tubos de capacidad, un sistema de colocación y tornillo de caída de tubo, así como una resistencia y una placa con clichés donde se colocan los caracteres a caracterizar

- Mesa de transfer: Es un sistema de levas con canjilones que guían cada repuesto de forma individual y una regleta que sostiene el cartucho en el momento que se eleva, así como un sistema de pisadores en cada una de las estaciones de ensambles (tinta, soporte y punto) que mantiene fijo el cartucho durante cada operación
- Sistema de colocación de soporte: Se compone de un tazón prismático que mediante un sistema de vibración desplaza el material a través de guías de acero inoxidable, los cuales al final de la guía cae en una maroma que mediante aire comprimido coloca el componente dentro del cartucho. Posteriormente un dado aplica presión para generar el proceso de engargolado entre el soporte y el tubo
- Sistema de colocación de punto: Se compone de un tazón prismático que mediante un sistema de vibración desplaza el material a través de guías de acero inoxidable, los cuales al final de la guía cae en una maroma que mediante aire comprimido coloca el componente dentro del cartucho
- Sistemas de control de calidad Sistema de visión y sensor que garantizan adecuado nivel de tinta y que el punto cumple con las especificaciones de forma y homogeneidad, así como que contiene la bala
- Sistema de transporte Bandas a la salida de las armadoras que convergen en mesas de empaque donde son revisados y apilados los cartuchos para su movimiento hacia operación de ensamble



Fig. 3. Sistemas de máquinas de subensamble Autoría propia

Capítulo 2 -Marco teórico

2.1 Estructura y gestión de equipos /Liderazgo

2.1.1 Hoshin Kanri

Uno de los aspectos fundamentales del liderazgo es garantizar que todo el equipo tenga claro el objetivo a seguir, el “Norte” al cual la organización y negocio aspiran, así como igual de importante el papel que cada persona contribuye desde sus funciones, roles y responsabilidades con el fin de alcanzar dichos objetivos.

El entendimiento de los objetivos y como individualmente se contribuyen a los mismos, debe ser la manera en la cual todas las decisiones y acciones se orienten; precisamente con el fin de alcanzarlos. Hoshin Kanri es una estrategia definida para la administración por objetivos que permite lograr objetivos clave y adaptarse rápidamente al cambio.

Para Sridharan y Arya (2022) en su artículo sobre Hoshin Kanri explican que, la frase Hoshin Kanri se compone de tres palabras japonesas Ho (método) shin (compas) y Kanri (control administrativo).

Hoshin Kanri como metodología surgió al finalizar la segunda guerra mundial con el proceso de reconstrucción en Japón tras la segunda Guerra Mundial, y fue popularizada por el profesor Yoji Akao por 1950 en Japón, comenzando a ser utilizada en empresas como Toyota como metodología para despliegue de sus objetivos.

El Hoshin Kanri permite tener la contribución de todos los empleados en los diferentes niveles, para que todos los miembros de la organización este motivado y comprometido.

La metodología se compone de 7 pasos generales:

- 1 Definición de la visión y objetivo y métricas
- 2 Definición de objetivos estratégicos
- 3 Definición de objetivos anuales
- 4 Desplegar objetivos anuales en acciones y actividades más sencillas
- 5 Implementación de objetivos anuales
- 6 Revisión mensual: Muy alineada con el ciclo PDCA desarrollado por Demming, que plantea Planear, Hacer Checar y Actuar
- 7 Revisión anual

De acuerdo a lo que expone Medina (1991) la gestión por objetivos comienza primero en el nivel más alto de la jerarquía, y estos objetivos a su vez sirven para desarrollar los objetivos del siguiente nivel y así sucesivamente hasta alcanzar los niveles necesarios. La importancia de esta metodología es que los objetivos desarrollados en diferentes niveles soportan a los objetivos inmediatamente superiores de tal manera que se tiene una visión y misión unificadas.

Una de las principales causas de la importancia del Hoshin Kanri se resume de manera muy acertada por Suarez (2007) ya que Hoshin Kanri “representa el sistema que vuelve tangible o traduce de manera operativa la estrategia de la empresa, transformando en resultados los objetivos estratégicos a través de un despliegue de políticas” (p. 182)

La matriz de Hoshin Kanri es una forma visual para generar la definición y gestión de lo que se genera en el ejercicio de Hoshin, ya que plasma en una sola figura toda la información relevante, objetivos, estrategias y recursos para que todo el personal lo conozca y ejecute en todo nivel.

2.1.2 Gemba Walk

Dentro de los estándares más poderosos detrás de la filosofía de TPM es la ejecución periódica de recorridos Gemba, los cuales son la manera más efectiva de tener cercanía entre el equipo de liderazgo y el personal operativo y de primera línea.

Saldivar (2019) explica que el Gemba Walk es el cuarto principio de liderazgo definido por Dombrowski y Mielkes en su modelo de liderazgo lean, el cual define que los líderes deben estar donde el valor se crea.

“El objetivo principal del Gemba es estar en el sitio donde ocurren las cosas, encontrar problemas y buscarles soluciones teniendo muy en cuenta las opiniones de los operarios. Ayudar a remover obstáculos a la operación que evitan llegar a sus objetivos.”²

2 Saldivar Alberto (2019) Gemba Walk, excelente herramienta como parte del trabajo estándar y gestión diaria de los líderes

Rescato lo descrito por Socconini (2025) que hace acotaciones bastante prácticas y sencillas respecto al Gemba, explicando que para ejecutar una caminata Gemba se requiere ir al lugar donde el proceso ocurre, observa los procesos y hablar con las personas. Inclusive el autor recomienda adoptar una mentalidad de “estudiante” para mantener la mente abierta, hacer muchas preguntas y en la cual el líder debe buscar aprender y no para juzgar o evaluar. Para realizar un recorrido Gemba exitoso es clave evitar corregir o interrumpir y la interacción directa con las personas en su lugar de trabajo a través de preguntas abiertas.

El Gemba walk tiene como objetivo fundamental dos cuestiones:

- Generar cercanía con el personal y entender de primera línea los problemas que tengan para poder solucionarlo
- Tener oportunidad de reconocer y agradecer al personal por su trabajo

2.1.3 Daily Management system

El Sistema de Seguimiento diario o Daily Management system (DMS) por sus siglas en inglés, es un approach de la metodología lean / TPM el cual busca garantizar el apoyo y liderazgo a lo largo de todos los niveles de la organización.

Medina (2022) refuerza el tema del sistema de administración diario que consiste en reunirse y trabajar en equipo, siendo clave que las reuniones sean diarias pero breves a su vez no excediendo 5-15 minutos además de aplicar el principio Gemba de suceder cercano a la acción; en estas reuniones se revisan y planifican trabajos, se analizan los indicadores y se plantean / dan seguimiento a acciones correctivas y de mejora.

La DMS tiene varios niveles diferentes que fluyen en sentido tanto ascendente como descendente y permiten que los empleados de primera línea puedan escalar cualquier situación a la que se enfrenten o requieran algún apoyo, así como conocer sus resultados y del mismo modo permite que

los niveles directivos despliegan y coordinen el flujo de información para que llegue a todos los usuarios.

El seguimiento del sistema DMS se realiza de forma gráfica, mediante un pizarrón / indicadores que se revisan con el fin de que todos los turnos y todo el personal pueda tener acceso al mismo sin importar si físicamente participaron o no en la reunión.

2.1.4 FODA aplicado a equipos

Las personas que componen los equipos de trabajo en todos los niveles se componen por individuos con diferentes cualidades, que son una mezcla de sus habilidades innatas su experiencia personal y profesional que en su conjunto hacen a cada individuo único y específico.

El autor Humberto Talancón Ponce (2007) en su artículo *La matriz Foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones* explica que FODA proviene del acrónimo en inglés SWOT, que hace referencia a fortalezas, oportunidades debilidades y amenazas.

Esta herramienta realiza un análisis tanto interno como externa de una situación de los factores fuertes y débiles lo cual permite obtener de forma sencilla una perspectiva general de una organización.

Las fortalezas se podrían definir como aquellos recursos valiosos para la organización, siendo que las debilidades son aquellos factores que incrementan la vulnerabilidad de la misma.

Las oportunidades en cambio son aquellos factores externos que para la organización representan elementos potenciales de mejoría y las amenazas del mismo modo son factores externos que normalmente representan problemas potenciales.

Cuadro 1. Matriz FODA.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Capacidades fundamentales en áreas claves. Recursos financieros adecuados. Buena imagen de los compradores. Ser un reconocido líder en el mercado. Estrategias de las áreas funcionales bien ideadas. Acceso a economías de escala. Aislada (por lo menos hasta cierto grado) de las fuertes presiones competitivas. Propiedad de la tecnología. Ventajas en costos. Mejores campañas de publicidad. Habilidades para la innovación de productos. Dirección capaz. Posición ventajosa en la curva de experiencia. Mejor capacidad de fabricación. Habilidades tecnológicas superiores.	No hay una dirección estratégica clara. Instalaciones obsoletas. Rentabilidad inferior al promedio. Falta de oportunidad y talento gerencial. Seguimiento deficiente al implantar la estrategia. Abundancia de problemas operativos internos. Atraso en investigación y desarrollo. Línea de productos demasiado limitada. Débil imagen en el mercado. Débil red de distribución. Habilidades de mercadotecnia por debajo del promedio. Incapacidad de financiar los cambios necesarios en la estrategia. Costos unitarios generales más altos en relación con los competidores clave.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Atender a grupos adicionales de clientes. Ingresar en nuevos mercados o segmentos. Expandir la línea de productos para satisfacer una gama mayor de necesidades de los clientes. Diversificarse en productos relacionados. Integración vertical (hacia adelante o hacia atrás). Eliminación de barreras comerciales en mercados foráneos atractivos. Complacencia entre las compañías rivales. Crecimiento más rápido en el mercado.	Entrada de competidores foráneos con costos menores. Incremento en las ventas y productos sustitutos. Crecimiento más lento en el mercado. Cambios adversos en los tipos de cambio y políticas comerciales de gobiernos extranjeros. Requisitos reglamentarios costosos. Vulnerabilidad a la recesión y ciclo empresarial. Creciente poder de negociación de clientes o proveedores. Cambio en las necesidades y gustos de los compradores. Cambios demográficos adversos.

Fuente: Thompson y Strikland (1998).

Matriz Foda Figura 4 La matriz Foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones Humberto Talancón Ponce (2007) p 116

La matriz FODA con ciertas adecuaciones, pero tomando bajo la primicia los mismos conceptos y línea de pensamiento, es una herramienta en extremo relevante en la gestión y asignación de responsabilidades dentro de un equipo de trabajo.

2.1.5 Planes de desarrollo y matriz de habilidades

Como punto clave del compromiso del personal y los equipos de trabajo, es necesario el entendimiento de las motivaciones y recompensas que intervienen en su actuar diario y lo que les va a permitir mantenerse con ese enfoque.

De acuerdo a Edward E Lawler III, en su artículo The Design of Effective Reward Systems, un sistema de reconocimientos y recompensas influye en 5 rubros diferentes:

- Atracción y retención de talento

- Motivación para el desempeño
- Expectativa de reconocimiento por el desempeño
- Que tan atractivo resulta el trabajo
- Expectativa de desempeño y esfuerzo

La matriz de habilidades es una herramienta utilizada dentro de la metodología de TPM en el pilar de educación y entrenamiento que permite una cuantificación de las habilidades de las personas.

De acuerdo al artículo de Md. Mazharul Islam, Md. Tanjim Hossain, Mohammad Abdul Jalil, Elias Khalil. Line Balancing for Improving Apparel Production by Operator Skill Matrix publicada en el International Journal of Science, Technology and Society en 2015 un “Inventario de las habilidades “de los operadores es una base de datos que permite tener el registro de cada operador y que tipo de operación puede o no desempeñar y en que clasificación/ evaluación.

Esta base de datos debe mantenerse actualizada a lo largo del tiempo dado que los operadores continúan aprendiendo actividades nuevas y perfeccionando sus habilidades y conocimientos en las operaciones existentes.

El usar la matriz de habilidades permite al equipo de liderazgo y supervisión ocupar un tiempo mínimo para seleccionar al personal óptimo para desempeñar cierta actividad o trabajo en base a sus competencias.

Otra forma de describir la matriz de habilidades y su importancia es explicada por Peña, Rodriguez Gonzalez y Rodriguez Rojas (2020) los cuales mencionan que en la matriz de habilidades correlaciona las posiciones con las competencias necesarias para el desempeño adecuado basado en su función y actividades, dado que se considera que la capacitación de los empleados ocurre de forma gradual. Esta herramienta facilita coordinar y administrar los conocimientos y habilidades requeridas por cada persona, e ir visualizando el nivel de avance de las personas para que sean competentes basados en su formación.

2.2 Mejora continua

2.2.1 Kaizen

El Kaizen se trata de una herramienta básica en la transformación de la cultura organizacional, en el artículo Prácticas de Mejora Continua, con enfoque Kaizen en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio Karla Alvarado y Victor Pumisacho menciona al kaizen es una cultura de mejora continua que establece un estándar, lo mantiene y lo mejora de forma constante. De acuerdo a la definición de dichos autores se considera que el Kaizen es continuo, incremental y participativo.

Lo que se busca mediante la aplicación y seguimiento de esta metodología, es lograr mejoras radicales en los procesos para alcanzar grandes resultados; con el objetivo de ser más competitivos, lograr reducciones de costos, tiempos, estándares de alta calidad orientados hacia la satisfacción de clientes internos y externos.

Por definición, Kaizen involucra a toda la organización en todos sus niveles, desde gerentes y dirección hasta todos los obreros buscando mejorar la actitud de las personas considerando que los

esfuerzos generan mejores resultados a largo plazo; y proviene de dos elementos japoneses que significan Kai= Cambio y Zen= bueno, pequeñas mejoras realizadas a través de un esfuerzo continuo.

La adecuada gestión de sistemas que requieren un flujo continuo de revisión y aprobación se facilita y estandariza mediante el diseño de una matriz RACI. La matriz RACI de acuerdo a Muhtasim Rafid Ahmed en su artículo *The Raci Matrix and its implications: A case of Unilever* publicado el 5 de abril de 2018 establece que la Matriz Raci es una herramienta que permite definir una manera de planear, coordinar y organizar tareas ya que asigna los diferentes niveles de responsabilidades en cada nivel de la organización; permite integrar un rol o función con las actividades de decisión asociadas.

2.3 Enfoque en calidad

2.3 .1. Herramientas resolución problemas

El entendimiento correcto de los problemas para poder llegar a las soluciones es uno de los temas que frecuentemente se subestiman y por ende no se pueden alcanzar los mejores resultados, ya que si no se entiende primero de forma adecuada el problema y después se busca la causa raíz , pocas veces se va a poder encontrar la verdadera solución o explicación de las situaciones o si se logra, son soluciones más bien temporales que derivan en que el fenómeno buscado a erradicar se vuelva a presentar.

Las herramientas para resolución de problemas son formas estandarizadas de abordar o analizar problemas con el fin de estructurar la forma de razonar y llegar a una conclusión que realmente arroje todas las aristas de la situación y se pueda cerrar de fondo.

De acuerdo al artículo publicado por Burgrasí, Cobo y Perez (2021) se describe el diagrama de causa efecto o diagrama de Ishikawa parte de cinco variables primordiales que por sus iniciales de denomina como “5M`s”

Estas 5 M´s son: Materias primas, maquinaria, métodos de trabajo, mano de obra y medio ambiente.

La técnica de análisis de problemas mediante el diagrama de Ishikawa permite identificar las variables y causas que generaron un problema, así como poder mejorar procesos.

Una de las características fundamentales del diagrama de Ishikawa es que parte del origen del problema para buscar resolverlo.

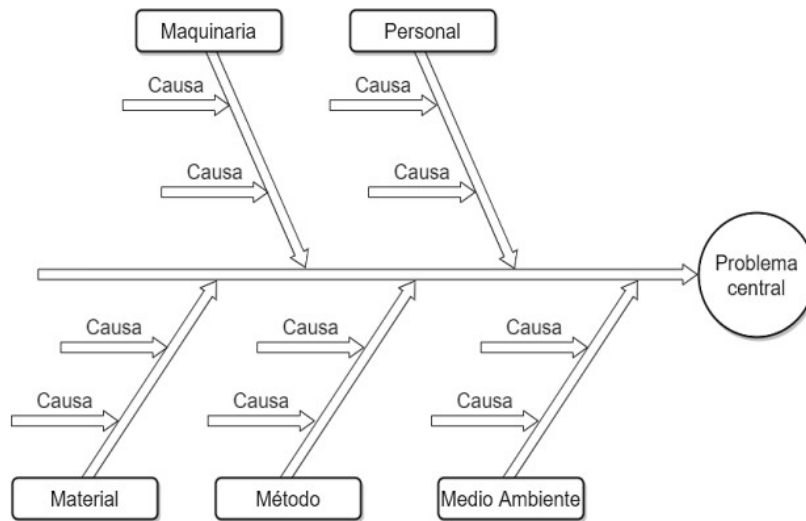


Figura 5 Diagrama General Ishikawa. Adaptado de “Justificación de los requisitos de la Norma UNE - EN ISO 9001:2000 mediante análisis de causas por el diagrama de Ishikawa” por Morillo y Muñoz, Industrial ICAI, 2004, p.2.

Oliver Serrar en su libro “Knowledge Solutions” hace referencia a la metodología de los 5 porqués la cual es una metodología efectiva y sencilla que permite profundizar en el razonamiento lo cual puede ser aplicado en la mayoría de los problemas. Esta técnica se relaciona con la metodología de resolución sistemática de problemas, y se recomiendan 3 elementos claves 1) que el problema sea claro y bien definido, 2) responder las preguntas de forma honesta y 3) tener la intención de realmente llegar al fondo del problema con el objetivo de resolverlo

Se determinan los siguientes pasos en general para realizar la ejecución de un análisis de 5 porqués:

- Seleccionar y coordinar un equipo que determine en unísono la definición del problema
- Realizar la pregunta del primer “porqué” al equipo, y anotar las respuestas en un pizarrón o medio visual
- Realizar 4 veces la pregunta del “porqué” para cada respuesta que se vaya anotando en el pizarrón, colocando cada una de las respuestas cercana a su originador. La causa raíz se va a haber encontrado cuando un porqué no puede arrojar información adicional (posiblemente se puede llegar a hacer más de 5 porqués para llegar a la causa raíz dependiendo la complejidad del problema analizado)
- Revisar las causas anotadas para comenzar a buscar una causa sistemática del problema
- En base a la definición de la(s) causa(s) determinadas como con mayor probabilidad de haber generado el problema ejecutar las acciones correctivas que correspondan

2.4 Enfoque en Manufactura

2.4.1 Herramientas Lean

Lean manufacturing / manufactura esbelta son una serie de herramientas en cuanto a la forma de trabajo estandarizada que permiten alcanzar resultados de excelencia.

La ingeniera Lilian Padilla menciona en su artículo de 2010 “Lean Manufacturing Manufactura Esbelta / Ágil” para la revista Ingeniería Primero que esta metodología nace del objetivo de las empresas de utilizar de la mejor manera los recursos disponibles, y fue desarrollada por Eiji Toyoda y Taiichi Ohno para la fábrica de Toyota en los años 50`s.

Esta metodología consiste en un conjunto de técnicas desarrolladas para mejorar y optimizar procesos operativos, así como la reducción de desperdicios.

Dentro del abanico de herramientas y metodologías que se pueden encontrar, tras un análisis del tipo de pérdidas generadas en el día a día, determine la selección de 3 estrategias que detallo a continuación

Rajadell (2010) explica que un SMED (single minute Exchange of dice por sus siglas en inglés) consta de los siguientes pasos:

- 1) Identificar actividades que componen el modelo
- 2) Separar operaciones de preparación internas de externas
- 3) Convertir las operaciones internas en externas
- 4) Reducir operaciones internas

El primer y más relevante paso, al menos en mi opinión es el de poder determinar que actividades son internas y que actividades son externas; siendo la diferencia entre ellas que una actividad interna se ejecuta mientras la maquina o equipo se encuentran en paro y las externas como su nombre indica se ejecutan o realizan durante la operación normal de la máquina, lo cual se logra en resumidas cuentas con una detallada observación del sistema

Una vez que se ha realizado un correcto mapeo y determinación de actividades internas y externas, además de idealmente haber generado un acervo visual con fotografías o inclusive videos de las mismas se busca convertir la mayor cantidad de actividades de internas a externas. Y esto lo que buscará es que aquellas tareas que se realizaban a máquina parada pudieran ahora realizarse con maquina en marcha .

El último paso consiste en que aquellas tareas que no hay forma de realizarlas con la maquina en marcha se busque reducir lo más posible el tiempo requerido para realizarlas.

2.4.2 Herramientas mantenimiento autónomo

Antes de hablar de dos pilares y herramientas fundamentales desarrolladas que son el mantenimiento autónomo y el mantenimiento preventivo, vale la pena entender de donde nacen estas herramientas.

De acuerdo a lo que describen Cuatrecasas y Torrell (2010) se podría explicar el sistema TPM (Mantenimiento Productivo Total) como una evolución de sistemas previos que incluyen Just a tiempo (JIT) o mantenimiento total de calidad (TQM) llegando a TPM buscar de forma simultánea y contundente a un nivel de cero desperdicios, cero accidentes , cero averías y cero defectos.

Dicho de otra forma, la producción se obtiene de forma correcta a la primera además de que se minimiza el empleo de recursos humanos y materiales. El planteamiento básico de esta metodología

se resume en que las personas que tienen responsabilidad sobre las tareas y actividades productivas al mismo tiempo adquieren tareas de mantenimiento y de prevención de fallas.

La metodología como tal surge en Japón en 1971, gracias al Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) estableciendo un sistema de control de los equipos principalmente en plantas con altos niveles de automatización.

Entonces el TPM lo que busca es maximizar la eficiencia de los equipos eliminando defectos y averías, así como accidentes mediante la participación total e integral de los miembros de una empresa.

Los alcances y planteamiento de esta metodología según mi experiencia y entrenamiento profesional, se basa en una estructura de pilares cada uno con estándares, metodologías y herramientas particulares y que tienen su símil con cada cabeza funcional de la operación que actúa como cabeza funcional y líder del pilar, es decir el líder del área de calidad se vuelve también el líder del pilar y así sucesivamente.

Los pilares de TPM según la metodología de Sistemas Integrados donde me entrené y capacité dentro de mi trayectoria en Mondelez México son los siguientes:

1. Mantenimiento Autónomo (Manufactura)
2. Mantenimiento Preventivo (Mantenimiento)
3. Calidad
4. Mejora Continua
5. Liderazgo
6. Organización (Recursos Humanos)
7. Educación y Entrenamiento
8. Gestión de iniciativas
9. Entregas
10. Seguridad y medio ambiente

Pilares para establecimiento de gestión de TPM basada en Mondelez International

Este capítulo tratará específicamente del mantenimiento Autónomo, que es el mantenimiento básico de prevención de averías que realizan los mismos operadores productivo de ahí su nombre.

Este primer paso de acuerdo a mi experiencia y conocimiento se complementa de manera completa con la identificación de las anomalías en los equipos y procesos, de ahí la importancia de generar una rutina de inspección y limpieza, ya que es la genera el espacio para que los operadores puedan estar identificando justo estas anomalías.

Basado en lo que he conocido, la mejor definición que podría dar de una anomalía es algo que se encuentra fuera de estándar y por eso es importante poder determinar la clasificación de las anomalías para que en base a eso el personal de primera línea realmente lo pueda detectar

2.4.3 Enfoque Mantenimiento Preventivo

Dentro de la estrategia fundamental para mejoras y estandarización de operaciones, el enfoque de mantenimiento y gestión de máquinas en mi experiencia debe basarse en dos pilares vistos desde el área de mantenimiento:

- Análisis causa raíz
- Cambio de estrategia hacia mantenimiento preventivo vs correctivo

Los análisis causan raíz y sus metodologías ya se expusieron de cierta manera en capítulos anteriores por lo que en este rubro hare mayor énfasis hacia el planteamiento de enfoque dif y el plantear un mantenimiento preventivo vs correctivo

En su trabajo “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A.” (2010) Juan Valdivesio hace una explicación breve pero clara de los tipos de mantenimiento.

Se expone que el mantenimiento correctivo se produce cuando el equipo o maquinaria en cuestión presenta un daño o desgaste de forma inminente o ya se produjo, siendo de hecho el más común en muchas de las empresas.

Este mantenimiento se da hasta que la falla se presenta e impacta de forma importante a las organizaciones derivado a que las paradas no previstas pueden llegar a impactar los cumplimientos a las entregas y programas de producción, así como que los costos de mantenimiento no presupuestados normalmente son más elevados. Según el autor se consideran que el mantenimiento correctivo puede ser rutinario o de emergencia.

El mismo autor menciona que el mantenimiento preventivo, es aquel que busca realizar actividades y labores previo a que el desperfecto se presente en la maquinaria y se ejecuta en condiciones controladas por la organización.

Las ventajas que este tipo de mantenimiento brindan son notables comparadas con el mantenimiento correctivo entre las que destacan:

1. Incremento de vida útil
2. Coste de reparaciones
3. Inventarios

Igual de relevante es el lograr la medición adecuada de los indicadores relativos e inherentes a la gestión de mantenimiento, los cuales se definieron serían 2 para esta etapa

- % de cumplimiento al plan de mantenimiento preventivo
- MTBF (tiempo medio entre fallas)

El MTBF se define de la siguiente manera “Algunos autores definen también el MTBF (para el caso de los equipos capaces de ser reparados) como la suma de MTTF más MTTR ($MTBF = MTTF + MTTR$) En otras palabras, el tiempo medio entre fallas es el tiempo de un fallo a otro “(Tabuyo 2015 p.135)

Precisamente tomando en consideración de lo anterior comenzamos a trabajar para que el mantenimiento aplicado comenzara a transicionar hacia un mantenimiento preventivo.

Capítulo 3- Implementación de proyectos específicos

3.1 Hoshin Kanri

La elaboración y despliegue de Hoshin Kanri se logró cubrir al 100%, a través del siguiente planteamiento:

Para dar claridad a todo el personal en cuanto a los objetivos y prioridades, se revisó en general la historia del año anterior, así como los objetivos inmediatos que se tenían, con el fin de desplegar una estrategia clara y sostenible hacia la mejora continua.

El ejercicio de Hoshin Kanri planeación estratégica se dividió en dos fases:

- Construcción
- Despliegue

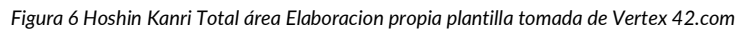
La fase de construcción primero constó de garantizar un correcto entendimiento sobre los objetivos generales de la planta y del negocio en México y Estados Unidos, así como la contribución y rol de la planta como el principal productor para esos mercados

Tabla 1.1 Objetivos Generales de la planta

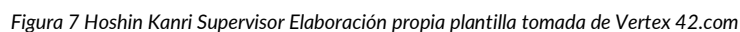
KPI	Obj
Seguridad Lost Time inident	0 hrs
Calidad % NC	0.92%<
Calidad Overscrap	0
Entrega Eficiencia	82%
Moral Ausentismo	1%

Conociendo cuales son los resultados a obtener y como estos se hablan con los objetivos definidos para el área de ensamble de cartuchos, se elaboró la matriz Hoshin Kanri general con la participación de los mandos medios del área, con dos entregables que se muestran a continuación:

Hoshin Kanri X Matriz Area Ensamble Cartuchos



Hoshin Kanri X Matriz Area Ensamble Cartuchos SUPERVISOR



Una vez los mandos medios tuvieron claridad del objetivo específico y los medios para lograrlo, así como los indicadores y métricas, se acordó la participación de un grupo mixto de operadores de cada célula para poder construir un ejercicio de matriz para los operadores de primera línea.

De esta manera se pudo explicar más claramente el uso y entendimiento de la matriz, y sobre todo tener la perspectiva del personal en cuanto a sus inquietudes y requerimientos para alcanzar dichos objetivos.

El resultado obtenido de estas sesiones se muestra a continuación

➤ Matriz Hoshin Kanri para operador célula High speed

Hoshin Kanri X Matriz Area Ensamble Cartuchos SUPERVISOR

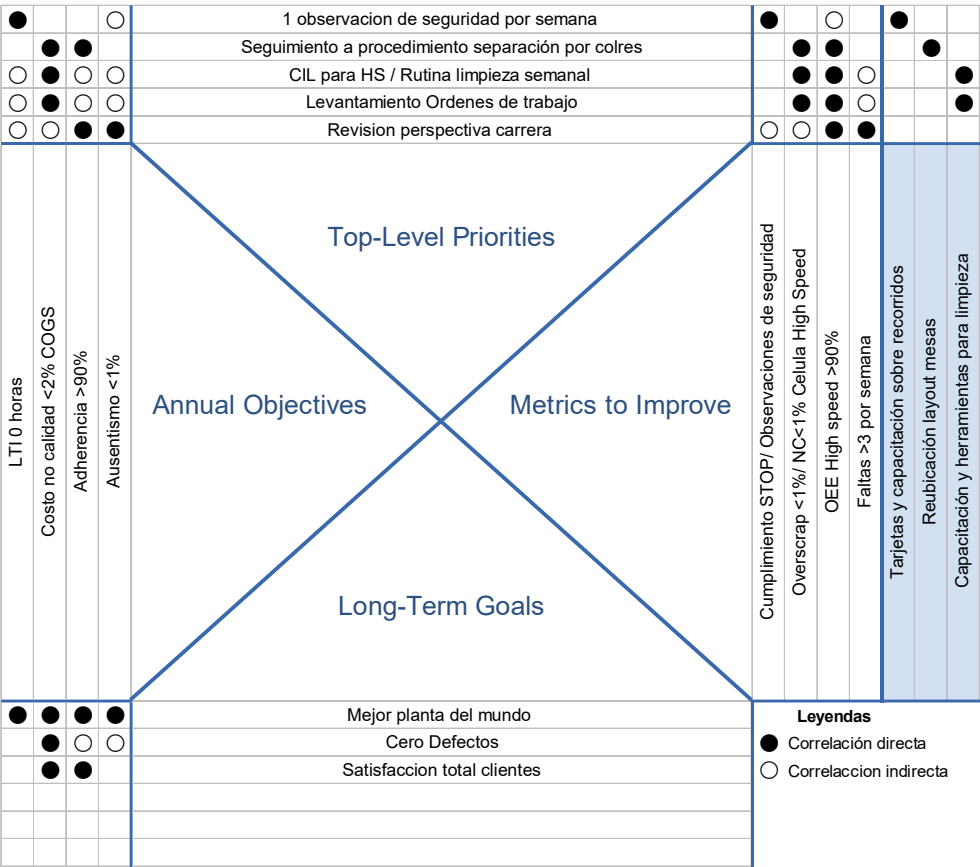


Figura 8 Hoshin Kanri operador Elaboración propia plantilla tomada de Vertex42.com

Las matrices posteriormente fueron desplegadas y compartidas de forma oficial, siendo colocadas en lugares específicos para su consulta dentro del sitio de trabajo.

3.2. Gemba Walk

Con el fin de poder generar realmente un estándar de trabajo y procedimiento funcional para la implementación del Gemba, el primer paso recomendado es generar un calendario con reuniones periódicas para la ejecución del recorrido ; esto con el fin de que toda la planta conozca que los líderes tendrán este horario condicionado para enfocarse en el recorrido así como para que los

clientes externos con los que se pudiera interactuar (ventas, marketing, investigación y desarrollo, etc) estén informados de lo mismo.

En mi experiencia la recomendación es por lo menos tener tres recorridos a la semana, con el fin de poder fomentar esta cultura de liderazgo de presencia en piso y cercanía con el personal operativo.

Calendario de recorridos GEMBA			
Registro			
Fecha	Inicio	Fin	Notas
14/08/2023	11:00:00	12:00:00	GEMBA WALK ALMACEN
16/08/2023	11:00:00	12:00:00	GEMBA WALK ENSAMBLE
18/08/2023	11:00:00	12:00:00	GEMBA WALK SUBENSAMBLE
21/08/2023	11:00:00	12:00:00	GEMBA WALK LABORATORIOS
23/08/2023	11:00:00	12:00:00	GEMBA WALK TALLER MECANICO A
25/08/2023	11:00:00	12:00:00	GEMBA WALK TALLER MECANICO B

Fig. 9. Ej. Calendario Recorrido Gemba Elaboración propia

El calendario Gemba debe incluir hora de inicio y fin, así como la zona de la planta que se va a recorrer con la finalidad de que el recorrido pueda realizar el barrido sistemático de la planta y se revisen todos los procesos / trabajadores eventualmente.

Una vez que el calendario está definido, es importante establecer la guía de referencia para que todo el equipo en términos generales pueda ejecutarlo de una manera estandarizada, por lo que se define un “checklist” de preguntas referenciales para orientar la interacción con todo el personal.

Fecha	_____
Persona responsable	_____
Area	_____
Preguntas	Comentarios
Existe algun tema de seguridad o situación que sientas te pone en riesgo?	
Tienes alguna dificultad relacionada a calidad?	
Cual es el procedimiento y actividad que realizas?	
Existe un procedimiento definido para tu actividad?	
Tienes algun problema / complicación con el procedimiento definido?	
Como podrías eliminar este problema?	
Que ayuda necesitas o como puedo facilitar tus tareas	

Fig 10 Checklist Gemba Walk Elaboration propia

Es importante acotar que como se mencionó anteriormente uno de los objetivos del Gemba es el reconocer al personal por su trabajo, por lo que en las reuniones de liderazgo DMS nivel 3 funcional como equipo de liderazgo, se debe haber definido previamente que se podría reconocer en los

recorridos a ejecutar posteriores, para agradecer al personal por el trabajo desempeñado y resultados alcanzados.

Durante el recorrido todo el equipo de liderazgo acude al unísono al área y zona definidas, y una vez ahí se separan en pequeños grupos o de forma individual según sea el tamaño del área y/o la cantidad de personal que en esta labore para poder seguir su listado de preguntas y ejecutar la herramienta.

Cuando el Gemba se concluye, cada una de las personas que realizo el recorrido debe registrar en el archivo de control Seguimiento acciones Gemba, en el cual se registran específicamente las últimas dos preguntas que son las que estarán derivando en acciones.

Acción	Responsable	Fecha
Ejecución de análisis de iluminación en pasillo peatonal	Gerente HSE	wk 24
Modificación de dosificación de barril, alineación de altura de tolva	Gerente Ing.	wk 26
Actualización de ayudas visuales para cambio de presentación con la nueva tinta	Gerente Calidad	wk 25
Revisión de compensación para movedor con patín	Gerente Manuf	wk 24
Plan de capacitación en actividad de movimiento de barriles	Gerente Manuf	wk 27

Fig. 11 Ejemplo seguimiento acciones Gemba Elaboración propia

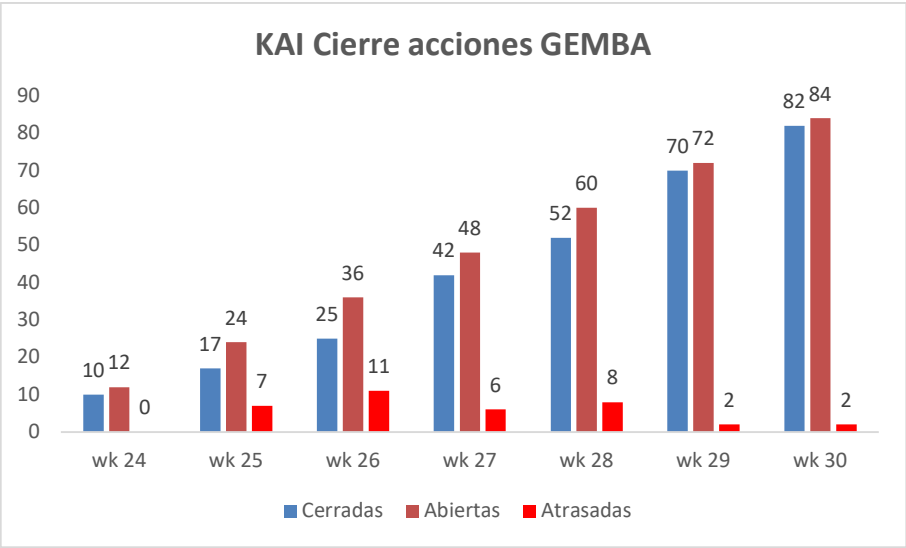


Gráfico 1 Avance cierre acciones Gemba walk Elaboración propia

Mediante la gestión de las acciones a través del archivo de control, se garantiza generar el KAI para medir el avance y correcto seguimiento de que las acciones que se generen por los recorridos realmente se ejecuten y se cierren en los tiempos definidos.

Es fundamental garantizar el seguimiento de las acciones de Gemba, para poder medir su efectividad y tener congruencia con la información que se comparte a los trabajadores, realmente generar acciones que logren simplificar sus tareas y actividades.

La gestión de Gemba se estableció de dos maneras, la primera mediante el ciclo de reuniones diarias (DMS) donde se trata cualquier tema relevante que requiera una solución inmediata o algún tipo de escalamiento con el equipo de dirección i.e. temas de seguridad, y es responsabilidad de que cada ejecutor del recorrido el registrar y dar cierre a las acciones que de éste se generen.

La segunda, a través del nivel de DMS 3 del equipo de liderazgo, sesión de equipo de liderazgo semanal que tiene lugar cada Lunes, se revisa el archivo de Avance cierre acciones Gemba walk con el fin de monitorear el avance a la ejecución de este estándar así como escalar cualquier situación que se haya generado en la ejecución y cierre de las tareas que pudiera requerir intervención de más áreas, redefinición de recursos, inversiones, ajustes de prioridades, aprovechando la interacción de todo el equipo gerencial de la planta en la toma de decisiones.

3.3DMS

Para poder correctamente ejecutar y potencializar el sistema de DMS, se aplicaron dos planteamientos:

- Agregar los niveles faltantes
- Potencializar y estructura niveles existentes

El objetivo de DMS es el garantizar el flujo correcto de información y seguimiento a lo largo de toda la organización por lo que el primer paso fue el estandarizar la estructura y los niveles a implementar

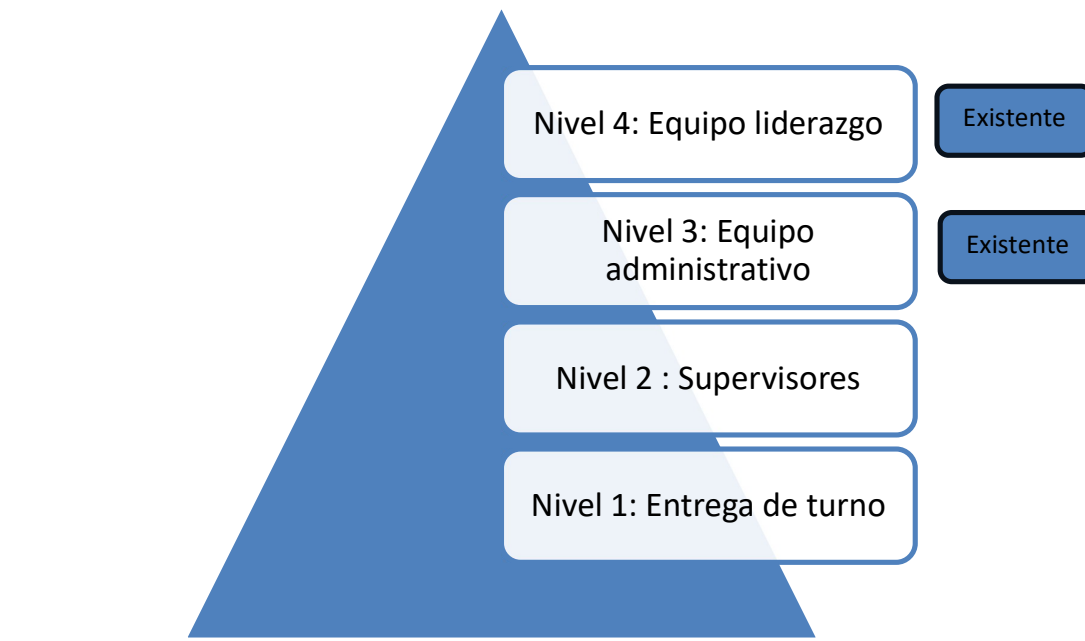


Figura 12 Estructura niveles DMS Elaboración propia

Por tanto, la situación ameritaba que los niveles existentes se estructuran en cuanto a gestión, información y asistencia y se agregaran los niveles faltantes.

- Nivel 4: Equipo de liderazgo

En el caso de este nivel, las modificaciones fueron mínimas, únicamente definiendo un flujo de información diferente con un seguimiento a través de minuta con fechas, entregables y ayuda necesaria, así como el arranque de cada sesión con el status de la sesión anterior.

La frecuencia se mantuvo como semanal con asistencia de todos los gerentes y gerentes Senior de la planta, liderada por el director de planta

- Nivel 3: Equipo administrativo

El caso del nivel 3 es un planteamiento interesante, ya que se definió en dos reuniones diferentes: Nivel 3 de área subensamble y Nivel 3 de área manufactura

Nivel 3 Área de Manufactura

Este nivel se agregó vs la estructura anterior, con el fin de tener un foro específico para los supervisores y responsables de área

Objetivo	Despliegue de prioridades de la semana, revisión cierre semana anterior y alineación entre actividades de supervisores
Asistentes	Gerente Senior, Gerente, Supervisor turno 1, 2 y 3
Frecuencia	Semanalmente
Formatos seguimiento	Pizarrón electrónico SQDCM

Seguimiento semanal Sub-ensamble Cartuchos Mexico

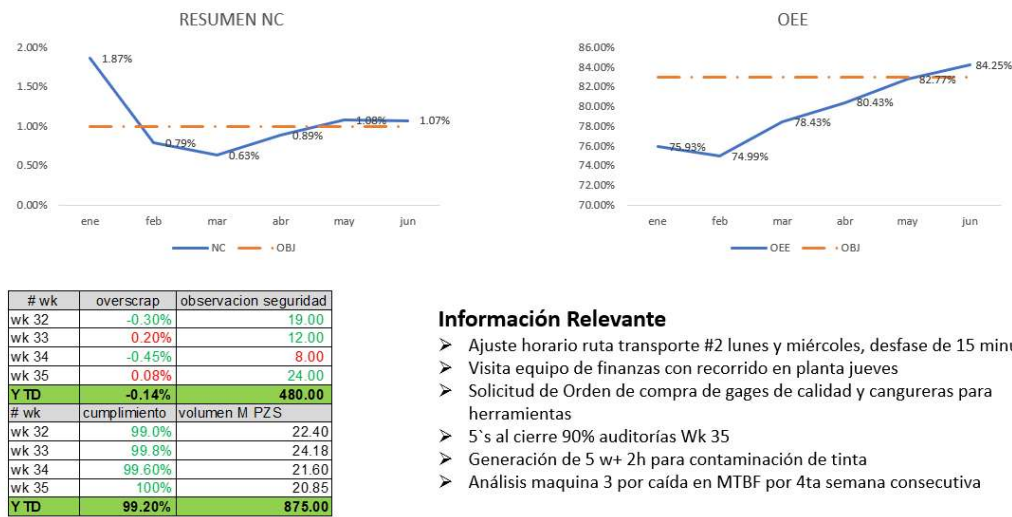


Figura 13 pizarrón electrónico SQCDM Elaboración propia

Mediante este pizarrón todo el equipo involucrado tiene referencia sobre la evolución y status de los principales indicadores del área, así como alineación sobre los focos de atención, prioridades, acciones etc; las siglas SQDCM hacen referencia siglas en inglés para los indicadores críticos de manufactura: Seguridad, calidad, entrega costos y moral (gente)

Para el nivel 3 de área de subensamble, se considera la participación de todos los responsables administrativos que llevan la información más relevante y se ve el cierre total de la operación, así como decisiones a tomar, prioridades etc

<u>Objetivo</u>	Alineación de cierre de día anterior, revisión de prioridades y foco
<u>Asistentes</u>	Gerente Senior, Gerente, Supervisor turno 1, Coordinador ing, coordinador Calidad, coordinador seguridad
<u>Frecuencia</u>	Diaria
<u>Formatos seguimiento</u>	Pizarrón DMS 3 + PDCA

Se definió un pizarrón físico como el que se muestra a continuación para poder gestionar y dar estructura a la reunión

	Semana 34						
Seguridad	Días sin accidentes 30						
	Días sin incidentes 17						
	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom
NC	1%	0.20%	0	0.45%	0.83%	0.49%	TOTAL
Scrap pesos	17,000	10,000	9,760	6,000	8,500	3,800	0.60%
							55.060
Entrega programada MM	4.2	4.7	4.7	4.7	4.7	3.2	26.2
Entrega real MM	4	5	5.1	4.5	4.93	3	26.53
Entrega	95.0%	94.0%	92.2%	95.6%	95.3%	93.3%	98.8%
Costo	80.70%	86%	86.70%	84.20%	85.10%	83%	84.70%
Moral Faltas	0	2	0	0	0	1	3

Figura 14 Pizarrón DMS Elaboración propia

Adicional al pizarrón se agregó una sección de PDCA, con el fin de dar seguimiento a las diferentes actividades que van saliendo, así como un rubro de ayuda necesaria que se debe escalar al sig nivel de responsabilidad dado que requiere un soporte que rebasa las limitaciones del auditorio.

Dentro de este mismo pizarrón se incluyen las prioridades del día y cualquier situación que requiera ser escalada como se mencionó anteriormente

Planear	Hacer	Checar	Actuar
Pruebas con resina XY	Ejecucion de prueba en 3 maquinas / wk 34	Tiempo de enfriamiento se incrementó 3 horas	Evaluacion de balance de línea / wk 36
Revision sistema de calentamiento HS 3	Identificación de punto de rutura de resistencia / wk 34	Definición de protección a cable / wk 34	
Revision HS 1 brazo inyeccion	Desmontaje y validación de resortes / wkr 34		

Prioridades
Cambio tinta roja a azul
Item 934567 y 932581
Revisión HS 1 brazo inyección
Cambio pernos celula mezcla maquina 1, 4 ,7

Ayuda Necesaria
Reparación de elevador
Aprobación de orden de compra de mangueras

Figura 15 Pizarrón PDCA DMS 3 Elaboración propia

Nivel 2: Equipo supervisión y front line

<u>Objetivo</u>	Alineación de cierre día anterior y prioridades, ayuda necesaria
<u>Asistentes</u>	Gerente turno, operador por célula, técnico Calidad y técnico de Ingeniería
<u>Frecuencia</u>	Diaria por turno
<u>Formatos seguimiento</u>	Pizarrón DMS 3, PDCA DMS 3

Esta sesión rápida no mayor a 10 mins, para dar visibilidad de como cerró el día anterior, las prioridades del turno y cualquier apoyo que se requiera gestionar. La información que se ve es la misma que para DMS2, pero más resumida y enfocada a los operadores con el fin de que puedan tener claridad en que se tiene que ajustar o priorizar

Nivel 1: Entrega de turno entre operadores

El objetivo de esta entrega es que entre operadores se esté claro como cerró el turno, prioridades y cualquier situación relevante que se suscite específicamente de la máquina

<u>Objetivo</u>	Alineación de cierre turno, prioridades y ayuda necesaria
<u>Asistentes</u>	Operador, supervisor (intermitente)
<u>Frecuencia</u>	Diaria por turno
<u>Formatos seguimiento</u>	Pizarrón DMS 1 a pie de máquina

Seguridad	Dias sin accidentes	30
	Dias sin incidentes	17
Calidad	Rechazos de maquina	1
Entrega	Producción real	70,000.0
	Produccion obj	82,000.0
Prioridades	1) Generación Orden trabajo por atoramiento transfer	
	2) Cambio de tinta roja a tinta verde al concluir programa de 185,000 pzs	
	3)	

Figura 16 pizarrón DMS 1 Elaboración propia

3.4 FODA Aplicado a Equipos de trabajo

Con el fin de poder generar de la mejor manera la asignación de las diferentes responsabilidades y actividades necesarias planteadas dentro del Hoshin Kanri se realizó un análisis FODA para determinar qué proyectos y actividades realizar para cada uno de los elementos del equipo de trabajo, así como también trabajar en los planes de acción para potencializar sus fortalezas y buscar cubrir las oportunidades con el resto de los integrantes.

A continuación, se muestran dos matrices realizadas para dos supervisores miembros del equipo de ensamble para cartuchos de bolígrafo.

El planteamiento de la herramienta fue enfocar fortalezas y debilidades hacia la persona y su gestión en el área mientras que amenazas y oportunidades se enfocó hacia su relación con otras áreas más allá del área de ensamble de cartuchos.

Supervisor 1:

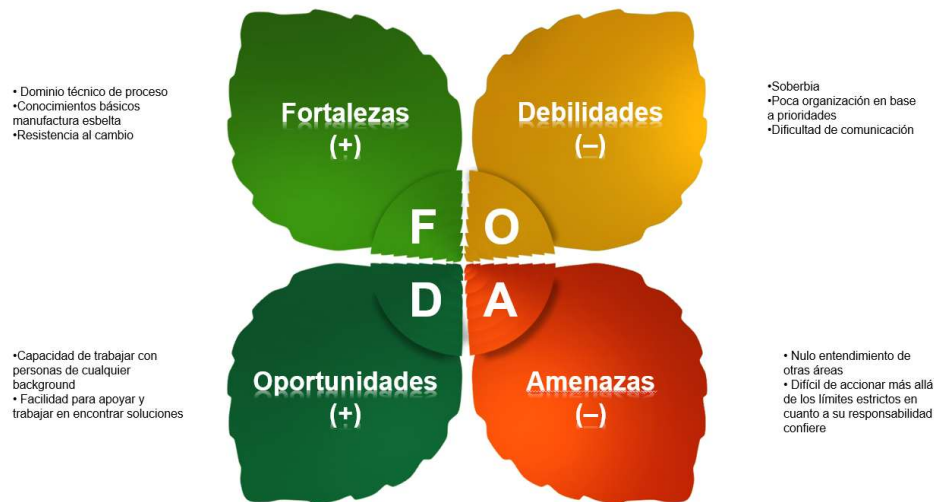


Figura 17 pizarrón FODA supervisor 1 plantilla tomada de Smartsheet.com

Supervisor 2:

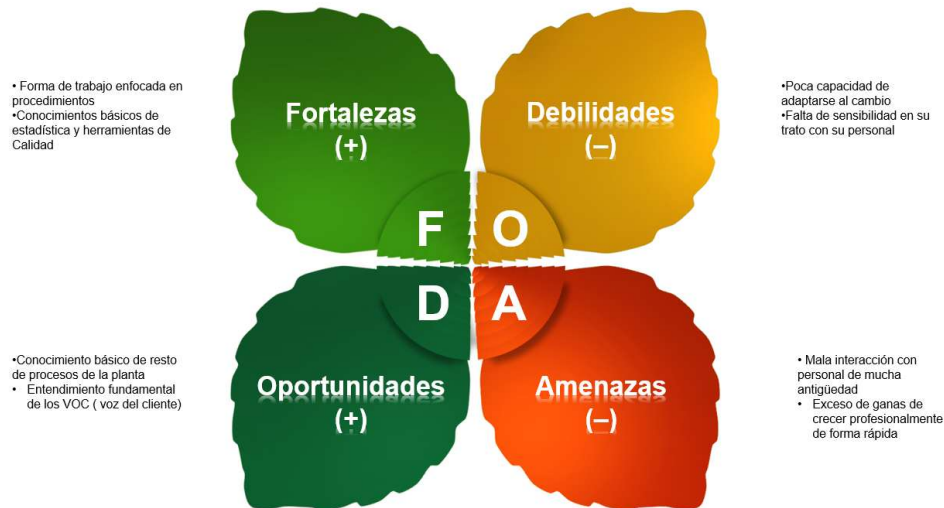


Figura 16 pizarrón FODA supervisor 1 plantilla tomada de Smartsheet.com

Viendo este análisis, se concluyó que el supervisor 1 por su conocimiento técnico, dominio de ciertas herramientas particularmente conceptos de TPM como CIL que se explicará más adelante se le asignó la responsabilidad de las células de alta velocidad para desarrollar e implementar esta rutina dentro del proceso productivo, reforzando a través del Hoshin y retroalimentación constante la identificación de prioridades y la gestión de recursos para alcanzarlas. Con el fin de trabajar su dificultad de comunicación, adquirió la responsabilidad de transmitir parte de su conocimiento (la célula donde lanzó el piloto de CIL fue piloto para el total de la operación) así como capacitar a sus compañeros en el área.

Adicional, debido a su poco entendimiento de otras áreas se realizó una asignación de corto plazo en la cual lo transferí al área de fabricación de tintas donde tuvo que hacer un mapeo de pérdidas y áreas de mejora para después presentarlas al personal y lograr que se implementaran.

El caso de supervisor 2 se enfocó hacia las células de mezcla, ya que es la célula que mayor personal administra por turno por lo que el hecho de tener responsabilidad directa y mayor interacción “directa” con la mayor cantidad de gente posible permitió lograr que se adaptara a moderar su trato con el personal, sumada a que siendo la célula de mezcla es la célula con el 80% de los cambios de tinta, componentes en el área así que se tenía que comenzar a adaptar a reaccionar a la incertidumbre y cambios constantes

3.5 Matriz de habilidades y planes de desarrollo

Para un correcto despliegue de este sistema y lograr la motivación correcta del personal, se desarrollaron de forma simultánea dos sistemas:

El primero fue una pequeña matriz para identificar el tipo de reconocimiento que de forma más clara incentivaba al personal, y aunque en primera instancia parecería que el motivador económico sería el driver tras una serie de entrevistas y trabajo conjunto con el equipo de recursos humanos se desarrolló un sistema de identificación en 3 clasificaciones como los motivadores principales, aislando la parte económica al ser más bien un efecto subsecuente de los demás

- Desarrollo profesional: Este concepto hace referencia a la motivación del personal hacia ocupar una posición de mayor nivel organizacional, es decir pasar al siguiente nivel de responsabilidad y estructura de la compañía
- Reconocimiento de valor: Este concepto hace referencia a la motivación del personal que no tiene aspiraciones adicionales en cuanto a responsabilidades, pero que su motivación radica en que se haga evidente cuando desempeñan un trabajo adecuado, desde reconocimientos verbales, espacios en reuniones con otro personal donde se haga mención de su trabajo, o diplomas/ menciones en los medios de comunicación interno para poder figurar como personal reconocido
- Aprendizaje de cosas nuevas: Un concepto bastante interesante de personal que no aspira como tal un desarrollo jerárquicamente / organizacionalmente, es decir no aspiran a una posición de mayor responsabilidad pero que si consideran relevante meter una variante en su día a día que los motive como aprender y tomar responsabilidad de proceso adicionales, conocer maquinaria nueva, etc

Esta “matriz de reconocimientos” permite tener una buena referencia de como motivar al personal y permitirle soportar a lo largo de su proceso de crecimiento, adicional a darles visibilidad de los diferentes niveles y que se requieren para alcanzarlos especialmente en el caso del personal sindicalizado para que pudieran tener una perspectiva holística de a donde quisieran llegar.

Adicional de forma simultánea y elaborando la matriz de habilidades, se logra una perspectiva a total de donde se está, a donde se quiere y se puede llegar.

La matriz está construida con el approach 70-20-10, que es un 70% de aprendizaje práctico en el piso, 20% capacitación práctica y un 10% de aprendizaje teórico, evaluando constantemente al personal en base a como se va avanzando y con una validación asertiva sobre las habilidades y conocimientos que las personas tienen y puedan ocupar esas posiciones.

Con la información generada en las matrices de capacitación sumada a la información obtenida de la matriz de reconocimientos se pudieron generar los planes de desarrollo y capacitación personales para que cada colaborador pudiera seguir construyendo sus habilidades y conocimientos necesarios.

Adicional a esto se construyó la información referente

Plan de reconocimiento		
Colaborador	Area	Motivador
Supervisor 1	Ensamble cartucho	Desarrollo profesional
Supervisor 2	Ensamble cartucho	Aprendizaje cosas nuevas
Movedor	Ensamble cartucho	Desarrollo profesional
Operador ensamble cartucho 1	Celula mezcla	Aprendizaje cosas nuevas
Operador ensamble cartucho 2	Celula HS	Desarrollo profesional
Operador ensamble cartucho 3	Celula Resorte	Reconocimiento valor

Figura 17 Matriz de planes de reconocimiento, elaboración propia

Matriz habilidades Operador ensamble cartucho									
Seguridad		Calidad				Operación			
Mapa riesgos maquinaria	Estandar 5 s de area	Plan de calidad	Identificación defectivos criticos	Uso gages y sistemas medición	Arranque y paro	Limpieza	Cambio formato	Operación regular	Resolución de problemas
Operador 1	3	2	2	3	2	2	3	2	1
Operador 2	2	3	3	2	3	2	3	3	3
Operador 3	2	2	2	3	2	3	1	3	2

3

2

1

Experto y puede capacitar a otros

Puede ejecutarlo de forma autonoma

Puede ejecutarlo con apoyo

Figura 14 Matriz de habilidades operador, elaboración propia

Las matrices de habilidades funcionan como una herramienta básica para poder entender donde está ubicada cada persona en cuanto a los conocimientos que deberían tener, para enfocar los reforzamientos / capacitaciones y demás necesidades de entrenamiento de forma específica a lo que deban y requieran conocer.

Adicional a esto, se define con el personal la necesidad de estar en nivel 3 para el 30% de sus conocimientos y 70% en nivel 2 como requisito mandatorio para poder aplicar a una posición subsecuente en base al plan de carrera del área mostrado a continuación

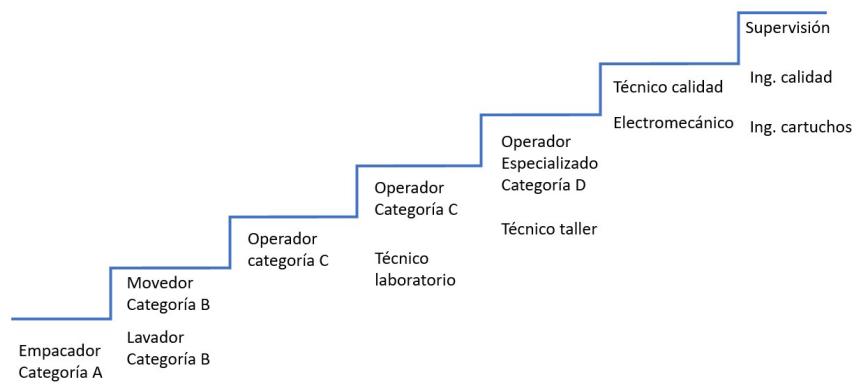


Figura 18 Despliegue plan de carrera y crecimiento operación ensamble cartuchos, elaboración propia

Por último, con la matriz de habilidades se proceder a construir el plan de desarrollo el cual establece las acciones a aplicar en base a la necesidad de capacitación con el fin de llevar al personal al sig nivel o cubrir el nivel requerido.

Un ejemplo de este plan de desarrollo se muestra a continuación

Plan de desarrollo del personal				
Nombre de persona entrenada Operador 1				
Necesidad de capacitación	Nivel actual	Nivel buscado	Acción	Fecha
Estandar 5's de Area	2	3	Taller práctico 5's Entrenamiento con capacitador Operador 5 Ejecución de auditoría 5's	Semana 32 Semana 34 a 36 Semana 38
Plan de calidad	2	3	Entrenamiento masivo plan de calidad Acompañamiento operador 4 2 semanas para ejecución de plan	Semana 35 Semana 38 a 40
Arranque y Paro	2	3	Cambio de turno 3 semanas para realizar arranque y fin de producción de acuerdo a programa de producción Validación procedimiento de arranque y paro	Semana 36 a 39 Semana 34
Resolucion de problemas	1	2	Revision Pareto problemas con técnico capacitador tecnico 2 Esquema "sombra" con operador experto 5 con 3 horas adicionales diarias a su turno	Semana 34 Semana 36 a 39

Figura 19 plan de desarrollo de personal, elaboración propia

3.6 Kaizen

Para poder lograr resultados sostenidos, más allá de una serie de herramientas y metodologías específicas la implementación de la cultura de mejora continua y esta forma de pensar es crítica para lograr sumar esfuerzos totales.

El planteamiento realizado fue desplegar primero como información general el concepto de Kaizen y pequeñas mejoras, con el fin de dar visibilidad al personal que no precisamente tienen que ser mejoras complicadas o que requieren inversión, sino que se trata más bien de la filosofía constante de buscar mejorar vs el día anterior.

Se definió el flujo de proceso de acuerdo al siguiente diagrama, que establece de forma sencilla los roles y responsabilidades de los 3 posibles roles que puede tener una persona dentro de la organización y cómo funciona el seguimiento y flujo

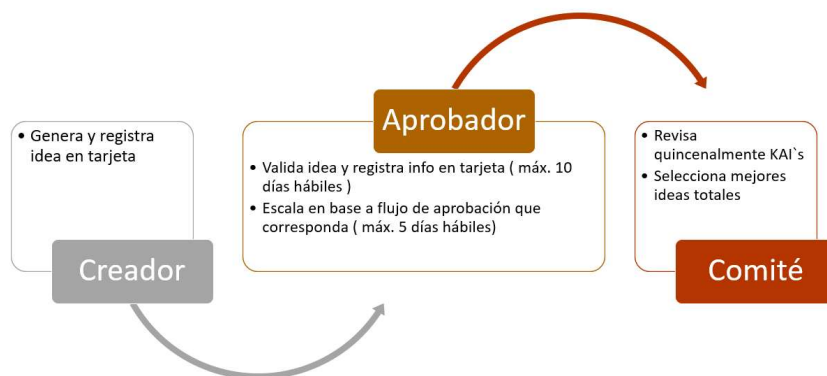


Figura 20 Elaboración propia flujo aprobación Kaizen

Para la definición de los niveles de aprobación, se determinó un matriz RACII en base a los alcances de las ideas y poder tener una gestión ágil y basada en niveles para todas las ideas sometidas

El seguimiento de este sistema definió los siguientes KAI's como los críticos a fin de garantizar el correcto avance y seguimiento del programa de ideas Kaizen

Para poder incentivar la gestión y generación de este tipo de ideas, se desarrolló un sistema de reconocimiento y de documentación para poder registrar las ideas.

Sistema de reconocimiento

El sistema de reconocimiento cumple el objetivo de poder incentivar por un lado la aspiración de poder obtener “algo a cambio” por generar mejoras, así como el retribuir parte del esfuerzo a los colaboradores por el empuje en generar este tipo de ideas, haciendo un círculo virtuoso y aspiracional

Reconocimiento Ideas						
Rangos	Innovación 10%	Rapidez 20%	Ahorro 20%	Optimización indicadores 15%	Beneficio HSE 20%	Potencial exportacion 15%
	Criterios					
1 punto	es la primera vez en el area	mas de 2 meses	sin ahorros	sin impacto	sin impacto	sin impacto
3 puntos	es la primera vez en la planta	dentro de los primeros 2 meses	menor o igual al 3% del budget	menor o igual a 3pp's	mejoria para una area	replicación dentro de area
5 puntos	es la primera vez en la compañía	dentro de los primeros 15 días	mayor al 3% del budget	mayor a 3pp's	mejoria para la planta	replicación dentro de planta

Figura 18 Matriz de reconocimiento de Ideas, elaboración propia

La matriz anterior definió los criterios y forma de reconocer las ideas, con el fin de que las mejores ideas fueran reconocidas de distintas maneras, determinando inclusive reconocimientos en especie basados en bonos para las mejores ideas de toda la planta en una ceremonia con frecuencia de cada trimestre y participación de todo el equipo, dando un componente de emotividad adicional a todo el programa.

La matriz de reconocimiento de ideas permite la ponderación y evaluación concreta de todas las ideas que se someten por el personal, aplicada como muestra la siguiente tabla

Rangos	Innovación	Rapidez	Ahorro	Optimización indicador	Beneficio HSE	Potencial exportación	
IDEA	Calificación						Ranking
Cambio de material boquilla bomba	5	1	1	3	1	3	5.70
Colocación de acrílico para poner sudaderas / chamarras	3	3	1	1	5	5	11.60
Incremento de tamaño imágenes en Ayuda visual para identificación código en 20%	1	5	1	5	1	3	6.40
Eliminación color bolsas scrap a transparente	3	3	3	3	5	5	12.30

Figura 21 Aplicación de ponderación y evaluación de ideas, elaboración propia

Sistema Documentación

Con el fin de que se registren las ideas, se definió un formato de tarjeta Kaizen para el registro del personal que tiene dos caras, la cara frontal es para que el personal registre la idea y la cara posterior para que el aprobador registre comentarios.

A continuación, se muestra la plantilla de la tarjeta determinada para el registro y evaluación de las ideas

Tarjeta Kaizen		
Autor _____	Area _____	Autorizador _____
Descripción de la idea		
Zona implementación (Area/ maquina / sistema)		
Pérdida eliminada		
Seguridad	Calidad	Costo
Ambiente	Eficiencia	Gente

Evaluación Kaizen		
Aprobada	Rechazo	
Explicación		
Tiempo estimado		
Recursos requeridos		
Beneficios		
Seguridad	Eficiencia	
Ambiente	Costo	
Calidad	Gente	

Figura 22 tarjeta generación / evaluación Kaizen elaboración propia

Para lograr una gestión más autónoma del proceso y flujo de las aprobaciones, se definió una matriz RACI para poder garantizar delimitar de manera adecuada la forma de gestionar las ideas en base a sus alcances y presupuestos

Matriz Raci Kaizen Aprobación							
Criterios	Supervisor	Gerente JR	Gerente Senior	Dirección	Liderazgo Calidad	Liderazgo HSE	Liderazgo Ing
Implicación ergonomía	R	A	I	I	I	C	I
Modificación en Maquinaria	R	A	I	I	C	C	C
Modificación en Layout	R	A	C	I	C	C	C
Modificación en producto	R	C	A	C	C	C	C
Modificación en componente	R	A	C	C	C	C	C
Presupuesto menor a 5 mil pesos	R	I	I	I	I	I	I
Presupuesto de 5 a 50 mil pesos	R	A	C	I	I	I	I
Presupuestos de 50 a 200 mil pesos	R	R	A	I	I	I	I
Presupuestos mayores a 200 mil pesos	R	R	A	C	C	C	C
Requiere el trabajo de mas de una función	R	A	C	I	C	C	C

Figura 21 Matriz RACI, elaboración propia

Para lograr una gestión más autónoma del proceso y flujo de las aprobaciones, se definió una matriz RACI para poder garantizar delimitar de manera adecuada la forma de gestionar las ideas en base a sus alcances y presupuestos

Los KAI's definidos para poder gestionar el sistema de forma adecuada son los siguientes



Figura 23 ideas generadas de referencia 2024 elaboración propia

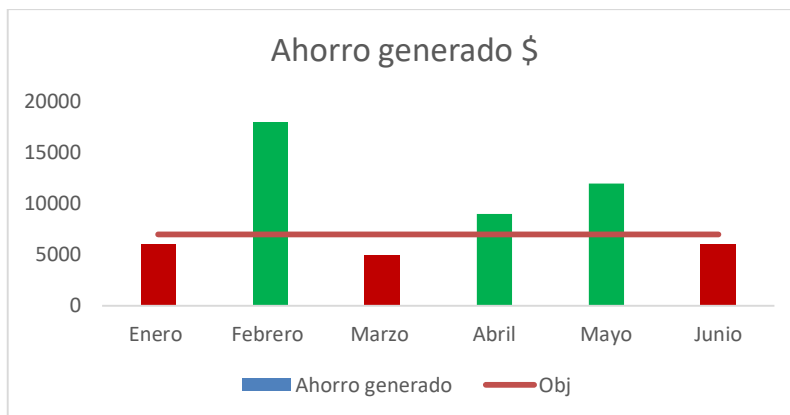


Figura 24 Ahorros generados por ideas Elaboración propia

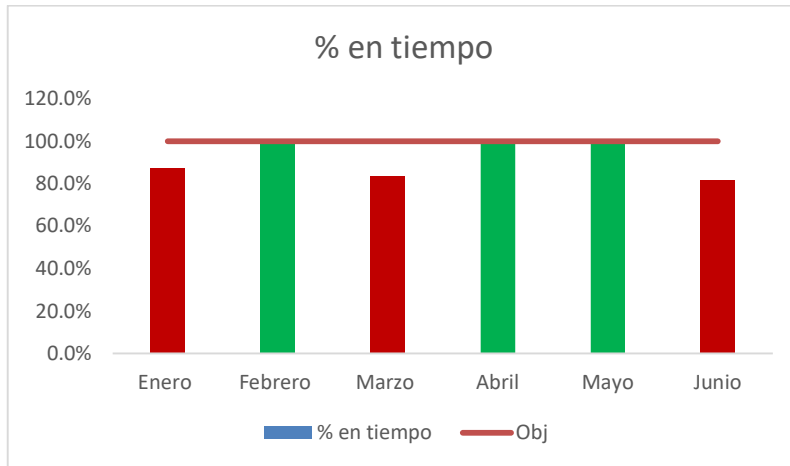


Figura 25 Ideas implementadas en tiempo Elaboración propia

3.7 Análisis Causa Raíz

Dado la cantidad de temas abiertos y situaciones a resolver, el primer y fundamental planteamiento realizado fue el garantizar entender y discernir los principales temas de forma adecuada con el fin de ir resolviéndolos e ir seleccionando al siguiente problema en cuanto a relevancia e implicación.

En base a la aplicación del análisis de Pareto se fue determinando cada una de las cuestiones con mayor impacto para poder entregar los resultados definidos dentro de los objetivos.

Las principales causales que estaban generando la desviación vs el objetivo buscado se mapearon los análisis de Pareto correspondientes para enfocar recursos y esfuerzos, viéndose de la siguiente manera

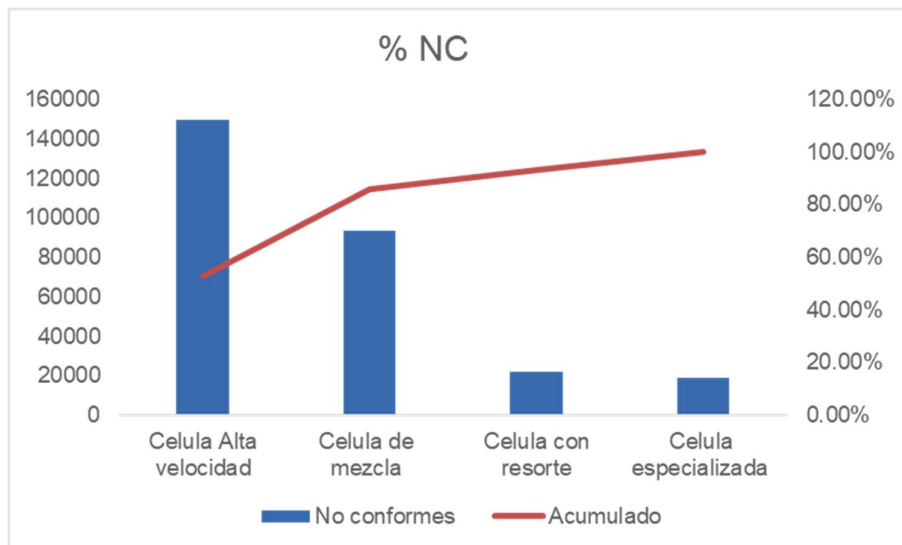


Figura 26 Elaboración Propia información Pareto sobre contribuidores de NC 2022 y 2023

Entendiendo que el principal contribuidor del área hacia NC se estaba focalizando en las células de alta velocidad, se llevó el Pareto al siguiente nivel para determinar las principales desviaciones y poder generar los planes de acción y causas raíz correspondientes

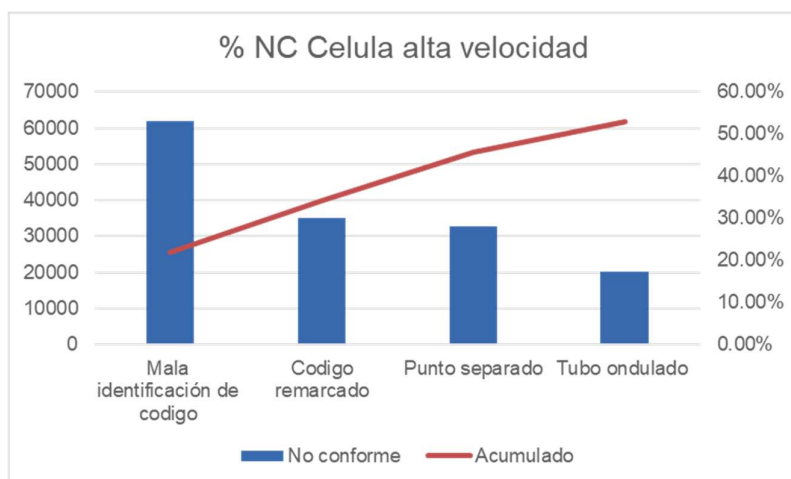


Figura 27 Elaboración Propia información Pareto sobre contribuidores % NC célula alta velocidad

Como se puede apreciar en la gráfica, el principal tema que está impactando en cuanto a este indicador de calidad se concentra en la mala identificación de código, es decir un defectivo en el cual el código no coincide con el marcado en la ayuda visual y existe alguna variación contra el arreglo de caracteres de identificación determinados para esa combinación de tubo soporte tinta y punto.

Basada en esta información se ejecutó un ejercicio de Análisis Causa raíz para poder encontrar las razones que están generando el defectivo y en base a ello poder generar los planes de acción correspondientes para eliminarlos.

El primer paso fue generar la sesión de trabajo con el equipo multifuncional incluyendo:

- Calidad
- Manuf
- Ingeniería
- Operador

La definición del problema se identificó de la siguiente manera:

Se tienen 62,000 piezas con defectivo de no conforme en el área de ensamble de cartuchos de planta MX generados durante un periodo de los últimos 6 meses en las células de alta velocidad por los operadores/ equipo de supervisión al tener una variación entre el código grabado vs el que le corresponde de acuerdo al tipo de producto por mala colocación de los clichés de hot stamping con un costo de No calidad de aproximadamente 120,000 pesos

Mediante una sesión de lluvia de ideas y llenado de las 5M's se llegaron a las siguientes conclusiones

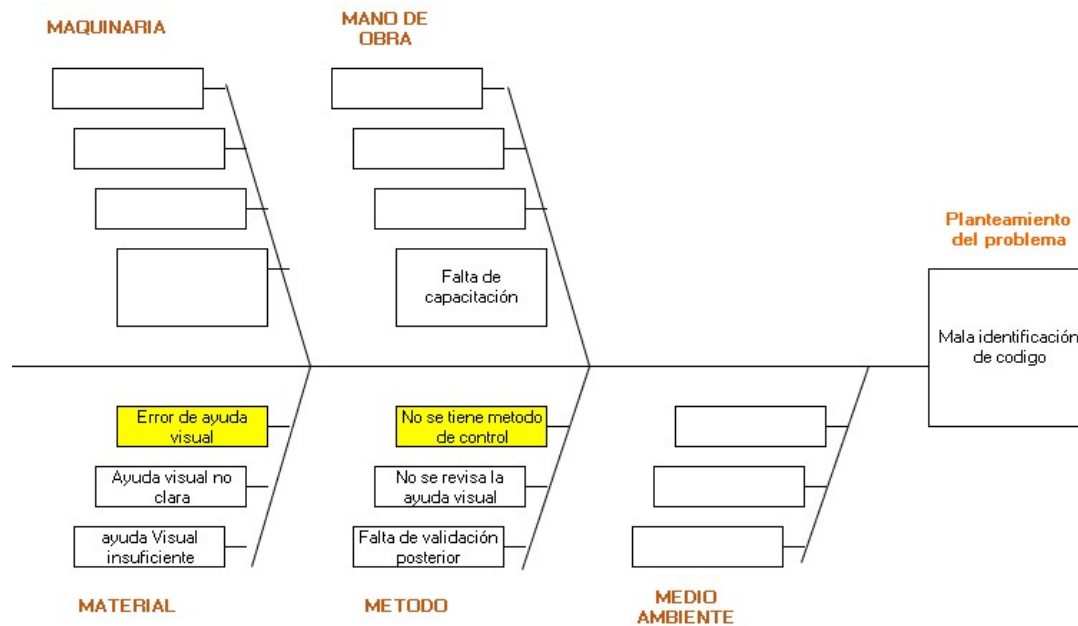


Figura 28 Diagrama Ishikawa Mala identificación de código, elaboración propia

La lluvia de ideas ejecutada determinó que las causas están enfocadas hacia los temas de material y método principalmente, ya que al ser un proceso manual depende mucho de la interpretación del mismo usuario y su correcta atención.

Un dato interesante que arrojó este análisis es que aproximadamente 1 de cada 5 eventos de código incorrecto se derivaba a que de origen la ayuda visual entregada no había sido la correcta; por tanto, se determinó que el no tener un método de control y error de ayuda visual fueron las causas para llevar a un análisis mayor y encontrar las causas raíz para poner planes de acción.

Los planes de acción que se generaron se enfocaron en las dos causas identificadas como equipo con mayor probabilidad de ser la causa raíz marcados en color amarillo para el diagrama anterior. Al determinar dichas causas más probables se definieron una serie de acciones con el fin de erradicarlas, abarcando dos perspectivas:

- Soluciones inmediatas / correctivas
- Soluciones sistemáticas

La diferencia entre una solución inmediata y una sistemática es que la primera ataca directamente el síntoma más evidente, y busca contener el problema mientras que la sistemática como su nombre lo indica busca encontrar el sistema o estándar de raíz para poder prevenir e idealmente erradicar en su totalidad que la situación se repita.

Causa	Acciones Correctivas	Responsable	Fecha cierre
Error de ayuda visual	Re-organización de ayuda visual	Supervisor 1	feb-23
	Depuración de ayudas visuales obsoletas	Supervisor 2	feb-23
	Acciones sistematicas	Responsable	Fecha cierre
	Cambio de mueble almacenamiento de ayudas visuales y sistema de identificación por tipo de ítem	Supervisor 2	may-23
	Sistema de revisión trimestral y depuración de ayudas visuales	Supervisor 1	may-23
Causa	Acciones Correctivas	Responsable	Fecha cierre
No se tiene método de control	Colocación de firma en ayuda en orden de trabajo	Supervisor 1	feb-23
	Acciones sistematicas	Responsable	Fecha cierre
	Definición de procedimiento para validación de codificación	Supervisor 2	mar-23

Figura 29 Plan de acción correctivas / sistémicas, fuente autoría propia



Figura 30 Descripción de procedimiento de validación de código

Se determino la viabilidad de dar seguimiento y cierre a todas las acciones definidas, con miras a poder comenzar a buscar una reducción de la cantidad de defectivos, revisando esta información de forma periódica tanto en los niveles de DMS antes mencionadas como seguimiento directo a los avances de la iniciativa.

3.8 SMED

Para la aplicación de la herramienta, primero se realizó un análisis tomando en cuenta la tendencia de los últimos 6 meses para el desempeño del indicador

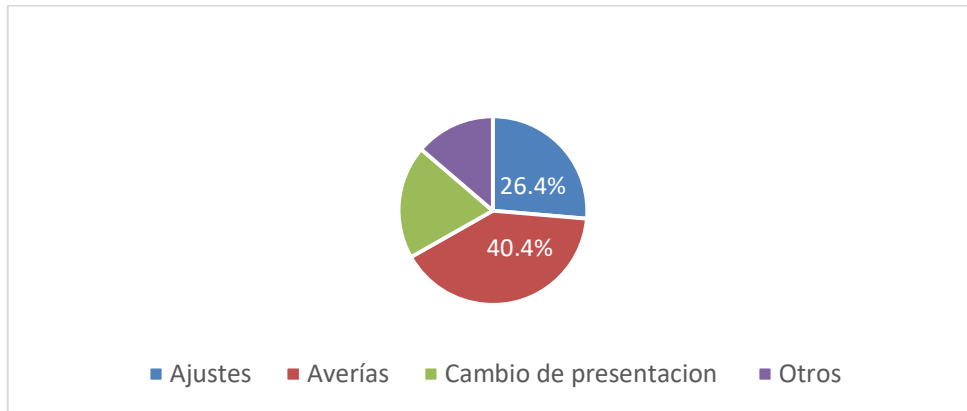


Figura 31 Grafico de árbol de perdidas resumen eficiencia repuestos 2022

Como se puede observar, los principales dos contribuidores se generan por temas de ajustes y averías, que son complejos de resolver y se analizan de forma posterior, por lo que definimos enfocarnos en cuanto al uso de herramientas de mejora continua a la aplicación de metodología SMED de cambios rápidos buscando reducir la cantidad de tiempo perdido por estos.

Tal como se mencionaba en el marco teórico, el primer paso fue una revisión a detalle de los procesos que se aplican al realizar un cambio de presentación estándar para poderlos separar en actividades internas y externas.

# paso	Actividad	Clasificación	Duración (mins)	Secuencia															
1	Desconexión de línea de calentamiento	Interna	6	■															
2	Separación de resistencias y desmontaje	Interna	10		■														
3	Desmontaje de tanque y bomba	Interna	5			■													
4	Traslado de tanque y bomba a cuarto de lavado	Interna	3				■												
5	Desmontaje de boquillas bomba	Interna	2					■											
6	Desarmado de vástago de bomba	Interna	4						■										
7	Limpieza de boquillas de bomba	Interna	5							■									
8	Limpieza de vástago de bomba	Interna	10								■								
9	Limpieza cuerpo de bomba	Interna	15									■							
10	Limpieza de tanque tinta	Interna	55										■						
11	Secado de componentes	Interna	15											■					
12	Traslado de tanque y bomba a maquina	Interna	3												■				
13	Conexión de línea de calentamiento	Interna	10													■			

# paso	Actividad	Clasificación	Duración (mins)	Secuencia															
1	Desconexión de línea de calentamiento	Interna	6	■															
2	Separación de resistencias y desmontaje	Interna	10		■														
3	Desmontaje de tanque y bomba	Interna	5			■													
4	Traslado de tanque y bomba a cuarto de lavado	Interna	3				■												
5	Desmontaje de boquillas bomba	Externa	2				■												
6	Desarmado de vástago de bomba	Externa	4				■												
7	Limpieza de boquillas de bomba	Externa	5				■												
8	Limpieza de vástago de bomba	Externa	10				■												
9	Limpieza cuerpo de bomba	Externa	15				■												
10	Limpieza de tanque tinta	Externa	55				■												
11	Secado de componentes	Externa	15				■												
12	Traslado de tanque y bomba a maquina	Interna	3					■											
13	Conexión de línea de calentamiento	Interna	10						■										
14	Conexión y montaje de sistema de resistencia a	Interna	15							■									
15	Arranque de línea de calentamiento para setpoint de temperatura	Interna	12								■								

64

Figura 33 Mapeo actividades cambio de tinta consolidación actividades internas y externas

Como se puede observar en la tabla, la mejoría fue sustancial dado que varias actividades de la limpieza son particularmente tardadas y complejas, debido a las propiedades fisicoquímicas de la tinta y el hecho de tener un kit limpio en todo momento da oportunidad de que los lavadores realicen ese proceso de forma paralela, por lo que se logró mejorar de 170 min promedio a 64 minutos promedio, prácticamente un 63% menos de tiempo invertido en la actividad de cambio de tinta.

3.9 Mantenimiento Autónomo LILA

Para poder implementar la rutina de LILA (limpieza inspección lubricación y apriete), se generaron una serie de procedimientos en las maquinas definidas como piloto para que la persona los ejecute de forma periódica, haciendo un paro planeado corto con el fin de mantener el área despejada y poder observar cualquier anomalía en su proceso.

En la operación en cuestión, determinamos 7 tipos de anomalías que se enlistan a continuación

Prioridad para cierre:		
A	B	C
ANOMALIA OBSERVADA:		
1 Seguridad: Condiciones inseguras, Guardas, cortinas, botones, EPP, etc. 2 Falta de piezas: Falta de Tornillería, mangueras, guías, etc. 3 Condiciones básicas: Falta de Limpieza, Ajustes, Lubricación 4 Defectos en calidad: Sensor de nivel, fechador, bomba de inyección, etc. 5 ADA's: Área de difícil acceso. 6 FD's: Fuente de suciedad / Fuente de contaminación. 7 Componentes obsoletos: No necesarios y/o en mal estado.		
Descripción		
Que estoy observando:		
Observador	Supervisor	

Figura 34 Tarjeta LILA elaboración propia

Estas tarjetas se imprimen y gestionan pares que deben de llenarse de forma simultánea, una de las tarjetas se coloca en la zona o área del proceso donde se identificó la anomalía (si por alguna razón como espacio, ubicación, tamaño, etc la tarjeta no puede ser colocada, se coloca en el frame de la maquina) y la otra tarjeta se coloca en un pizarrón dentro del área donde de forma diaria los supervisores e ingenieros del área las revisan.

El sistema se complementa a su vez de dos maneras adicionales:

- Identificación de color de tarjeta: Para la correcta gestión de las tarjetas, se determinan colores diferentes según el área con la responsabilidad o capacidad para resolverla y cerrarla, tomando de base lo estándar en la literatura siendo tarjetas azules las que resuelve el equipo de manuf, tarjetas rojas las que resuelve el equipo de mantenimiento y amarillas las que son referentes a seguridad
- Gestión del estándar: Se determina que las tarjetas se deben cerrar 80% en el tiempo determinada, para tener un indicador de referencia y seguimiento a las mismas, tras consenso se determina que para las tarjetas rojas el tiempo de cierre es de 5 días, 3 días para las azules y 12 horas para las amarillas.

Con esto se comienza a tener un indicador que se revisa en las DMS previamente mencionadas y se empieza a tener un seguimiento a garantizar que esto se cumpla, siendo la detección de anomalías un parte fundamental para comentar a tener un planteamiento más preventivo que correctivo y haciendo que los operadores y personal de primera línea empiecen a detectar las cosas antes de que estas sucedan, logrando buena evolución en el resultado de eficiencia y calidad del área.

Adicional a esto, se trabajó de forma coordinada con las áreas de manufactura (operadoras expertas) e ingeniería para determinar la primera conceptualización de rutina LILA (limpieza e inspección) que consiste en un período específico y programado para revisar el equipo a detalle e identificar anomalías, así como realizar una limpieza de las zonas de desgaste y acumulación de imperfecciones en el proceso.

Un ejemplo de esta rutina implementado se muestra a continuación, el cual se desplegó y capacitó con el total del personal determinando realizarlo de forma diaria con una frecuencia de una vez al turno y una duración promedio de 5-7 minutos según el grado de habilidad y experiencia de la operadora en cuestión

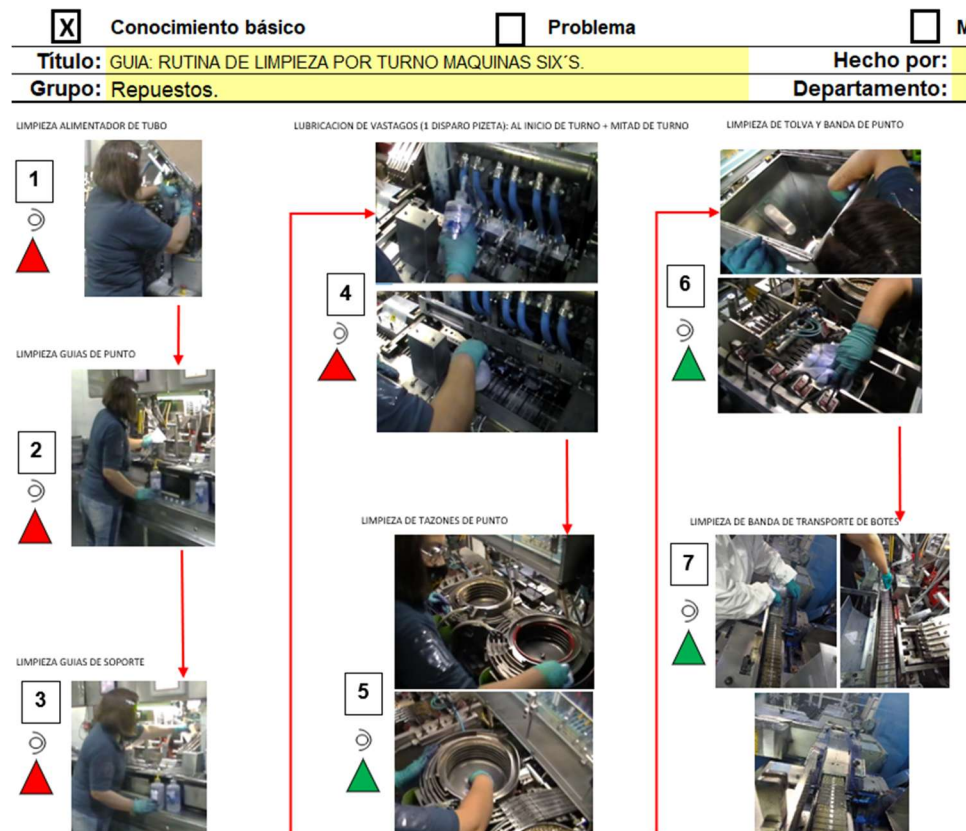


Figura 35 Rutina limpieza células alta velocidad Elaboración propia

3.10 Mantenimiento Preventivo

El despliegue del cambio de mentalidad y enfoque del equipo de mantenimiento para las máquinas se realizó con dos estrategias de forma simultánea:

Medición de impactos y puntos perdidos por averías;

Comenzamos con un sistema de medición de los impactos por averías y ajustes en el área, que se compone de la siguiente manera:

- Se colocaron relojes checadores en el área para registrar las Ordenes de trabajo
- Se generó un formato para registro de Ordenes de trabajo el cual incluye la información respecto al turno, el problema y la solución generada
- Dentro de la misma hora de trabajo se tiene el registro del momento en el cual se abre la OT y después cuando se cierra la misma con el fin de poder documentar
- Se generó una base de datos en Excel para estar registrando precisamente los tiempos de apertura y cierre de dichas ordenes

Formato Orden de trabajo (Order of Work form). The form includes fields for: MAQUINA (Machine), FECHA (Date), TIEMPO (Time), DESCRIPCION DEL TRABAJO (Description of the work), TIPO DE SERVICIO (Type of service), REALIZADO (Completed), OBSERVACIONES (Observations), and CONFORME SOLICITANTE (Conforms to requester).

Figura 36 Formato Orden de trabajo Elaboración propia

Gracias al compendio de información que empezamos a generar se pudo desarrollar una gobernanza y rutina estándar de revisión de las informaciones de las ordenes de trabajo, donde de forma semanal se valida entre operaciones e ingeniería las tendencias y ofensores para generar los planes de acción.

Generamos una base de dato a través de la cual la información de podía documentar para ser analizada.

Resumen SEMANA 36							
KPIs MÁQUINAS REPUESTOS SEMANA 36							
Máquina	Frecuencia de modo de fallo	Suma de Tiempo total de intervención (min)	MTTR (min) Objetivo: <60 min	Tiempo Disponible Programado (min)	MTBF (min) Objetivo: >800 min	Confiabilidad Objetivo: >90%	
Mecánicas de RS	RP_714 12	7	185	26.43	4962	682.43	96.27%
	RP_714 7	5	69	13.80	2496	485.40	97.24%
	RP_714 5	10	178	17.80	6378	620.00	97.21%
	RP_714 2	2	30	15.00	4152	2061.00	99.28%
	RP_714 4	10	148	14.80	5244	509.60	97.18%
	RP_714 15	6	70	11.67	4686	769.33	98.51%
	RP_714 18	3	40	13.33	5406	1788.67	99.26%
	RP_714 8	13	495	38.08	2670	167.31	81.46%
Mecánicas de Sixes	SIXUP 1	3	49.00	16.33	6480	2143.67	99.24%
	SIXUP 3	13	1543.00	118.69	6348	369.62	75.69%
	RP_714 9	15	603.00	40.20	5814	347.40	89.63%
	SIXUP 6	2	14.00	7.00	6486	3236.00	99.78%
	SIXUP 5	1	10.00	10.00	4884	4874.00	99.80%
	SIXUP 7	8	587.00	73.38	5694	638.38	89.69%
	SIXUP 2	11	172.00	15.64	4896	429.45	96.49%
	RP_714 16	6	179.00	29.83	6564	1064.17	97.77%
RP_714 1	7	174.00	24.86	6888	959.14	97.47%	
Pérdidas por averías (WK36) (Registros de OTs)							
	Producción Teórica	Producción Real	OEE	Piezas perdidas	Ptos. % perdidos	OEE si no hubiera averías	Pérdidas otras causas
RP_714 12	200	992,400	87.73%	37,000	3.73%	91.46%	D
RP_714 7	200	499,200	82.23%	13,800	2.76%	85.00%	15.00%
RP_714 5	180	1,148,040	80.24%	32,040	2.79%	83.03%	16.97%
RP_714 2	180	747,360	89.78%	5,400	0.72%	90.50%	9.50%
RP_714 4	200	943,920	86.01%	29,600	3.14%	89.15%	10.85%
RP_714 15	200	937,200	81.01%	14,000	1.49%	82.51%	17.49%
RP_714 18	200	1,081,200	94.89%	8,000	0.74%	95.63%	4.37%
RP_714 8	180	480,600	71.57%	89,100	18.54%	90.11%	9.89%
SIXUP 1	420	2,721,600	88.25%	20,580	0.76%	89.01%	10.99%
SIXUP 3	420	2,666,160	82.56%	648,060	24.31%	106.87%	-6.87%
RP_714 9	270	1,627,920	65.13%	162,810	10.00%	75.13%	24.87%
SIXUP 6	420	2,724,120	97.97%	5,880	0.22%	98.19%	1.81%
SIXUP 5	420	2,051,280	97.51%	4,200	0.20%	97.71%	2.29%
SIXUP 7	420	2,391,480	72.86%	246,540	10.31%	83.17%	16.81%
SIXUP 2	420	2,056,320	87.59%	72,240	3.51%	91.10%	8.90%
RP_714 16	150	984,600	87.30%	26,850	2.73%	90.02%	9.98%
RP_714 1	150	1,033,200	86.64%	26,100	2.53%	89.17%	10.81%

Figura 37 Base de datos medición MTBF y MTTR Elaboración propia

Esta información se volvió completamente relevante para las principales pérdidas poder atenderlas de orgánica y holística, mediante las herramientas antes mencionadas como causa raíz, 6 M's etc.

Un ejemplo es como derivado del análisis de información que teníamos sobre los impactos de ajustes en una semana particular se determinó que había una cuestión de fondo de desalineación de la altura de la boquilla de las bombas del sistema de inyección de tinta, por lo que se procedió a hacer un análisis y determinar la altura optima y después marcar las bombas exclusivas para esas máquinas con la altura de referencia necesaria

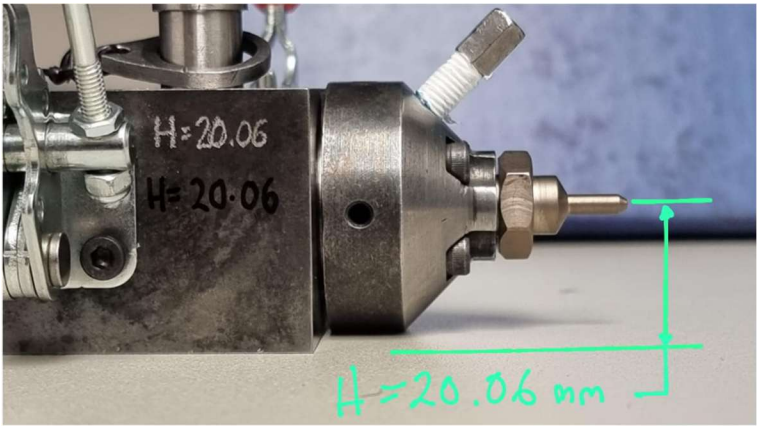


Figura 38 Ej. resultado de análisis causa raíz variación nivel y estandarización de altura de bomba Elaboración propia

El último complemento final de esta estrategia fue la estandarización y definición de los planes de mantenimiento preventivo para las maquinas, así como el indicador de cumplimiento al mismo

		Abril				Mayo					Junio			
MÁQUINAS	FAMILIA A	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	STIC	R7 (1.5WK)		R13 (1.5WK)		R6 (1.5WK)		R12 (1.5WK)		R15 (1.5WK)		R3 (1.5WK)		
1.6 / NP														
CLIC					ITA-4 (2.5WK)					ITA-2 (2.5WK)				

Figura 39 Plan de mantenimiento preventivo área subensamble autoría propia

El indicador relativo al % de cumplimiento al mantenimiento preventivo básicamente se determina de la sig manera:

$$\% \text{ de cumplimiento a preventivo} = \frac{\# \text{ de actividades planeadas en el periodo de tiempo}}{\# \text{ de actividades completadas en el periodo de tiempo}}$$

Determinando 85% como el objetivo mínimo para el indicador teniendo una correlación directa e injerencia con el desempeño en general de la maquinaria

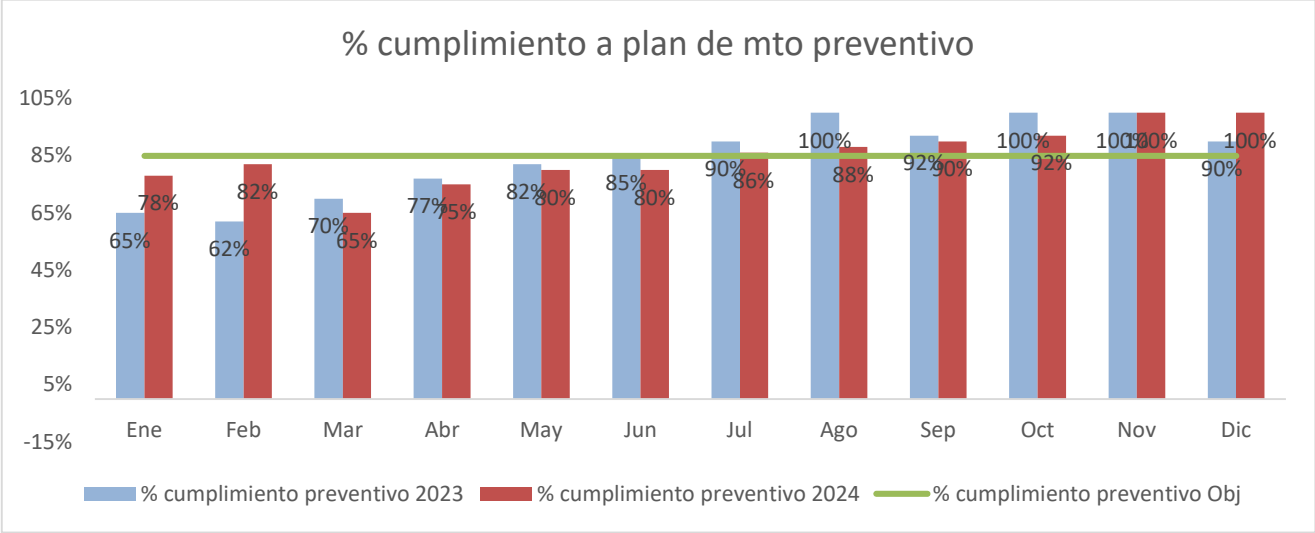


Figura 40 Registro de % de cumplimiento de mantenimiento preventivo Elaboración propia

Capítulo 4: Análisis y discusión de resultados

4.1 Resultados Generales

De forma general y retomando los objetivos generales definidos se puede concluir que los objetivos se alcanzaron satisfactoriamente e inclusive se lograron sobrepasar, alcanzando niveles históricos para la operación y la planta a total

El primer resultado a revisar es el logro en cuanto a la superación y obtención de eficiencia objetivo, alcanzando el mejor número en 50 años desde que la operación fue implementada en México. Como se puede apreciar en la gráfica hay una mejora sustancial y sostenible en el último año que permitió que mes a mes se pudiera ir reduciendo los impactos de los paros no planeados, así como mejorar tiempos de paros planeados como son los cambios de presentación.

Respecto a la eficiencia la evolución año vs año se puede observar a continuación con el desempeño de cada mes

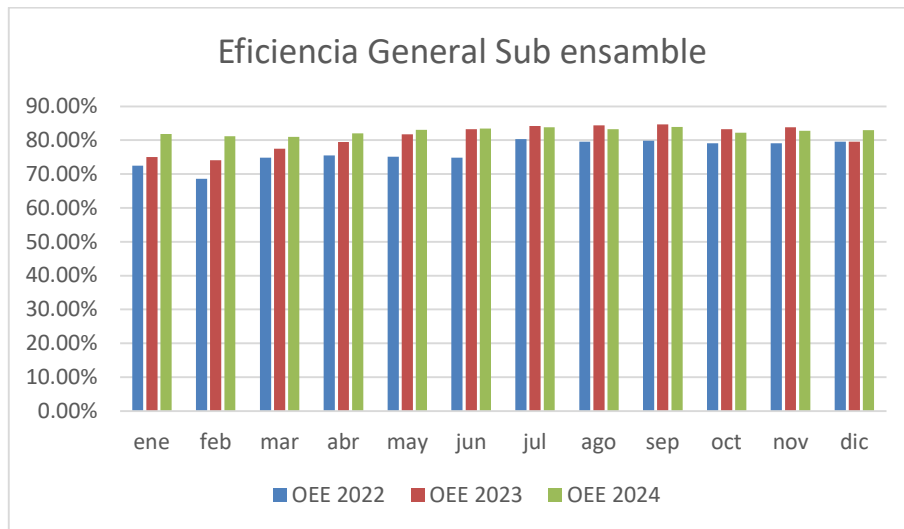


Figura 41 Eficiencia General Subensamble elaboración propia

Algo a resaltar en este resultado es particularmente la mejoría observada durante el primer semestre del año, de enero a junio. Esto es a resaltar porque hay una temporalidad muy marcada para los productos de escritura que se liga con el período de regreso a clases y vacaciones y que para la producción representa fabricar aprox el 70% del volumen del año durante ese período por ello, aunque los resultados mensuales 2023 vs 2024 son más o menos comparables, el peso ponderado hacia el total del año hace gran diferencia gracias al desempeño alcanzado en la llamada temporada alta antes mencionada. Si este número se viera a total año con el cierre de los 12 meses, la gráfica se vería de la siguiente manera, siendo una mejora sustancial en el desempeño a lo largo del tiempo y siendo la primera vez que el área alcanza y logra superar su objetivo definido, por lo que se puede considerar como exitoso la estrategia definida en un inicio.

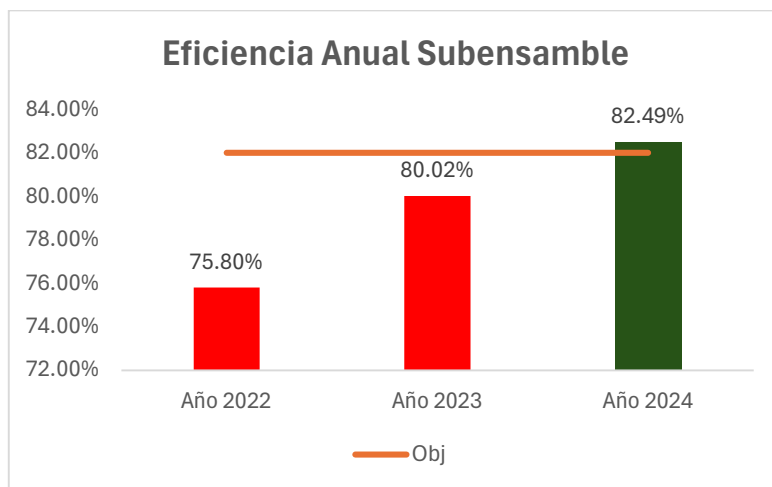


Figura 42 Eficiencia Anual Subensamble elaboración propia

El resultado en cuanto al impacto en defectivos o % de producto no conforme afortunadamente presenta un comportamiento similar viendo el desempeño mes con mes de la siguiente manera

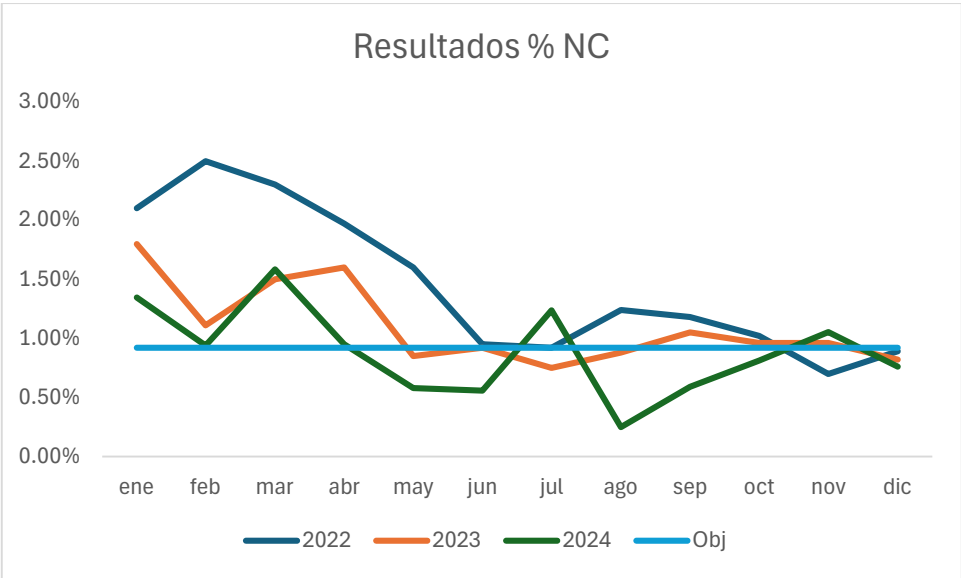


Figura 43 Resultados % NC sub-ensamble elaboración propia

El resultado en cuanto al impacto en defectivos o % de producto no conforme afortunadamente presenta un comportamiento similar viendo el desempeño mes con mes de la siguiente manera

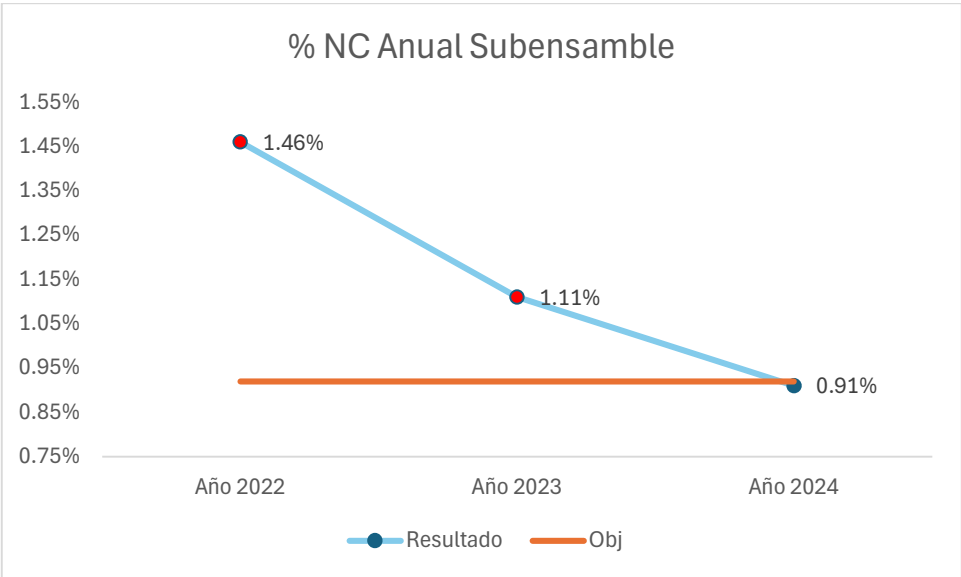


Figura 44 Resultados % NC sub-ensamble Anual Elaboración propia

Nuevamente y similar al desempeño logrado en el indicador de eficiencia se alcanzó una reducción sustancial en cuanto a la cantidad de material no conforme y el objetivo total anual se superó ligeramente, con 0.91% obtenido vs un objetivo menor a 0.92%

Esto permitió también lograr una reducción interesante en los costos de horas hombre y costos de no calidad, ya que la disposición de los materiales no conformes varía entre disposición como scrap directamente o el costo de revisión y selección para separar los defectivos del material correcto.

5 Conclusiones y Recomendaciones

Dentro del capítulo anterior se comparten varios indicadores de referencia acompañados de las herramientas realizadas, pero es importante determinar el resultado de los indicadores generales y como se ve vs el objetivo planteado al inicio de este proyecto.

Como se puede apreciar, los resultados deseados fueron alcanzados por una combinación de decisiones de gestión e implementación de herramientas, inclusive llegando a establecer nuevos récords históricos en cuanto al desempeño en general del área.

Un ambiente de manufactura y producción es un ente complejo, que tiene múltiples componentes y que no es sencillo de abordar, particularmente cuando se tiene una situación de indicadores en rojo de manera recurrente lo que puede comenzar a mermar los ánimos e inclusive comenzar a generar comportamientos de frustración por parte de los equipos.

En mi experiencia como cabeza de manufactura, lo fundamental antes de comenzar a desarrollar algo más avanzado como una metodología o herramientas se debe sentar una base clara y gestión del principal recurso de una organización que son las personas.

Justo por esa premisa, primero mi estrategia se basó en garantizar el correcto entendimiento de los objetivos y como cada personas contribuía a ellos en todos los niveles, desde gerencia hasta operadores de primera línea mediante Hoshin Kanri y su capacidad de definir y desplegar los objetivos, para después realizar un análisis basado en las fortalezas y habilidades del equipo con el fin de hacer la distribución que más sentido hiciera entre los objetivos pero también donde cada quien podría aportar de mejor manera.

De la misma manera, los sistemas que garantizan cercanía con el piso operativo y el personal que ahí labora son los que permiten primero el transmitir confianza por el equipo de trabajo hacia sus lideres e igual de importante permitir que el equipo de liderazgo de todos los niveles pueda tener conocimiento de que requiere la gente para hacer mejor su trabajo o como ayudarlos a resolver problemas, por ende con la combinación de Gemba y DMS se atacan ambos sentidos al dar foros de escalamiento para la gente y de la misma manera tener oportunidad de ir directo a su lugar de trabajo con el fin de soportarlos .

Todo esto son lo que yo considero la base para poder tener un equipo con la suficiente madurez mínima y cohesión ya para implementar sistemas y herramientas más complejas como las que en este documento expuse, tanto la parte de manufactura esbelta y TPM.

La manufactura esbelta son muchas herramientas detalladas que permiten abordar problemas bastante específicos y que se recomienda ampliamente entenderlas a detalle para poder elegir realmente la mejor herramienta en base al problema a erradicar, pero si hay algo que puedo enfatizar es fundamental sin importar la herramienta es el planteamiento de causas raíz y en base a datos, sin duda un análisis bien enfocado y con la profundidad adecuada permite erradicar los problemas de fondo y realmente ir eliminándolos, de lo contrario las situaciones siempre se llegan a repetir y se vuelven temas recurrentes.

Sin duda, mi experiencia y conocimiento de primera base de lo que es TPM me ha complementado y formado para ser el líder que hoy soy y permite mostrar resultados como los expuestos, y creo que el éxito de todas las herramientas y sistemas de esta metodología se resumen en empoderamiento de personas y el determinar formas sostenibles, estandarizadas y medibles para estar actuando en el día a día.

En este documento solo hago referencia a dos herramientas de las muchas que tiene la metodología, en lo particular soy partidario al approach basado en 11 pilares, pero la mayor lección que puedo compartir respecto al uso y administración que quiera gestionarse con las herramientas de TPM es que todos los pilares deben ir entrelazados entre sí y hay que lograr que con los resultados obtenidos se vuelvan parte del día a día, no que se vea como trabajo “adicional”.

Realmente este último punto de que se vuelvan parte del día a día , es lo que separa a aquellas organizaciones y operaciones de la excelencia , tristemente me han tocado experimentar y vivir circunstancias en que todo lo definido por TPM está tan poco integrado en el hacer diario de los miembros de los equipos, que su seguimiento depende enteramente de que una o varias personas lo estén supervisando , en el momento que alguna (s) de esas personas que lo supervisan por alguna razón dejan de hacerlo el sistema cae de forma estrepitosa y siempre más complicado volverlo a implementar.

Todo sistema de gestión debe estar fundamentando en indicadores y monitores de salud que constantemente arrojen la salud de los mismos para poder reaccionar rápidamente en caso de que algo empiece a decaer, pero la gente en todos los niveles van a ser los primeros en ser precisamente los “guardianes” de todo esto cuando le ven el valor agregado, es decir lograr resultados comprobados que se basen en TPM en un área , operación o línea piloto es la mejor labor de venta para demostrar al resto por qué el sistema funciona y se vuelve inclusive hasta un tema aspiracional para el resto de la organización.

En el momento que se aborden restos de esta índole, es clave garantizar de la misma manera inclusive en algunos casos aún con mayor cuidado es el tema inherente a la motivación y entendimiento de los equipos de trabajo y el componente personal que esto conlleva; poco efectivo serán las maquinas o procedimientos de última tecnología si no se tiene el sustento del personal para gestionarlos e implementarlos.

Podría concluir finalmente, que todas estas herramientas llevan años demostrando su eficacia y los logros que se alcanzan, pero no por ello se han hecho más sencillas de implementar o gestionar sino que al contrario, su constante evolución las vuelve en un reto ya que hay que saber adaptar y “tropicalizar” hasta cierto punto en base a la cultura , forma de trabajo , valores y población de las organizaciones , pero que bien llevadas sin duda lograrán mejorías y resultados de excelencia que bien desarrollados como sistemas

.

6 Agradecimientos

A Karmina Medina, mi pareja y apoyo incondicional quien es una fuente constante de inspiración y aprendizaje para mi crecimiento y evolución como persona y como profesionista, muchas gracias por tu paciencia y consejos.

A mis padres, especialmente a mi madre Gabriela quien desde mis primeros años académicos puso de lado su carrera con el fin de tener tiempo para estar conmigo, y fue una fuente de apoyo incondicional y de quien siempre recordaré con gran cariño lo mucho que me ayudo en mi preparación repasando y validando conceptos.

A mis abuelos maternos que en paz descasen, mi abuela Irma una fuente infinita de cariño y alegría quien sin importar las circunstancias lograba sacar una sonrisa y mi abuelo Oscar, un modelo a seguir para mí y un consejero y amigo incondicional de quien definitivamente debo gran parte de mi éxito profesional gracias a sus consejos y guías a lo largo de la vida, este título que es el primero de muchos venideros se los dedico con mucho cariño.

A la facultad de ingeniería de la UNAM, por haberme formado como un profesional integro basado en valores y principios humanistas y que a lo largo de mi formación me acercó a grandes maestros que con sus enseñanzas y fundamentos formaron todo el conocimiento técnico que hoy tengo.

Al Ing. Ricardo Torres, del cual aprendí enormemente en las materias que cursé con él y que sin duda fue el principal empuje para que concluyera este proceso y me acompañó y orientó de forma excepcional a lo largo del mismo, siendo un gran ser humano y profesional que es un modelo a seguir para muchos de sus alumnos.

7 Bibliografía

Alvarado Ramirez Karla y Pumisacho Alvaro Victor (2017) *Practicas de mejora continua con enfoque Kaizen, en empresas del distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio* Cap Fundamento Teórico p. 483-488 Intangible Capital vol. 13 núm. 2 2017 pp 479-497

Bolígrafos: Intercambio comercial, compras y ventas internacionales, mercado y especialización | Data México. (s. f.). Data México.

<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/pens#:~:text=Balance%20comercial%20neto&text=En%202023%2C%20el%20intercambio%20comercial%20total%20de%20Bol%C3%ADgrafos%20en%20M%C3%A9xico,mayor%20nivel%20de%20compras%20internacionales>.

Ball point pens (HS: 960810) Product Trade, Exporters and Importers | *The Observatory of Economic Complexity*. (n.d.). The Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/en/profile/hs/ball-point-pen>

Burgasi Delgado, Dayanara Dominique / Cobo Panchi, Diana Valeria / Perez Salazar, Karen Tatiana / Pilacuan Pinos, Roger Leonardo / Rocha Guano, Maria Belén (2021) *El diagrama de Ishikawa como herramienta de Calidad en la Educación: Una revisión de los ultimos 7 años* Revista Electrónica TAMBARA Edición 14 No 84 pp. 1212-1230

Carreras, Rajadell Manuel (2010) *Lean Manufacturing La Evidencia de una necesidad* p 216-219 Editorial Díaz de Santos, S.A.

Comercio al por Menor de Artículos de Papelería, para el Esparcimiento y otros Artículos de Uso Personal: Salarios, producción, inversión, oportunidades y complejidad | Data México. (s. f.). Data México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/industry/retail-sale-of-stationery-leisure-and-other-items-for-personal-use>

Cuatrecasas, Luis y Torrell, Francesa (2010) TPM en un entorno de lean Management Estrategia competitiva Cap 1 El Mantenimiento de los sistemas productivos evolución hacia el TPM p.27-40 Profit Editorial

De Estadística y Geografía, I. N. (s. f.). *Por actividad económica*. https://www.inegi.org.mx/temas/pib/#informacion_general

Galvan, F. (2018, 3 agosto). *Los centennials reviven el mercado de bolígrafos en México*. Revista Merca2.0. <https://www.merca20.com/los-centennials-reviven-el-mercado-de-boligrafos-en-mexico/>

INEGI (2007) *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México. SCIAN 2007*

Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México. SCIAN 200... - Google Books

INEGI (2023) *Sistema de clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023*

Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023

INEGI (2025) De Estadística Y Geografía, I. N. (n.d.). *Por actividad económica*. https://www.inegi.org.mx/temas/pib/#informacion_general

Mithun A. Sridharan (2022) *Hoshin Kanri* <https://thinkinsights.net/user/12>

Medina, Jorge (2021) *Hoshin Kanri, el despliegue de la estrategia Toyota*
<https://blog.toyota-forklifts.es/hoshin-kanri-despliegue-estrategia-toyota>

Observatorio de Complejidad Económica. (s. f.). Observatorio de Complejidad Económica.
<https://oec.world/es/profile/hs/ball-point-pens>

Padilla Lilian (2010) *Lean Manufacturing Manufactura Esbelta / Agil* Revista Ingeniería Primero No.15 - enero 2020 págs. 64-69

Peña Guarín, Guillermo, Rodríguez-González, Liliana, Rodríguez-Rojas, Yuber (2020) *Investigación en Sistemas de Gestión. Avances y retos de la gestión integral* Cap IDEM Metodología para Articular Total Performance Management en un Sistema Integrado de Gestión Ediciones USTA

Rafid Ahmed Muhtasim (2018) *Internship Report on The RACI Matrix and its implications: A case of Unilever* BRAC Business School

Saldivar Alberto (2019) *Gemba Walk, excelente herramienta como parte del trabajo estándar y gestión diaria de los lideres*

Serrat, O. (2017). *Knowledge solutions Tools, Methods and Approaches to Drive Organizational Performance* Cap 32 The Five Ways Technique p.307-310 Springer

Socconini Luis (2025) Cap 14 p. 313-331 Camintas Gemba *Lean Six Sigma Black Belt. Manual de certificación* Marge Books

Suarez, Francisco (2007) Cap 15 El Hoshin Kanri Planeación de despliegue por políticas (p. 185 – 196 *El Kaizen Panorama* Editorial SA

Tabuyo, Pizarro Marisol (2015) *Organización y gestión de los procesos de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el entorno de edificios y con fines especiales* Cap 2.10. Gestión de herramienta, utillaje y manutención Editorial Elearning S.L.

Talancon, Humberto (2007) *La Matriz FODA Alternativa de Diagnóstico y Determinación de Estrategias de intervención en diversas organizaciones* Enseñanza e Investigación en Psicología

Valdivieso, Juan Carlos (2010) Tesis Previa La obtención de Título de Ingeniero Mecánico *Diseño de un plan de Mantenimiento Preventivo para la empresa Extruplas S.A.* Capitulo 2 Analisis Tipo de Mantenimiento p 39-46 Facultad de Ingenierías Carrera ingeniería Mecánica Universidad CUENCA